



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**  
1 8 0 3

**Facultad de Educación**

**LUCES Y SOMBRAS EN LA FORMACIÓN EN ROBÓTICA:  
EL CASO PYGMALION**

**TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN  
PEDAGOGÍA INFANTIL**

**MILENA COLLAZOS VARGAS  
LINA MARCELA MESA VELASQUEZ**

**Asesor (es)**

**DIANA MARCELA ESCOBAR GARCÍA  
Licenciada en Pedagogía Infantil**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN INFANTIL  
LICENCIATURA EN PEDAGOGÍA INFANTIL  
MEDELLÍN**

**2016**

Resumen.....	3
Palabras clave.....	3
1 Introducción.....	3
2 Planteamiento del Problema.....	4
3 Objetivos.....	6
3.1 Objetivo General.....	6
3.2 Objetivos Específicos.....	6
4 Revisión de literatura.....	7
5 Marco Teórico.....	11
5.1 Robótica educativa.....	11
5.1.1 Aproximación Histórica.....	11
5.1.2 Aproximación Internacional.....	12
5.1.3 Aproximación Nacional.....	14
5.1.4 Aproximación Conceptual.....	18
5.1.5 Aproximación Pedagógica.....	19
5.2 Formación en Robótica y Educación STEM.....	21
5.3 Educación infantil.....	22
5.4 Transposición didáctica.....	23
5.5 Pedagogía y currículo escolar.....	23
6 Metodología.....	25
6.1 Contexto.....	26
6.2 Población participante de la investigación.....	27
6.3 Técnicas e Instrumentos de recolección de la información.....	27
6.3.1 La escritura de protocolos.....	28
6.3.2 La observación anecdótica.....	28
6.3.3 La entrevista semi-estructurada.....	29
6.4 Fases generales de la investigación.....	29
6.4.1 Primera Fase.....	29
6.4.2 Segunda Fase.....	30
6.4.3 Tercera Fase.....	30
6.5 Técnicas de análisis.....	30
7 Entre Luces y Sombras: Resultados y Discusión.....	31
7.1 Proyecciones de una luz: El Programa Educativo Pygmalion.....	32
7.2 Los contenidos que enmarcan el programa.....	32
7.3 La estructura de las sesiones de trabajo.....	35
7.4 Los actores que encarnan el proceso de formación “Los facilitadores”.....	36
7.5 Los escenarios de acción.....	38
7.6 Las sombras.....	38
7.6.1 El impacto de quienes reciben esta formación y los retos que representan para el maestro.....	39
8 Conclusiones de una sombra.....	40
9 Referencias Bibliográficas.....	45
10 Anexos.....	49

## Resumen

En las últimas décadas, la robótica educativa ha aparecido como una de las tendencias educativas emergentes para el uso de las TIC como medio de integración en la enseñanza de la ciencia y la tecnología; ejemplo de esto, es el caso de la empresa Pygmalion de la ciudad de Medellín, lugar donde se llevó a cabo la presente investigación que tuvo por objeto caracterizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en su programa de robótica educativa. Para dar cuenta del trabajo realizado, se emplea la metáfora de las luces y las sombras, en un intento por acercar al lector de forma poética, a entender las incidencias de su programa educativo en la formación docente, y su relación con el saber disciplinar de la ingeniería y la pedagogía.

## Palabras clave

Robótica educativa, programa educativo, currículo, formación en robótica, educación infantil.

## 1 Introducción

*“La luz se define como la clase de energía radiante que estimula los órganos de la visión. La sombra, por otro lado, es una forma oscura sobre el suelo o una pared causada por un objeto o persona que tapa la luz”*  
(Tamir & Beviá, 2008, p.1).

En un mundo donde aumentan los discursos y debates sobre el impacto de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo, resulta indispensable pensar en la manera en que estas tecnologías median las relaciones de los sujetos, sus espacios de aprendizaje y los desafíos que suponen para los maestros.

Así, la presente investigación, tiene como objetivo caracterizar los procesos de enseñanza- aprendizaje en el programa de robótica educativa, en una empresa de educación tecnológica de la ciudad de Medellín llamada Pygmalion, la cual brinda servicios educativos a diferentes entidades gubernamentales, colegios y empresas privadas de dicha ciudad y del país, dirigido a diversos públicos como niños, jóvenes, adultos y profesionales en general. Para el desarrollo de la misma, se describen aspectos como: los contenidos que enmarcan el programa, la estructura de las sesiones de trabajo, los actores que encarnan el proceso de formación “Los facilitadores”, los escenarios de acción, el impacto de quienes reciben esta formación y los retos que representan para el maestro; todo ello, expuesto mediante el uso de la metáfora de las luces y las sombras.

“Las metáforas son mecanismos de representación por medio de los cuales se comprende un nuevo significado. Ilustran las semejanzas o diferencias de dos términos o marcos lingüísticos” (Coffey, Atkinson, 2003, p. 101).

Para los intereses de esta investigación, la metáfora es utilizada en un intento por acercar al lector de forma poética, a entender las incidencias de un programa educativo en robótica, en el cual confluyen los saberes disciplinares de la ingeniería y la pedagogía.

Boquera (2005, p.7), afirma que:

En las revistas académicas hay una tendencia a pensar que las metáforas no son necesarias en el lenguaje de la comunicación científica. Usualmente la metáfora es soslayada por los redactores, corregida por editores y evaluadores o utilizada como un recurso impresionista. Se considera que su uso es inconveniente para presentar reflexiones o dar cuenta de resultados de investigación. Pero buena parte de la terminología científica está constituida por metáforas y éstas son más frecuentes de lo que se cree.

La finalidad al usar la metáfora, radica en la necesidad de poder presentar los datos de una forma comprensible, de ver las cosas desde otra perspectiva, de crear modelos explicativos y descriptivos con una intención didáctica.

Ahora bien, presentado el concepto de metáfora y la importancia que se le da a esta figura literaria en la narrativa de esta investigación, es necesario explicar el porqué de la metáfora de las luces y las sombras.

En esta investigación, la luz se verá como todo aquello que se propicia y se abre paso a partir de la robótica educativa, y más específicamente del programa educativo de Pygmalion y todos sus componentes; mientras que las sombras, más allá de ser tomadas como algo negativo, serán puntualizadas como los acontecimientos o situaciones que a menudo impiden ir más allá en la búsqueda de nuevos horizontes en el tema educativo.

La conceptualización y visibilización del desarrollo investigativo de este trabajo como luces y sombras, se refuerza tomando como partida dos reflexiones distintas pero complementarias sobre estos fenómenos. Una de carácter técnico que Tamir & Beviá (2008) realizan acerca de la “Ciencia y arte: Luz y sombra”, donde estos conceptos son definidos y puestos en la realidad; y otra, de carácter narrativo que Molina (2008) realiza sobre la “Teoría de la sombra” como una representación sensible del mundo.

## 2 Planteamiento del Problema

*“Los hoyos negros de la astronomía son la ilustración más cabal de que la sombra es un abismo. La densidad de la materia es tal que la gravedad no permite que la luz pueda salir de esos lugares”.*  
Molina (2008, p.103)

Desde la creación del decreto 1278 de 2002, conocido como “El estatuto docente”, donde a profesionales de otras áreas, se les permite participar de “la realización directa de los procesos sistemáticos de enseñanza y aprendizaje...” (Decreto 1278, 2002, art.4), lo que se denomina en ella como “la función docente”, han sido variadas las investigaciones que invitan a los docentes a pensarse en la forma en que otros profesionales que no son licenciados, encarnan el saber, los encuentros, las relaciones y los lenguajes, que desde tiempos atrás han sido pensados por pedagogos. (Duran, Acosta, Espinel, 2014; Castro & Barrantes, 2011; Macía, 2009)

Bajo este supuesto, empresas como Pygmalion, han logrado abrirse paso en el campo educativo, tal vez, con una de las pocas herramientas pedagógicas que tan solo al nombrarse logra atraer y generar curiosidad inmediata en diferentes públicos y escenarios: la robótica educativa.

El extraordinario interés que despierta esta herramienta, tiene amplios estudios en el ámbito académico y científico en general, aun así, todos ellos, continúan exhibiendo tantas luces como sombras, presentando sus impactos, los avances logrados y lo que resta por hacer.

De hecho, el título de este trabajo se enmarca en las luces que sobre formación en robótica, currículo escolar y educación infantil, el estudio de este caso realizado al programa de formación en robótica educativa, de la empresa Pygmalion, logra vislumbrar, al iluminar nuevas formas de entender la educación tecnológica desde la automatización y programación de robots educativos que visionan el desarrollo de diferentes habilidades en los estudiantes, y la puesta en marcha de diversas estrategias que contribuyan al mejoramiento del sistema educativo a partir de la implementación del uso mediado de las tics en diferentes escenarios de aprendizaje; pero se problematiza en aquello que al igual que una sombra, ocupa un espacio detrás de la función docente, al ser profesionales no licenciados, quienes plantean programas educativos, los cuales generan nuevas siluetas en aquello que es propio del lenguaje de un profesional de la educación, como lo es la reflexión por los asuntos didácticos, pedagógicos y curriculares; sombras que se ven directamente reflejadas para el caso de este estudio en los procesos de enseñanza-aprendizaje de este programa, es decir, los actores que guían los procesos de formación ‘los facilitadores’; los contenidos que se enmarcan en componentes curriculares de la formación en robótica relacionados con áreas afines a las

ingenierías; la estructura de dichos contenidos; y el impacto que generan sobre el público que los recibe.

Dicho interés por enmarcar aquellas luces y sombras en este estudio de caso, surge de una motivación personal por parte de las investigadoras por incursionar en otras áreas disciplinares donde los y las licenciadas de Pedagogía Infantil puedan laborar en compañía de otros profesionales, y a su vez, responde a una necesidad manifestada por la empresa, en la cual, a partir de una reflexión por los conocimientos a enseñar, pudieron identificar que estos respondían únicamente a saberes de orden técnico, y que para la construcción de conocimientos entorno a los procesos de aprendizaje que se llevaban a cabo, necesitaban como referencia el conocimiento que sobre estos procesos tienen los licenciados como profesionales en educación.

A partir de lo anterior, la pregunta que guía este trabajo es **¿Qué procesos de enseñanza-aprendizaje caracterizan el programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion?**

En este sentido, las luces y sombras, pretenden ir más allá del problematizar la manera en que se llevan a cabo estos procesos en este espacio en particular, sus actores y sus dinámicas. En este punto, se trataría de pensar que esas luces y sombras tienen un motivo, una historia, y, por lo tanto, generan una inquietud por lo que este programa puede provocar en este tiempo y principalmente, en esa práctica que es llamada educar.

### 3Objetivos

#### 3.1 Objetivo General

Caracterizar los procesos de enseñanza -aprendizaje en el programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Precisar los componentes curriculares en el programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion.
- Describir la dinámica de los procesos de enseñanza - aprendizaje desarrollados por profesionales no licenciados (ingenieros) en el programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion.
- Analizar la dinámica de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion y su incidencia en la formación docente.

#### 4 Revisión de literatura

Con el propósito de perfilar el caso de estudio hacia la identificación y discusión de iniciativas en educación tecnológica, que toman por objeto de enseñanza y aprendizaje la formación en robótica, a continuación, se presentan distintas lecturas relacionadas con este tema, las cuales confieren información relevante y necesaria acerca del problema de investigación. Las mismas se encuentran enmarcadas en las siguientes categorías: Robótica educativa-Currículo escolar; Robótica educativa -Formación docente; Robótica educativa - Educación infantil; y son descritas a continuación:

En la categoría de robótica educativa - currículo escolar, se encuentra la investigación de carácter nacional, realizada por Maria Alejandra Corchuelo Sánchez (2015), titulada *“Propuesta de lineamientos para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en robótica a través del estudio de experiencias”*, donde se presenta la enseñanza de la robótica como un espacio donde se promueve el conocimiento tecnológico desde la diversidad de actividades prácticas dirigidas a estudiantes y docentes. En ella, se describen las fases de un programa en robótica integrado en la educación formal, en una institución educativa de la localidad de Bosa en la ciudad de Bogotá, con estudiantes de grado once.

De esta investigación, lo que se retoma como importante es la conceptualización que se tiene sobre dicha formación, y su incidencia en la conformación de equipos de trabajo; secuencias de aprendizaje que refuerzan y retoman los saberes escolares en áreas como matemáticas e inglés; y en especial, la solución y comprensión de problemas cotidianos a través de la integración de diferentes sistemas tecnológicos como sensores y software de programación.

Por otro lado, también está la iniciativa internacional implementada por la Fundación Telefónica (2015) llamada: Innovación Educativa *“Hacia un nuevo currículum: Robótica en el aula”*, donde se presentan los avances sobre desarrollo del pensamiento computacional en diferentes instituciones educativas a nivel mundial, en especial en países como España, Uruguay y Chile, donde se implementa la ‘Hora del código’<sup>1</sup> y se involucra, el uso de diferentes plataformas de programación con robótica (Lego Minsdtorm, VEX,

---

<sup>1</sup> La Hora del Código es un movimiento mundial, en el cual, durante una hora, los estudiantes aprenden de las Ciencias de la Computación, para mostrar que todo el mundo puede aprender a programar y así comprender los fundamentos básicos de la disciplina. (Code.org, 2015)

FischerTecnick)<sup>2</sup>, como medios para fomentar vocaciones científicas y, en especial, para “estimular el razonamiento lógico, el trabajo en equipo y la creatividad con la utilización de un programa orientado a objetos: Scratch<sup>3</sup> (Educación Primaria) y Scratch for Arduino (Educación Secundaria)” (Scratch.org, 2015), como paso previo al aprendizaje de lenguajes de programación de computadoras, más avanzados.

En la categoría de Robótica educativa- Formación docente, se encuentra la investigación de Hector Odorico, Fernando Lage y Zulma Cataldi (2009), titulada: “Educación en robótica, una tecnología integradora”; la cual se basa en la manipulación de un brazo robótico, el desarrollo de un software para esta aplicación, y las interpretaciones que cada estudiante manifiesta del mismo. La población objeto de estudio son estudiantes universitarios.

En ella, para recoger información sobre la experiencia de formación en robótica, se diseñó una clase simulada y se presentó una ficha de evaluación dirigida a un grupo de 10 estudiantes y 10 docentes voluntarios del curso de Robótica Industrial, después de dar solución a un ejercicio planteado en clase.

Los resultados obtenidos, dan cuenta de las formas de interacción propuesta, y se hace referencia a: “si el programa desde el punto de vista pedagógico aporta en forma innovadora al proceso de aprendizaje, satisface las necesidades e intereses del profesor y de los alumnos, y si se adapta a diferentes situaciones de aprendizaje” (Odorico, Lage & Cataldi, 2009, p.8).

Como conclusiones importantes para esta investigación en curso, los autores manifiestan que, en dicha interacción, el docente no puede ser un mero observador ante este avance, las metodologías de enseñanza se transforman, la funcionalidad de todo software y hardware de programación depende de la interacción mediada entre estudiante, objeto y docente. A su vez, se distinguen dos formas de aprender: aprender de la computadora y aprender con la computadora. “Se aprende de la computadora en aquellas situaciones en las que el material informático es cerrado, tiene un diseño fijo y persigue unos objetivos

---

<sup>2</sup> Lego Minsdtorn, VEX, FischerTecnick; son diferentes herramientas empleadas para la enseñanza de la robótica.

<sup>3</sup> Scratch es una aplicación informática destinada principalmente a niños, que permite explorar y experimentar con los conceptos de programación de ordenadores mediante el uso de una sencilla interfaz gráfica. (Scratch.org, 2015)

didácticos precisos. Se aprende con la computadora en situaciones abiertas en las que el objetivo didáctico no está contenido en el software”. (Odorico, Lage & Cataldi, 2009, p.9)

Así mismo, la investigación de Mónica Colorado, María Sánchez y André Gauthier (2003), titulada: “Ambientes de aprendizaje con robótica pedagógica”, se basa en la aplicación de interfaces electrónicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Básica y Media, desde 3 niveles estratégicos: el fomento y conformación de clubes de robótica; la inserción de la robótica en el área de tecnología e informática, y el desarrollo de una experiencia específica en el área de matemáticas. La población objetivo son estudiantes entre los 12 y 19 años de edad, y docentes.

Esta investigación permitió identificar que el uso de la robótica pedagógica invita al docente a replantear sus modelos pedagógicos, favoreciendo la integración de conocimientos y de sus prácticas pedagógicas. Igualmente, los autores reconocen la dificultad que representa plantear un modelo pedagógico único que recoja todas las finalidades de la robótica educativa, y resaltan el hecho de que existan varias ofertas en este campo, y que el docente esté ahí para formarse en las competencias propias para el desarrollo de las nuevas tecnologías para la educación, aprendizaje autónomo y colaborativo desde el uso de la robótica como herramienta pedagógica.

En esta misma línea, también está la investigación de Pedro Ramírez y Hugo Sosa (2013), titulada: “Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias”. En ella, se realiza un estudio acerca de la implementación de la robótica en la educación. Para ello, se basan en la revisión de literatura y la recopilación de experiencias de estudiantes, docentes e investigadores.

Los autores aluden a la necesidad de que el aprendizaje de la robótica defina elementos básicos necesarios para desarrollar en los estudiantes competencias tales como: la toma de decisiones basadas en el conocimiento del entorno, la formulación de explicaciones científicas y el trabajo en equipo.

En esta investigación, se visibiliza la función pedagógica del docente, y por ende, el rol de los estudiantes en esta área:

En robótica el conocimiento no es simplemente transmitido por el profesor al estudiante, sino activamente adquirido por quien aprende, los niños no reciben ideas, ellos las elaboran [...], quienes aprenden están particularmente motivados cuando viven la experiencia de construir, ya sea un robot, un

tecnofacto, un poema, un castillo de arena, un programa de computador o una teoría científica (Ramírez & Sosa, 2013, p.60).

En la categoría de Robótica educativa- Educación infantil, la publicación más reciente de esta clase es del Ministerio de Educación del Perú (2016), “Perú Educa: Sistema digital para el aprendizaje”. Se trata de una estrategia que propone la enseñanza de la robótica educativa en los primeros años, desde el diseño de entornos virtuales que promuevan el uso y aprovechamiento de las TIC desde la implementación de diversos materiales de robótica, “destinados a fortalecer las competencias de pensamiento crítico y creativo, resolución de problemas y desarrollo de destrezas en razonamiento matemático de los estudiantes, propiciando el trabajo en equipo y la toma de decisiones” (Ministerio de Educación del Perú, 2016, p.9).

En la estrategia se describen las competencias que se espera fomentar en la educación inicial y que brindan esbozos sobre nuevas direcciones de la robótica. La estrategia está dedicada a temas relacionados con currículum, la enseñanza y aprendizaje de la robótica en los diferentes niveles educativos y contextos, perspectivas interdisciplinarias (ciencia, tecnología y matemática), y desarrollo profesional (formación inicial y permanente de profesores).

Las investigaciones anteriormente expuestas dan cuenta de las características de programas educativos que retoman la robótica educativa como herramienta pedagógica interdisciplinar, pensados para escuelas y universidades como estrategia para mejorar y complementar la formación escolar, pero que en cierta medida, detrás de una apariencia externa, se confunden con la simple introducción en el aula de artefactos electrónicos modernos, pues dejan de lado las cuestiones en torno a los intereses, las prácticas, las profesiones y los saberes.

Por ello, esta revisión documental no trata de referirse únicamente a la gama de acciones posibles con dicha herramienta en la cotidianidad escolar, sino que también, apunta a describir cómo son leídas e interpretadas en otros espacios, que aportan formación, conocimientos y saberes, tales como, las empresas y las organizaciones en general, tanto públicas como privadas,

En suma, la pertinencia de este trabajo, radica en la caracterización de los procesos de enseñanza y aprendizaje en robótica educativa, presentes desde una dinámica empresarial, los cuales empiezan a vislumbrar nuevos caminos para la formación profesional de los docentes y la formación escolar infantil.

## 5 Marco Teórico

*“La hipótesis es la siguiente: el Universo que habitamos tiene un reverso. Este universo opuesto al nuestro se manifiesta en los reflejos de los charcos, los espejos y los cristales, pero sobre todo en las sombras”  
Molina (2008, p.103)*

### 5.1 Robótica educativa

#### 5.1.1 Aproximación Histórica.

Por siglos el ser humano ha construido máquinas que imitan las partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses. Estos brazos fueron operados por sacerdotes, quienes clamaban que el movimiento de estos era inspiración de sus dioses. Los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, las cuales se utilizaban para fascinar a los adoradores de los templos (Valderrama, 2008).

No obstante, la palabra “Robot” aparece por primera vez en la obra de Karel Capek publicada en 1920, llamada “Rossum’s Universal Robots”, en español “Los robots universales del Rossum” y aparece del vocablo checo “robota” que en español traduce “trabajo forzado”. Más adelante, para el año de 1950, Isaac Asimov utilizó por primera vez el término “robótica” y postulo las tres leyes de la robótica en su libro I Robot (Yo robot), concordando con el auge de la robótica moderna, donde lo que inicio como una historia de ciencia ficción, permitió la construcción de robots modernos para la industria, que partían desde el ensamble de brazos robóticos hasta la implementación de máquinas automatizadas (Sánchez, Jiménez, Millán, Salvador, Monllau, Palou & Villavicencio, 2007).

Todo el desarrollo a nivel industrial, emprende un nuevo rumbo en la década de los 60, donde comienzan a fundamentarse las bases de la investigación en robótica en las universidades y con ellas, se crean departamentos de investigación en inteligencia artificial, donde se diseñan los primeros robots móviles con un cierto grado de autonomía y bajo el control de las computadoras (Barrientos, Peñin, Baraguel & Aracil, 1997).

Al final de la década de los 70, surgen las principales definiciones a lo que se conocería internacionalmente como robot:

En 1979, el Robot Institute of America define a un robot como: 'Un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para trasladar materiales, piezas, herramientas o aparatos específicos a través de una serie de movimientos programados para llevar a cabo una variedad de tareas'. Veinte

años más tarde, la Encarta de Microsoft da la siguiente definición: 'Máquina controlada por ordenador y programada para moverse, manipular objetos y realizar trabajos a la vez que interacciona con su entorno. Los robots son capaces de realizar tareas repetitivas de forma más rápida, barata y precisa que los seres humanos' (Urdiales, 2002, p.1).

Además de ello, se define la robótica como: “Rama de la tecnología que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas específicas, con o sin supervisión del ser humano. La Robótica combina diferentes disciplinas como son: mecánica, electrónica, informática, inteligencia artificial y la ingeniería de control” (García, citado por Arroyave y Mosquera, 2015, p.12).

### **5.1.2 Aproximación Internacional.**

Las investigaciones sobre la enseñanza, aprendizaje y educación en temas de ciencia y tecnología a través del uso de las TIC (tecnologías de la información y de la comunicación) han tenido una profunda transformación que ha sido paralela al surgimiento de teorías científicas, pedagógicas y cognoscitivas (Odorico, 2005).

Durante la década de los 60, en el contexto de Estados Unidos, los avances científicos y tecnológicos eran constantes, y por ello, ante la crisis económica que atravesaban, decidieron fortalecer tres grupos tecnológicos en particular; estos 3 grupos fueron: la robótica, la ingeniería genética (o bioingeniería) y las telecomunicaciones. Y fue allí, en el centro de la robótica, donde se halló la tecnología computacional como una nueva forma más económica de operar en la industria (Roel,1998).

La unión de varias disciplinas (matemáticas, ciencias, y tecnología) ligadas a los estudios en ingenierías, contribuyeron al uso de los sistemas robóticos actuales en educación. Para finales del año 1968, en Estados Unidos, las investigaciones del matemático Seymour Papert, así como de Marvin Minsky, teórico de la inteligencia artificial, en Boston, y otros científicos del Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), permitieron el desarrollo de un lenguaje computacional llamado 'Logo', con el cual los niños y jóvenes podían aprender a comunicarse con las computadoras; frente a esto:

Papert creó un lenguaje de cómputo con todas las potencialidades de los lenguajes “serios”, pero con una sintaxis más análoga al lenguaje natural, más accesible para ser comprendido no solamente por los niños y las niñas, sino por jóvenes y adultos no expertos en computación. Se trata del lenguaje Logo,

con el cual pueden operar las computadoras con mayor facilidad. Pero más aún, Papert influido por las ideas de Piaget, desarrolló un enfoque educativo para sustentar el uso de computadoras como herramientas de aprendizaje: el Construccionismo. (Chacón & Badilla, 2005, p.3)

Esto contribuyó al desarrollo del primer robot programable para niños, el cual era en forma de tortuga llamado ‘Elsie’, fácil de armar y desarmar, y con la posibilidad de controlar sus movimientos con 4 instrucciones precisas: Mover hacia adelante, hacia atrás, hacia la derecha y hacia la izquierda. Durante casi dos décadas más, estos investigadores desarrollaron otros dispositivos tecnológicos más avanzados en software y hardware, enfocados para que los niños desplegaran su “pensamiento sobre procesos (algoritmos); sobre cómo haces lo que haces” (Salazar, 2000, p.2).

Con los avances en dispositivos robóticos apoyados por el MIT para trabajar en educación, en la década de los 80 la empresa LEGO, crea el Departamento de productos educativos, se une a dichos avances, y es allí, donde a finales de 1986, nace la primera generación comercial de robots educativos, comúnmente conocidos como LEGO MINDSTORM (Beland, Chan, Clarke, Park & Trupiano, 2000). La llegada de LEGO MINDSTORM al mercado comercial y escolar, “marcó un cambio en la robótica educativa, pues de allí en adelante se desarrollaron una buena cantidad de dispositivos muy útiles en el aula como, Myro, Pyro, Kaira, Robocup, entre otros” (Munevar, Herrera & Rincón, 2013, p.8).

En relación a ello, años más adelante, el concepto de ‘Robot Educativo’ comienza a tomar una definición particular como lo menciona Buchan (2011) y Ruiz - Velasco (2007) citados por Corchuelo (2015, p.44), entendido este como:

Un dispositivo tecnológico que permite realizar construcciones que demuestran el funcionamiento de los diferentes mecanismos en la realidad y que son construidos buscando cumplan con los propósitos de la robótica pedagógica, además de querer complementar los entornos enseñanza-aprendizaje, con lo cual se mejorarán los procesos cognoscitivos de los estudiantes de distintas edades y niveles educativos, en el estudio de la ciencia y la tecnología, permitiendo así tener una mejor apropiación del conocimiento.

Todo ello impulsó a que países asiáticos como Japón, India, China y Corea del Sur, desde la década de los 90, reorientarán su desarrollo en temas de robótica que estaban enfocados a fines industriales y de salud, hacia la educación universitaria y escolar primaria

dentro de sus políticas de I+D (Aizawa, Prasad, Su-Yeon y Guoping, 2009), e iniciaran con la inversión en el desarrollo de otros softwares educativos (Mubin, Stevens, Shahid y Dong, 2013).

En esa misma línea, en su investigación, Garnica (2013, p.36), citando a otros autores, menciona que:

La idea de introducir herramientas tecnológicas al aula se presenta desde el año 1975, en la Universidad Du Maine, en Le Mans, Francia, donde usaron sistemas para el aprendizaje de la robótica I (Nonnet Laurencelle, 1984, citado por Salamanca, 2010), por otro lado en 1989, la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Nacional Autónoma de México trabajaron en la implementación de un robot educativo para el aprendizaje de conceptos informáticos básicos (Ruíz, citado por Salamanca, 2010); En España, desde el 2008 compublot se ha dedicado a implementar aulas de robótica y cursos asociados al aprendizaje de los sistemas orientado a niños de formación primaria (Salamanca, 2010).

Cabe decir que, al igual que en muchos países estas aproximaciones, acerca de los desarrollos en esta área son amplios debido a su diversidad tecnológica, industrial y sobretodo, en relación a sus sistemas educativos, no obstante, hay una lección que es necesaria mencionar en relación a su experiencia, y es la necesidad de seguir invirtiendo en los niños y jóvenes desde las escuelas.

### 5.1.3 Aproximación Nacional.

*“Aun cuando es innegable que la innovación en robots ha desempeñado un papel importante para la educación en el mundo por más de 30 años, el costo y el tamaño de estas plataformas han limitado su alcance”*  
(Herrera y Rincón, 2012, p.7).

En el caso de Colombia, que cuenta con un referente histórico de construcción de políticas públicas, programas y proyectos a favor de la primera infancia, que data más o menos desde la década de los 60, es importante entender cómo se hizo presente la posibilidad de integrar la robótica en el panorama educativo.

En este sentido, es necesario remitirse a una preocupación a nivel nacional que surge en la década de los 80 por la investigación en educación y pedagogía como agentes de cambio desde la ciencia y la tecnología. A partir de esto, y con la puesta en marcha del Decreto 585 de 1991, que propone el Programa Nacional de Estudios Científicos de la

Educación como uno de los programas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Colciencias, 2001), es que empiezan a visibilizarse y recibir apoyo económico, diferentes programas y líneas temáticas que trajeron consigo y apuntaron a fomentar dicho sistema desde diferentes propuestas educativas que aún se implementan y se transforman a nivel mundial. Una de ellas, es la robótica educativa.

Recientemente, han surgido plataformas de bajo costo en el ámbito de la robótica educativa, que han extendido los beneficios a una audiencia diversa. Entre los ejemplos de la intensa actividad en esta área se incluyen concursos y exposiciones en todos los niveles, la disponibilidad de planes de estudios en línea y libros de texto, ediciones de revistas especializadas, y el acceso a talleres aplicados en relación a la robótica y la educación.

En este sentido, se puede hacer un breve recuento de los aportes que desde las universidades de Colombia se han realizado en torno a la robótica educativa.

La Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá generó un grupo de investigación llamado Plataformas Robóticas en el año 2001 como iniciativa de un grupo de profesores y estudiantes interesados en el tema de la Robótica. Inicialmente desarrollaron proyectos pequeños y seminarios extra clase sobre diferentes temas concernientes al campo. Peña (citado por Garnica, 2013) expresa que hoy en día se desarrollan proyectos tanto en robótica móvil como en robótica industrial generando automatizaciones para los diferentes laboratorios de la universidad. En dicha universidad surgió un proyecto de construcción de un robot móvil didáctico para trabajo con niños de básica primaria. Por otro lado, la Universidad Javeriana adelanta proyectos de investigación en Robótica en el aula desde el Grupo de Sistemas Inteligentes, Robótica y Percepción (SIRP) donde se enfocan en aplicar estrategias activas para fortalecer las competencias técnicas a través de los concursos de robótica en diferentes categorías. Desde hace algunos años en otras Universidades en Colombia como la Universidad Jorge Tadeo Lozano han adquirido cerca de 70 robots con el fin de apropiar las tecnologías asociadas a la automatización y contribuir con la mejora de ambientes de los demás programas de estas universidades. En esta misma universidad, la biología marina se articula con la Tecnología en robótica y automatización industrial con el fin de tecnificar algunas áreas como el laboratorio de animatrónica bioinspirada en el Museo del Mar y el laboratorio de agrobótica, entre otros (Garnica, 2013, p. 34).

Basados en lo anterior, se han presentado avances de robótica en las aulas de clase de colegios, institutos, diferentes universidades, el SENA, centros de investigación, entre otros; donde utilizan los robots preconstruidos, modulares y armables, para realizar prácticas lúdicas con fines motrices y de aplicación. Lo que se ha visto al interior de los proyectos de las diferentes instituciones es que se están apropiando tecnologías emergentes abordando prácticas educativas con robots, sin embargo, no se han formalizado estas prácticas en las asignaturas, debido a que se dan como cursos de extensión o formación complementaria en otras instituciones (Garnica, 2013, p. 36).

En cuanto a los avances en esta materia en la ciudad de Medellín, en la investigación realizada por Londoño (2007), se encuentra un recorrido por varios acontecimientos que marcaron hitos en esta historia.

Los primeros acercamientos de la robótica enfocada a la escuela, datan del año 1997, cuando varios maestros participantes del proyecto CONEXIONES<sup>4</sup>, fueron invitados a un curso sobre el tema, donde se hablaba acerca de la importancia de ir involucrando la robótica como estrategia, en el aula de clase. Este primer intento no produce ningún fruto y la universidad EAFIT en el año 2002, cita nuevamente a estudiantes y maestros a participar en talleres que se llevarían a cabo en el Aula Explora de robótica ubicada en el ahora conocido palacio de la cultura; El taller se realizó sin ningún inconveniente, en el participaron 20 estudiantes de diferentes grados de Instituciones Educativas oficiales y privadas como el Colegio San Carlos y la Institución educativa Alcaldía de Medellín, entre otras; en dichos talleres además participaron maestros de tecnología, informática y matemáticas.

El Aula Explora de Robótica contaba con una coordinadora y un grupo de monitores de matemáticas, mecánica y electrónica de la Universidad Nacional, encargados de dictar los talleres, con los cuales se buscaba capacitar a los docentes y convocar a los estudiantes para crear clubes de robótica.

---

<sup>4</sup>CONEXIONES es un proyecto de investigación en la línea de informática educativa que nació en 1991 en EAFIT y busca la incorporación de las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el ámbito educativo.

En 2001, se crea el grupo de investigación GEPAR (Grupo de electrónica de potencia, automatización y robótica) de la facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia, que tenía entre sus objetivos “Generar una cultura investigativa a través de tres líneas de investigación: electrónica de potencia, automatización y robótica” (Colciencias, 2016, p.1).

Con la creación de este grupo, se abre la posibilidad para niños y jóvenes de acercarse a la ciencia y la tecnología, a través de semilleros creados para este fin, y es así cómo se conforma el semillero de robótica de la Universidad de Antioquia, el cual es organizado y dirigido por estudiantes de la facultad de ingeniería.

Este semillero se crea como una oportunidad para que los niños, desde temprana edad, desarrollen el gusto por la tecnología, teniendo como herramienta el juego y la lúdica, con lo cual se despierta el interés y la capacidad para analizar y resolver problemas propiciando además el trabajo en equipo (Universidad de Antioquia, 2016). Como resultado de la acogida de este semillero, algunos estudiantes graduados, fundan la empresa de robótica educativa, Pygmalion, la cual abre la oferta en este tema para el público en general y en especial para las instituciones educativas y espacios de educación no formal e informal, enfocándose en la formación en temas de electrónica, mecánica, programación y robótica para niños, jóvenes y adultos interesados, pero esta no llega hasta el año 2008 más o menos.

Para el año 2003, con la creación de la escuela de maestros se ve la necesidad de abrir un espacio para la robótica educativa, y se crean dos grupos de 60 maestros que trabajan a partir de una pregunta ¿Es posible enseñar la robótica en las aulas de Instituciones oficiales de Medellín?, responder esta pregunta, solo sería posible poniendo en práctica un proyecto en alguna institución oficial que tuviera las mismas características que la mayoría de las instituciones educativas de Medellín para poder observar las dificultades y las oportunidades.

Por lo anterior, en el periodo comprendido entre los años 2004 y 2006, en la I.E Alcaldía de Medellín, se lleva a cabo un programa de robótica educativa en la escuela, que comienza con 90 alumnos del grado noveno en el 2004, 200 alumnos de grado octavo en 2005 y 240 alumnos del grado octavo en el año 2006. El programa, tiene mucho éxito entre los alumnos, pero se ve afectado debido a la falta de recursos que permitieran desarrollar dicha propuesta en el aula, es decir, el costo de software y actualizaciones.

Cabe destacar que, desde el principio, los maestros que participaron en los diferentes proyectos relacionados con robótica, expresaron su dificultad con todo lo relacionado a la programación, convirtiéndose este aspecto en el punto de quiebre de este proyecto, a la par de la falta de infraestructura y recursos tanto técnicos como humanos para darle continuidad.

#### 5.1.4 Aproximación Conceptual.

En la educación actual se ha venido gestando una preocupación recurrente por proveer ambientes de aprendizaje interdisciplinarios donde los estudiantes adquieran y desarrollen habilidades para estructurar investigaciones y resolver problemas concretos. Dichos ambientes deben ser pensados para el desarrollo de sujetos con nuevas habilidades, que logren responder a los entornos cambiantes del mundo.

En respuesta a esta necesidad, se han implementado incontables estrategias, basadas en las diferentes áreas del conocimiento, algunas con mayor impacto que otras, pero es innegable que, desde hace algún tiempo, la robótica educativa ha incursionado con fuerza en los ambientes educativos generando curiosidad entre docentes y estudiantes, transformando espacios, prácticas y estrategias. Porque “Un ambiente de aprendizaje con Robótica educativa, es una experiencia que contribuye al desarrollo de la creatividad y el pensamiento de los estudiantes” (Odorico, 2004, p.43). La Robótica Educativa, se constituye en una concepción de entornos de Aprendizaje que se basan en la iniciativa y la actividad de los estudiantes, aspectos que son alentados por la novedad de los contenidos, el impacto del robot y la expectativa que genera la posibilidad de hacer aquello que se concibe como difícil o incluso imposible.

En este sentido, es importante tener claridad sobre lo que conceptualmente se entiende como robótica educativa, para lo cual se presentarán varias aproximaciones de algunos autores que han trabajado extensamente sobre el tema. Sánchez (2004, p. 1) la define como:

Una disciplina que tiene por objeto la generación de ambientes de aprendizaje basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos pueden concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes proyectos que les permiten resolver problemas y les facilita al mismo tiempo, ciertos aprendizajes, se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y la comunicación, entre otras. Uno de los factores más interesantes es que la integración de diferentes áreas se da de manera natural. En este ambiente de aprendizaje innovador los estudiantes ocupan la mayor parte del tiempo simulando fenómenos y mecanismos, diseñando y construyendo prototipos que son representaciones de la realidad tecnológica circundante, o son sus propias invenciones...

Es decir que la robótica educativa, se vislumbra como un eje integrador, que permite a la vez que se interactúa con un objeto, aprender conceptos de varias de las áreas del conocimiento por excelencia como las matemáticas, la física, tecnología y las ciencias. En este sentido, Ruiz y Velasco (2007, p.15), la describen como:

... una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología. Se ha desarrollado con una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento. Es decir, la robótica educativa integra diferentes áreas del conocimiento y esta integración es facilitada por el mismo robot, lo cual la hace significativa por la conexión entre la acción concreta y la codificación simbólica de las acciones utilizando robots...

Por otro lado, en una definición más desde sus raíces, y considerando el objeto tecnológico (robot), se puede decir que la robótica es una de las expresiones de la tecnología cuya aplicación se ha extendido a diversos contextos de la vida del hombre, Industria, medicina, astronomía, medio ambiente, entretenimiento, e incluso al uso doméstico. Poner esta área del conocimiento en el contexto del desarrollo es importante porque da una idea clara sobre la aplicación de los conocimientos adquiridos en campos de acción que resultan además de importantes, bastante estimulantes para los niños y jóvenes estudiantes que a menudo se preguntan por la aplicabilidad de los contenidos recibidos en la escuela. (López y Andrade 2013, p.44).

Para el caso de esta investigación, se tomará la visión de Ruiz y Velasco, como el referente primario y el eje integrador de los fenómenos observados en el caso de la enseñanza y el aprendizaje de la robótica educativa en la empresa Pygmalion.

### **5.1.5 Aproximación Pedagógica.**

Posiblemente creamos que aprender y enseñar son acciones que responden a un modelo básico de transmisión y recepción de conocimientos entre quien los posee y quien no los intuye siquiera (Ordoñez, 2004). Pues si ponemos la robótica educativa en esta fórmula, es claro que esta representa para quienes tienen sus primeros acercamientos un conocimiento que no se intuía siquiera, pero el reto para los maestros y formadores está en facilitar el acercamiento de una forma diferente a la mera transmisión, pues esta disciplina requiere una aproximación tanto conceptual como práctica.

Dicho esto, la robótica educativa realiza un énfasis en la experimentación a partir de la construcción de diseños robóticos, esta experimentación considera el error como parte importante en la construcción del conocimiento y permite el trabajo colaborativo y la retroalimentación constante. Es decir, se aprende haciendo mediante la acción, lo cual proponen algunas teorías como el constructivismo y el construccionismo.

El constructivismo es un conjunto de concepciones sobre el aprendizaje, que provienen de dos teorías básicas del desarrollo cognoscitivo (Piaget, 1970 y Vygotsky, 1978) como se cita en Ordoñez (2004, p.10):

Piaget (1970) localiza el conocimiento en la relación entre la experiencia que se tiene con la realidad del medio circundante y las estructuras de pensamiento que se van desarrollando a partir de ella, para adaptarse al mundo. Sentó las bases para entender el desarrollo cognoscitivo como un proceso del cual depende el aprendizaje, en oposición a la visión tradicional de aprendizaje como efecto inmediato de la transmisión proveniente de otros.

Pero Vygotsky (1978) Indicó, al contrario de Piaget, que el aprendizaje es condición para el desarrollo cognoscitivo y que requiere la asistencia de otros que ya han construido desarrollos más avanzados. Definió el aprendizaje como fenómeno que ocurre en una "zona de desarrollo próximo", en la cual el aprendiz puede resolver, con la ayuda de socios de aprendizaje más avanzados, problemas más complejos de los que resolvería solo.

Así, en el constructivismo se habla de procesos en los que, quienes aprenden, lo hacen en ambientes estimulantes, en los cuales tienen acceso a material concreto con el que interactúan, viven experiencias y resuelven problemas en tiempo real mejorando la comprensión de lo que se está por aprender.

Ahora bien, el construccionismo de Seymour Papert propone una forma diferente de ver el aprendizaje más allá del aula en la cual los educadores son parte importante, al ser quienes deben prepararse para responder a esta necesidad construyendo espacios que respondan a las nuevas y crecientes necesidades dadas por la curiosidad y el ímpetu de los niños y jóvenes hacia las nuevas tecnologías. El construccionismo de Papert, hace énfasis en las nuevas tecnologías como poderosas herramientas de construcción mental, útiles para desarrollar el pensamiento complejo en los estudiantes (Solórzano, 2009).

En suma, la robótica educativa estimula el aprendizaje de los estudiantes tanto en su dimensión intelectual como motriz, desarrollando habilidades y competencias en forma

efectiva, toda vez que los contenidos propuestos se encuentren bien estructurados y planteen actividades que promuevan el trabajo en equipo, el liderazgo y el aprendizaje a partir del error.

## 5.2 Formación en Robótica y Educación STEM

TIC, pensamiento computacional y kits educativos especializados en robótica, son tres conceptos dinámicos que tienen luz propia y se alumbran entre sí, en lo que se entiende como formación en robótica. Este concepto aparece con distintos fundamentos, contenidos y estrategias, como primera condición que hace posible la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la tecnología a través del uso, diseño y desarrollo de robots (Vásquez, 2014).

Las distintas investigaciones que a lo largo del trabajo se mencionan, coinciden en admitir que la formación en robótica no es sólo una cuestión de adquisición de conocimientos, sino que constituye una cualidad distintiva de la apropiación tecnológica actual, por lo que el proceso de formación en esta disciplina, da cuenta de las capacidades intelectuales que se avencinan para las nuevas generaciones, que adquieren mayor relevancia y se constituyen como una segunda condición necesaria para el sostenimiento social y la democracia, en el sentido de que a futuro este conocimiento les permita a diferentes públicos en diversos escenarios, repensar los sistemas de educación y decidir qué orientación debería tomar el desarrollo científico y tecnológico del país (Caamal & Cabrera, 2015). En efecto, la formación en robótica se basa en la integración tecnológica de otras áreas del saber cómo: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte, Matemática, las cuales adoptan un lugar visible, porque son enseñados, aprendidos y practicados formalmente a través de la educación.

Esta integración tecnológica se enmarca en una tendencia mundial, liderada por países como Estados Unidos y Japón, quienes han fijado políticas gubernamentales y se han planteado como objetivo principal, implementar desde la educación básica, la llamada Educación STEM, acrónimo inglés que hace referencia a las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática. Algunas variantes se refieren a la educación STEAM (con la 'A' que vincula las artes) y STEM+ (con el '+' que vincula el uso de las TIC con enfoque en el Cyberlearnig).

Para los organismos estadounidenses del United States National Research Council, la National Science Foundation y la Sociedad de Educación de la IEEE, estas disciplinas son consideradas fundamentales para las sociedades tecnológicamente avanzadas (Vásquez, 2014).

Tsupros, Kohler, & Hallinen (2009) citado por Vásquez (2014, p.22) afirman que:

La educación STEM es un enfoque interdisciplinario para el aprendizaje, en donde los conceptos académicos complejos, junto con las lecciones de la vida real de cómo los estudiantes aplican la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas se da en contextos que hacen conexiones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y la empresa global.

### 5.3 Educación infantil

En los últimos 60 años en Colombia, la educación infantil ha experimentado cambios sustanciales y se ha convertido en el centro de la preocupación en materia de contenidos, prácticas e investigación. El conocimiento científico en cuanto a los niños y la forma como aprenden ha crecido de forma considerable durante este tiempo, por lo que los profesionales en educación se han visto en la necesidad de ver a estos niños de forma diferente, como seres capaces y dispuestos a aprender de todo lo que les rodea y sobretodo, de aquello que les causa impacto, ya sea por su nivel de dificultad o por su novedad. (Morrison, 2005, p. 3)

De acuerdo con esto, en la actualidad, es necesario que la educación infantil se mantenga al tanto de las necesidades y retos que trae consigo la era tecnológica, pues su objeto de estudio “el niño”, es también llamado “nativo digital” (Prensky, 2002), es decir, nacido en la era de las tecnologías de la información y la comunicación, con las aptitudes y capacidades necesarias para interpretar, reconocer y manipular artefactos tecnológicos con gran facilidad.

La educación inicial o para la primera infancia cumple con unos parámetros muy específicos, que son establecidos por el ministerio de educación nacional y los entes encargados de velar por el desarrollo integral de los niños. Una definición más específica dice que:

La educación para la primera infancia es concebida como un proceso continuo y permanente de interacciones y relaciones sociales de calidad, oportunas y pertinentes que posibilitan a los niños y a las niñas potenciar sus capacidades y desarrollar competencias para la vida.

Se caracteriza por:

Ser inclusiva, equitativa y solidaria, ya que tiene en cuenta la diversidad étnica, cultural y social, las características geográficas y socioeconómicas del país y las necesidades educativas de los niños y las niñas.

Considerar que todos los niños y las niñas, independientemente del contexto socio cultural en el que crecen, tienen las capacidades para desarrollar sus competencias si se encuentran en ambientes sanos y seguros que garanticen sus derechos. Ministerio de educación nacional, (MEN, 2010).

La educación infantil o educación inicial constituye un momento clave en la vida de una persona, pues en estos primeros años de vida, es en los que suele recogerse la mayoría de las experiencias y en la que se determina en gran medida cómo será su participación en la sociedad, pues en este momento los niños realizan las primeras conexiones cerebrales, se apropian del lenguaje, entienden y se hacen partícipes de su entorno cultural y social, exploran y descubren las posibilidades de su mente y de su cuerpo, aprenden de y con el otro; esta es la etapa en la que se potencian las habilidades y capacidades de los niños.

Este momento del desarrollo, es en el que se hace posible impulsar experiencias positivas por medio de ambientes de aprendizajes estimulantes y retadores que pongan en juego la capacidad de asombro de los niños y su curiosidad, así como sus capacidades innatas para interactuar y entender la creciente era tecnológica.

#### **5.4 Transposición didáctica**

La transposición didáctica, tiene que ver con el mecanismo que utiliza el maestro para transformar un conocimiento de tal forma que pueda presentarlo a sus alumnos, en otras palabras, este proceso se refiere a:

Un contenido del saber sabio que haya sido designado como saber a enseñar sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para tomar lugar entre los objetos de enseñanza. El ‘trabajo’ que un objeto de saber a enseñar hace para transformarlo en un objeto de enseñanza se llama transposición didáctica. (Chevallard, 1991, p. 39).

Para realizar el proceso de la transposición didáctica, el maestro debe hacerse algunas preguntas antes de enseñar como: ¿Qué voy a enseñar?, ¿para qué voy a enseñar esto? Y ¿Cómo lo voy a enseñar?; Al tener en cuenta estas simples preguntas a la hora de preparar un nuevo tema, el maestro o quien enseña, logra poner de manera accesible y adecuada a la estructura mental del estudiante una información, que en otro momento habría parecido algo tedioso o inalcanzable para él.

#### **5.5 Pedagogía y currículo escolar**

Existen numerosos estudios que explican los vínculos entre la pedagogía y el currículo escolar, los cuales, desde diferentes perspectivas investigativas, advierten que el currículo escolar debe estar dispuesto y orientado al aprendizaje social y cultural de los individuos, pues desde allí, se deriva y se fundamenta la influencia de la pedagogía como "disciplina que conceptualiza, aplica y experimenta los conocimientos referentes a la enseñanza de los saberes específicos, en las diferentes culturas" (Zuluaga citada por Runge 2002, p.375).

Así, pues, el currículo en todas sus dimensiones, es entendido como: "un texto que representa y presenta aspiraciones, intereses, ideales y formas de entender su misión en un contexto histórico muy concreto, desde donde se toman decisiones y se eligen caminos que están afectados por las opciones políticas generales, económicas, la pertenencia a diferentes medios culturales, etc." (Sacristán, 2010, p.15), que, para la educación escolar, precisa su construcción en el desarrollo de las capacidades individuales para el ejercicio pleno de la vida en sociedad. De esta manera, en particular, el currículo escolar, aparece como el principal vehículo para educar a los futuros ciudadanos, en tanto afecta las condiciones de vida de las personas y sus decisiones, como lo plantean Gvirtz y Palamidessi (1998, p.56): "Y esto se debe a que el currículum no es sólo un concepto, sino una construcción cultural. El significado del currículum depende de la forma en que – en cada país y en cada tradición pedagógica—se organizan las prácticas educativas". Acorde a lo mencionado, el contexto educativo nacional Colombiano que es regulado por el Ministerio de Educación Nacional, define el currículo como:

Conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional (Ley 115 de 1994. Art. 76).

Y con ello, se proponen algunos componentes particulares del mismo, que se ven enmarcados en los contenidos, los tiempos y las estructuras de clase, entendidos estos como el plan de estudios:

Esquema estructurado de las áreas obligatorias y fundamentales y de áreas optativas con sus respectivas asignaturas, que forman parte del currículo de los establecimientos educativos. En la educación formal, dicho plan debe establecer los objetivos por niveles, grados y áreas, la metodología, la distribución del tiempo y los criterios de evaluación y

administración, de acuerdo con el Proyecto Educativo Institucional y con las disposiciones legales vigentes (Ley 115 de 1994. Art. 79).

Con lo anterior, como propósitos de esta investigación al mencionar el currículo y sus componentes, se hará referencia únicamente a los objetivos, contenidos y actores formadores que hacen parte del programa educativo de Pygmalion.

## 6 Metodología

*“Nadie puede deshacerse de su propia sombra. La sombra es el rostro secreto de las cosas: es la parte nocturna que habita en cada uno de nosotros. Aquello que carece de sombra se convierte en fantasma, en un ser inexistente, ya que sólo aquello que es sólido puede proyectar sombra”.*  
Molina (2008, p.103)

La presente investigación educativa, se encuentra inscrita en la línea de “Educación en Ciencias y Matemáticas en Museos y Centros de Ciencia y Tecnología” del grupo GECCEM, y busca comprender los procesos de enseñanza -aprendizaje en el programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion.

Para ello, el desarrollo de la misma se fundamenta en la investigación cualitativa, pues en este paradigma la vida misma se toma como un todo social, que puede ser observado y objetivado; lo que a su vez propone un camino posible para abordar una problemática de orden social que puede ser descrita, interpretada y apunta a una construcción con sentido sobre la realidad humana (Rodríguez, 2011). Además, permite tener un acercamiento completo y comprensivo del estudio a realizar, desde la participación activa de las investigadoras.

Desde este punto de vista, las investigaciones de este tipo se pueden ver atravesadas por diversas disciplinas, a través de los significados encontrados en la palabra, símbolos, imágenes o textos del fenómeno que se investiga, lo que permite al investigador, obtener una multiplicidad de saberes en el discurso, desde un proceso abierto, que agrupa numerosos métodos y estrategias de recogida de datos (Sandín, 2003), pero que además, le permite leer su propia realidad desde la academia, desde sus saberes y formas de ser y estar con los otros.

Entre la multiplicidad de enfoques **y métodos** que encierra este paradigma, se ha escogido el estudio de caso, pues como lo mencionan Arnal, Del Rincón y Latorre citados por Álvarez y Maroto (2012, p.206) “debe considerarse como una estrategia encaminada a la toma de decisiones. Su verdadero poder radica en su capacidad para generar hipótesis y descubrimientos, en centrar su interés en un individuo, evento o institución, y en su

flexibilidad y aplicabilidad a situaciones naturales”. Con lo anterior, la comprensión de lo específico, lo particular y lo individual, es lo que resalta a las investigaciones basadas en estudios de caso.

A partir de este método investigativo, se pretende dar a conocer el programa educativo de Pygmalion desde una realidad que vincula a sus actores más mediatos; retomando sentimientos, creencias y pensamientos, acerca de las situaciones de enseñanza y aprendizaje que se proponen en su programa.

De igual manera, como lo mencionan Cebreiro López y Fernández Morante (2004, p.666):

Mediante este método, se recogen de forma descriptiva distintos tipos de informaciones cualitativas, que no aparecen reflejadas en números sino en palabras. Lo esencial en esta metodología es poner de relieve incidentes clave, en términos descriptivos, mediante el uso de entrevistas, notas de campo, observaciones, grabaciones de video, documentos. Los datos son palabras e imágenes, que transmiten los sistemas significativos de los sujetos que participan. Consisten en descripciones detalladas de situaciones, eventos, sujetos, interacciones y conductas observadas, en citas directas de sujetos acerca de sus experiencias, actitudes, creencias y pensamientos. Los sujetos a la hora de concebir el mundo social, se basan en todos esos datos para explicar los fenómenos y elaborar teorías. Acceder a los significados permite comprender los procesos en profundidad”.

## 6.1 Contexto

Pygmalion, es una empresa de servicios educativos tecnológicos, adscrita a la Fundación Parque Tecnológico del Software de Medellín. Desde hace 4 años trabaja en la formación de cerca de 10.000 jóvenes de secundaria en la enseñanza de temas de ciencia y tecnología a través de la robótica educativa.

Algunos de sus programas son:

- La Jornada Complementaria en Ciencia y Tecnología (2015-2016). Con ella, se impactaron cerca de 4.000 jóvenes de secundaria, pertenecientes a diferentes comunas y barrios de la ciudad de Medellín.

- La Jornada Escolar Completa del Municipio de Envigado, con cerca de 3.000 jóvenes de los grados de secundaria y aproximadamente 200 niños de los grados primaria, pertenecientes a instituciones educativas oficiales a través del programa Tecnorobótica.
- Propuestas educativas enfocadas a la enseñanza de la ciencia y la tecnología, desarrolladas en 17 municipios del departamento de Antioquia (Nordeste Antioqueño y Bajo cauca), dirigido a más de 300 estudiantes de secundaria; Municipios del departamento de Arauca, formación dirigida a más de 1.000 estudiantes de secundaria; Municipios de Manizales-Caldas, Aguazul-Casanare, Villavicencio-Meta, Quibdó-Chocó, Bogotá, Cali, Barranquilla, Ibagué, entre otros, los cuales suman alrededor de 2.000 estudiantes beneficiados.
- Los programas de formación ciudadana, dirigidos a niños, jóvenes y adultos.
- La semana de la robótica y la innovación, competencia que se celebra anualmente en la ciudad de Medellín.

Como herramienta didáctica para la formación en robótica, Pygmalion ha desarrollado un producto educativo, denominado Kit Educativo de Robótica Innobot. Se trata de un robot, compuesto por piezas mecánicas, motores, elementos sensoricos y una tarjeta de control programable, que vincula el lenguaje de programación C++, con la mecánica y la electrónica. Este robot, es un producto que busca desarrollar en los estudiantes o públicos, competencias STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Maths), que favorezcan al desarrollo e interés por la ciencia y la tecnología en las nuevas generaciones.

## **6.2 Población participante de la investigación**

La muestra de participantes de esta investigación estuvo conformada por diferentes facilitadores de más de un año de trayectoria dentro de la empresa, de diversas formaciones profesionales, tales como: Ingenieros mecánicos, electrónicos, mecatrónicos y biomédicos.

El número de sujetos participantes en esta investigación fue determinado posteriormente como resultado de las entrevistas. Se entrevistaron diez facilitadores y se trabajó con ocho de ellos, puesto que estos en sus respuestas aportan más en significados, experiencias, tiempo, y además, resultaban suficientes para responder nuestras inquietudes.

## **6.3 Técnicas e Instrumentos de recolección de la información**

Para caracterizar los procesos de enseñanza -aprendizaje en el programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion, se establecieron dos momentos fundamentales: El

primero, respondió a la necesidad de definir las técnicas para recoger la información desde el método de estudio de caso.

Para ello, se retomó la observación participante, pues este tipo de observación permite al investigador recoger información desde el interior del grupo, siendo participe de las dinámicas establecidas en su funcionamiento cotidiano; en este caso en particular, se trataba de obtener una perspectiva más amplia del programa de robótica educativa en Pygmalion.

Así mismo, se dio lugar a la descripción de experiencias personales, donde se tomó la voz del facilitador y de las investigadoras como actores principales del programa educativo desde el escribir, el explorarse, y el entenderse en lo que a cada uno le pasa durante una situación educativa, de recoger en lo vivido lo esencial del encuentro educativo, y de buscar en todo ello lo que al sujeto le puede servir de inspiración en su hacer, así como lo menciona Domingo (2010, p.74):

Es importante entender que la búsqueda en la escritura es la de la experiencia, no sólo relatar cosas vividas; la escritura de la experiencia no es un simple contar, sino un sorprenderse, un preguntarse, un abrirse a lo otro y dejarse cuestionar; es ésta precisamente la disposición pedagógica: preguntarse por el sentido y si era eso lo adecuado.

El segundo momento, aludió a los instrumentos a emplear, con los cuales se pretendió: “poder llegar a comprender el significado profundo de un aspecto de la experiencia humana” (Van Manen, 2003, p.80), con el fin de tener elementos que proporcionarán un marco de reflexión al investigador acerca del sentido y significado de dicho caso, estos fueron:

### **6.3.1 La escritura de protocolos.**

Se trata del acto de escribir acerca de la experiencia vivida, en este caso de los participantes, desde la descripción de su relación directa durante los procesos de educación que lleva a cabo con los diferentes públicos. Este tipo de escritura permite relatar el significado de las experiencias vividas desde “[...] la experiencia tal como la vive o la ha vivido.” (Van Manen, 2003, p. 82).

### **6.3.2 La observación anecdótica.**

Vincula lo observado por el investigador, a partir de su relación directa con el caso de estudio. En él se describen la reacción o respuesta frente a una circunstancia investigada. (Borgstein, 2000).

### **6.3.3 La entrevista semi-estructurada.**

Se utilizó para indagar asuntos más puntuales sobre la experiencia del facilitador y las investigadoras acerca del programa educativo. La misma contaba con un carácter abierto, a lo cual según Van Manen (2003. p.84), dice que:

1. se puede “utilizar como medio para explorar y reunir material narrativo experiencial que en un momento dado puede servir como recurso para desarrollar un conocimiento más rico y más profundo sobre un fenómeno humano y
2. La entrevista puede usarse como vehículo para desarrollar una relación conversacional con otra persona, es decir, el entrevistado sobre el significado de una experiencia.

### **6.4 Fases generales de la investigación**

De acuerdo a la intencionalidad de esta investigación y acorde al método bajo el cual se articula el mismo, cuyo propósito apunta a dar cumplimiento a los objetivos previamente establecidos, las fases generales que guiaron este proceso de investigación, no se plantean como un asunto lineal, pues las mismas, estuvieron basadas en un proceso continuo de investigación educativa, procurando así una mayor confiabilidad de los resultados obtenidos en los procesos de diálogo, escritura y observación.

#### **6.4.1 Primera Fase.**

Correspondiente al semestre del programa pedagógico I, se llevó a cabo la identificación y caracterización del contexto en el que se realizó la investigación, es decir, en la empresa Pygmalion. Tomando como referente la identificación del problema y planteamiento del mismo. En relación a ello, se procedió a la revisión bibliográfica de conceptos tales como: educar, experiencia, robótica educativa, facilitador, entre otros referentes que a su vez permitieron dar claridad a la formulación del problema para el establecimiento de objetivos acordes con el mismo. Para el cierre de esta fase se dio lugar a la investigación y construcción de una metodología acorde al desarrollo de la investigación, la cual después de mucho buscar, tomó como referente el estudio de caso.

Es pertinente aclarar, que en esta fase también se procede a la construcción de los instrumentos para la recolección de la información, el muestreo de los participantes y el sistema de registro a implementar.

#### 6.4.2 Segunda Fase.

Correspondiente al semestre del programa pedagógico II. Apuntó a la construcción y de- construcción del marco teórico, fundamentado bajo diferentes categorías principales: Facilitador, robótica educativa y, enseñanza - aprendizaje de la ciencia y la tecnología; todo ello, enfocado en recoger la experiencia vivida del facilitador directamente, desde la escritura de protocolos y la entrevista semi-estructurada, y recoger la experiencia vivida indirectamente, desde la observación anecdótica.

En esta fase, también se reflexiona acerca de la experiencia descrita en el estudio de este caso, a partir de la puesta en marcha de los instrumentos, todo ello, con el propósito de determinar la coherencia y la pertinencia de los mismos. Igualmente se tuvo en cuenta la calidad de las experiencias de los sujetos implicados en beneficio de los intereses de la investigación.

#### 6.4.3 Tercera Fase.

Se dio lugar a la elaboración del texto investigativo desde la revisión de documentación fenomenológica y de estudio de caso, recogiendo los hallazgos de la investigación, la interpretación directa y la presentación de argumentos, a fines de mostrar, lo más honesto posible el caso estudiado.

#### 6.5 Técnicas de análisis

Para el análisis de la información recopilada a lo largo del proceso de investigación, se retomó **la categorización** como técnica para el análisis y la comprensión de los procesos de enseñanza -aprendizaje del programa de robótica educativa de la empresa Pygmalion. Galeano (2004) citado por Romero (2005, p.2) menciona sobre esta técnica que:

Las categorías se entienden como ordenadores epistemológicos, campos de agrupación temática, supuestos implícitos en el problema y recursos analíticos como unidades significativas dan sentido a los datos y permiten reducirlos, compararlos y relacionarlos...Categorizar es poner juntas las cosas que van juntas. Es agrupar datos que comportan significados similares. Es clasificar la información por categorías de acuerdo a criterios temáticos referidos a la búsqueda de significados. Es conceptuar con un término o expresión que sea

claro e inequívoco, el contenido de cada unidad temática con el fin de clasificar contrastar interpretar analizar y teorizar.

De acuerdo a ello, son las vivencias, las conceptualizaciones y prácticas las cuales enmarcan el desarrollo de los resultados, su discusión y posterior conclusión sobre el objeto de estudio aquí planteado. Las categorías establecidas y que se describen a continuación, responden a los antecedentes y lecturas esbozadas en el marco teórico: Robótica educativa- Currículo escolar; Robótica educativa -Formación docente; Robótica educativa -Educación infantil.

Entre dichas categorías, las luces y las sombras se fueron marcando como reflejo de un proceso que necesitaba ser enmarcado en unos objetivos particulares; estar entramado en el registro de otros datos importantes; y en especial, que suscitaron un acercamiento al proceso planteado en el programa educativo de Pygmalion.

### **7 Entre Luces y Sombras: Resultados y Discusión**

Las luces...

*“Hoy en día se acepta que la luz es bien una onda o una partícula, pero no las dos cosas simultáneamente. Este fenómeno es llamado la Dualidad de la Luz”*  
(Tamir & Beviá, 2008, p.1)

Todo lo que es visible para el ojo humano, lo es gracias a la luz. Sabemos que la luz existe por todo lo que nos permite ver: los colores, las formas de los objetos, los cambios en la naturaleza; pero al mismo tiempo, definirla es difícil por lo subjetivo y abstracto del concepto.

De igual forma, son muchas las tendencias educativas emergentes que vislumbran nuevos modos de enseñar y de aprender en relación a temáticas que vinculan la ciencia y la tecnología a través del uso mediado de las TIC, tales como: Transmedia, Cyberlearning, Programas multimedia, Aulas interactivas digitales, Las MOOC y otras; todas ellas enfocadas en atender las necesidades de las nuevas generaciones, en relación al avance tecnológico y digital de los últimos años.

Dentro de estas también se encuentra la robótica educativa, la cual, como se ha demostrado en diversas investigaciones, puede llegar a ser una herramienta pedagógica y didáctica que ilumina el camino en la comprensión de nuevos conceptos científicos y fenómenos del mundo real.

### **7.1 Proyecciones de una luz: El Programa Educativo Pygmalion**

El primer y más obvio resultado fue encontrar un programa educativo ofrecido, pensado y formulado por profesionales de otras áreas, quienes se tomaron el trabajo de realizar consulta en los lineamientos curriculares y otros documentos que guiaron su trabajo.

De acuerdo a la teoría del color, las proyecciones de la luz se manifiestan solo cuando dicha luz atraviesa un objeto y se descompone en infinitas gamas, partiendo desde los colores primarios hasta sus radiaciones menos perceptibles. En este sentido, abordar un programa educativo de formación en robótica, significa retomar la infinidad de proyecciones que este despliega; por lo tanto, para efectos de esta investigación y como resultado del proceso de análisis, se da lugar a la descomposición y discusión del Programa Educativo Pygmalion, a través de cinco ejes curriculares básicos:

En primer lugar, los contenidos que enmarcan el programa; seguidamente, la estructura de las sesiones de trabajo; luego, los actores que encarnan el proceso de formación “Los facilitadores”; y posteriormente, los escenarios de acción.

Entre todo ello, además de las luces, se presentan las sombras como quinto eje de análisis; aquellas discusiones que se forman, al igual que una sombra, alrededor de la formación en robótica como objeto de estudio, es decir, el impacto de quienes reciben esta formación y los retos que representan para el maestro.

### **7.2 Los contenidos que enmarcan el programa**

El segundo resultado apunta a los contenidos, es decir a la aplicación de los conceptos y concepciones de lo curricular, que se ve plasmado en el programa educativo Pygmalion, aunque las materias que propone no son las que se encuentran en el plan de estudios del sistema educativo en Colombia, es importante reconocer que el programa plantea la posibilidad de transversalizar dichas áreas con los contenidos propios de la robótica educativa (electrónica, mecánica, programación, sensórica...)

El programa educativo de Pygmalion tiene como objetivo ‘Propiciar el desarrollo del talento humano en las nuevas generaciones en temas relacionados con ciencia y tecnología a través de la robótica educativa’ (Pygmalion, 2014). Desde allí, se hizo necesario indagar por la lectura que diferentes actores cercanos a la empresa tenían acerca de conceptos como Ciencia, tecnología y robótica, frente a ello algunos expusieron:

*“La robótica es la ciencia de los sistemas autónomos o semi autónomos que tienen la capacidad de realizar trabajos o actividades con una precisión, replicabilidad, eficiencia y eficacia mucho mayor que la de un ser humano. La robótica es una abstracción de la electrónica, la mecánica y la informática. La ciencia es el conjunto de conocimientos verificables a través del método científico. La tecnología es la ciencia aplicada. La tecnología busca mejorar la vida de los seres humanos transformando el entorno” (A1,S1,15)<sup>5</sup>; “La robótica es diseño, construcción, ensamble y programación de robots. La ciencia son los conocimientos. La tecnología es la aplicación de las ciencias, a través de métodos, que están orientados a la solución de problemas” (A1,S4,15); “La robótica tiene que ver con el estudio de los componentes de un robot y el entorno tecnológico que lo acompaña. En cuanto a ciencia y tecnología, pienso que son disciplinas compuestas por habilidades específicas que son necesarias para desenvolverse como sujeto de la sociedad global” (A1,S5,15)...*

Las lecturas de los sujetos frente a dichos conceptos, fueron muy diversas y difusas, sin embargo, dan cuenta de que los conceptos son definidos desde fundamentos simbólicos que cada uno construyó o formó a lo largo de su experiencia vivida dentro o fuera de la empresa, con ideas de valor tales como: la ciencia y la tecnología para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, las ventajas sociales en el desarrollo tecnológico del país, y la adquisición de competencias para la vida, tal y como lo menciona la propuesta educativa desarrollada por Corchuelo Sánchez (2015).

En general, el conocimiento y la apropiación que estos actores tienen acerca del objetivo planteado, son los que dan lugar a la formulación de contenidos educativos para el programa de Pygmalion, donde la ciencia y la tecnología, van más allá de una definición, y son pensados desde el ‘hacer’ como base fundamental para el aprendizaje sin negar que, aunque es necesario la óptima definición de estos conceptos, también lo es el constructo social que se tiene sobre los mismos.

En la base del constructo de ideas, Pygmalion plantea el desarrollo de 4 módulos que promueven la ciencia, la tecnología y la robótica desde la aplicación de diferentes contenidos prácticos hasta su relación con otras ramas del conocimiento (Electrónica, Mecánica,

---

<sup>5</sup> La referencia que se adjunta a cada testimonio, determina el anexo al que pertenece como ‘A’; el sujeto que lo menciona como ‘S’ y el año de aplicación del instrumento, 2015-2016 respectivamente.

Programación,) y tecnologías aplicadas a la robótica (IoT, ‘Internet de las cosas’), los cuales se explicitan de la siguiente manera:

- Módulo 1-Electrónica: Los estudiantes conocen como funcionan las cosas desde el origen de la energía, hasta la construcción de montajes electrónicos sencillos que vinculan materiales como: Leds, protoboards, resistencias, multímetros, entre otros.
- Módulo 2-Robótica + Mecánica: Los estudiantes relacionan movimientos, estructuras (peso y fuerza) y construcción de artefactos robóticos funcionales; engranajes, motores, piezas de ensamble. (Ensamble del robot Innobot)
- Módulo 3-Robótica + Programación: Los estudiantes describen y analizan lenguajes de programación que se relacionan con la interacción de los objetos mecánicos y electrónicos del robot, construidos desde la creación de códigos basados en el software ‘Pygmalion CODE y Pygmalion BLOCKS’, los cuales permiten la ejecución de tareas específicas como por ejemplo solucionar problemas (Seguir líneas, detectar objetos, controlar movimientos y sensores).
- Módulo 4-Robótica + Diseño: Los estudiantes ponen a prueba su pensamiento creativo para desarrollar nuevos usos para el robot y sus componentes, los cuales parten de la elaboración de instrumentos musicales hasta el desarrollo de sistemas automatizados de una vivienda.

Dichos contenidos se ven retroalimentados en la experiencia formativa de facilitadores y estudiantes, quienes enfrentan lo planteado por cada módulo desde su aplicabilidad, su integración con otras áreas de la educación formal (Ciencia, matemáticas, arte y tecnología), y el alcance de los lenguajes de programación. Por este motivo, la propuesta de Pygmalion se plantea como una Luz, pues da cuenta de la necesidad que existe sobre cómo las nuevas generaciones adoptan y entienden las nuevas tecnologías, su diseño, funcionamiento y manipulación. De igual modo, se plantea un interés por promover otros contenidos que están por fuera de la educación formal escolar básica y media, y de su plan de estudios habitual, como son la electrónica, mecánica y programación.

Frente a ello, algunos facilitadores a lo largo de las entrevistas expusieron: *“no sólo era uno por salón eran varios, quienes en todas las clases estuvieron atentos a las temáticas, hacían preguntas, querían ir más allá y lo que más me sorprendió y no creo ser la única facilitadora que lo piense, es que el que menos esperabas que se interesaba, era quién se*

*asombraba con un montaje de un circuito, era quién le gustaba la programación, era quién en la clase se sentaba de primero para poder recibirla”(A2,S2,15); “En general se puede percibir a lo largo de este tiempo, que la mayor parte de los estudiantes estaban siempre motivados en las clases viendo que estaban haciendo cosas que pensaban antes de iniciar estas clases, que eran temas avanzados y complicados de entender y a los cuales el acceso era limitado para estudiantes como ellos”(A2,S3,15); “Si una persona que está en contacto con la tecnología no deja de sorprenderse con los avances que se logran continuamente, entonces es mayor la capacidad de asombro de un niño o joven que ve cómo su robot realiza movimientos básicos con instrucciones de código sencillas”(A2,S4,15).*

Cabe decir, que más allá de los contenidos se encuentra el interés que los mismos producen en aquel que busca aprender, por lo tanto como parte de los objetivos propuestos para este trabajo, se puede decir que es necesario, desde la formación docente, comenzar a visibilizar aquellas prácticas que amplían el conocimiento de otras disciplinas por fuera del plan de estudio escolar, que parecen abstractas para aquellos, que en este caso, no tienen una relación consiente con las áreas afines a las ingenierías, pero que, plantean nuevas formas de interactuar y comprender el mundo y los fenómenos científicos-tecnológicos que los rodean.

### **7.3 La estructura de las sesiones de trabajo**

El tercer resultado de esta investigación, va de la mano con el segundo, pues se encuentra que la forma como está planteado este programa educativo en cuanto a contenidos, tiempos, espacios y actores, no dista mucho de la organización de un plan de estudios convencional.

Como se ha mencionado a lo largo de esta investigación, la robótica educativa representada dentro de las gamas de colores de la luz, se presenta en el plan de estudios, como un espacio para la interdisciplinariedad en el cual se potencia el desarrollo de competencias y habilidades en los alumnos.

De acuerdo a esto, el programa educativo de Pygmalion estructura sus sesiones de trabajo atendiendo a tres momentos: exploración de conceptos previos, acercamiento y construcción de conceptos y valoración y cierre.

Con la exploración de conocimientos previos, se busca dar un lugar a los saberes de los estudiantes, a esas concepciones y construcciones que traen consigo y de las cuales se parte para generar en ellos una mejor comprensión de los asuntos que se desean discutir.

En el acercamiento y construcción de conceptos, se dan los encuentros entre lo que los estudiantes creen que son las cosas y lo que son en realidad, es decir que se construye con ellos el significado de los conceptos desde lo que han visto, escuchado, leído o experimentado, en este momento se utilizan recursos variados para ilustrar dichos conceptos además se analizan desde la cotidianidad, la finalidad de este momento es entender cómo funcionan las cosas y prevalece la intención de invitar a los estudiantes a preguntarse, a investigar y sobre todo a equivocarse, pues trabajar desde el error, permite que los estudiantes pierdan el miedo a hablar, a expresar lo que piensan y sobre todo a atreverse a pensar.

En el momento de valoración y cierre, se busca hacer una reflexión acerca de la utilidad de los contenidos de la sesión, como se pueden utilizar en la vida cotidiana, para que les sirva lo aprendido a los estudiantes y que posibilidades reales tendrán de utilizar estos conocimientos en la vida.

#### **7.37.4 Los actores que encarnan el proceso de formación “Los facilitadores”**

El cuarto resultado, tiene que ver con quien realiza el papel de docente al llevar los contenidos de este programa al público; los facilitadores en la figura de estudiantes de los últimos semestre de ingeniería

Los facilitadores son unos de los principales actores en la puesta en marcha de la propuesta educativa de Pygmalion, pues es su quehacer el que permite el desarrollo de los contenidos propuestos, el cumplimiento de los diferentes objetivos de aprendizaje y por lo tanto, quienes promueven la motivación de niños, jóvenes y adultos por aprender sobre ciencia y tecnología a través de la robótica educativa como apropiación social del conocimiento.

Como protagonistas, sus tareas más allá de su formación técnica en áreas afines a las ingenierías, consiste en vincular los intereses, imaginarios y saberes previos de los estudiantes con el contenido propuesto, para así, mejorar sus habilidades y conocimientos en áreas STEAM. Todo ello, es expresado en las entrevistas, cuando mencionan las diferentes estrategias que emplean para que los estudiantes comprendan dichos contenidos:

*“Para la motivación de la programación me gusta usar ejemplos con los que ellos están muy familiarizados y que han generado mucho dinero, que al final es por donde le gusta al público, ej: whatsapp, angry birds, el mismo Facebook. Hacer mención de la domótica también creo que ayuda mucho, cuando ellos ven aplicaciones que son muy*

*cercanas a ellos creo que es más fácil, como por ejemplo como desde su celular pueden controlar objetos, cosas, ayudan mucho” (A1,S3,15); “Para motivar a los alumnos considero que es importante darles mayor información de las actividades desarrolladas (páginas web, vídeo-tutoriales, entre otros), también explicar conceptos técnicos con métodos lúdicos y hacer amena las clases con las actividades que los alumnos propongan (por ejemplo, en las actividades prácticas poner música, ver algún vídeo de interés común)” (A1,S4,15); “Trato de poner en las palabras del público el objeto de estudio, es decir de poner en contexto lo que para ellos no es tan usual, explico con situaciones que puede vivir cualquier persona, uso recursos que se encuentren al alcance de todos y trato de hacer muchas analogías y dar ejemplos para que los conceptos suenen familiares. Doy ejemplos de la utilidad de estas disciplinas en la vida y muestro (de ser posible) evidencias de cómo estas han cambiado al mundo y lo seguirán haciendo y que esto no pasaría si algunas personas no hubiesen decidido comprometerse con el estudio de las mismas” (A1,S6,15).*

Aquí es posible comprender dos situaciones. Por un lado, la manera en que el uso de las nuevas tecnologías median las relaciones entre las personas, los conocimientos científicos y tecnológicos, y la ejemplificación de situaciones cotidianas para ser más amena la formación, no sólo en robótica, sino también en otras áreas curriculares; y por otra parte, la formación de jóvenes que forman jóvenes, pues cabe decir que el grupo de facilitadores tenidos en cuenta para este estudio, son jóvenes que se encuentran en procesos de formación universitaria, lo que conlleva en gran medida, a que estén en constante contacto y vanguardia con la tecnología, y usarla así a su favor para generar interés.

En dicha formación de Jóvenes que forman a otros jóvenes, también se hace la mención sobre las principales características que ellos consideran que son necesarias para ser un facilitador: *“Algunas habilidades para enseñar: como se desenvuelve al exponer una idea, la voz, el carisma, el entusiasmo con el que transmite lo que sabe. El ejemplo: Ser un convencido de la construcción de la sociedad del conocimiento a través de la educación. Interesado por de la ciencia y la tecnología. Conocimientos básicos específicos sobre las temáticas relacionadas.*

*Preferiblemente con una carrera afín. Propiciar la creatividad y la interdisciplinaridad” (A1, S1,15); “Debe ser claro, asertivo, proactivo, de buen carácter, paciente, responsable, con un alto sentido de la ética y una gran capacidad para el trabajo en equipo y bajo presión” (A1,S3,15).*

Lo anterior expone la manera en que los facilitadores comprenden su tarea, las cuales no difieren a las características, competencias u actitudes que se espera en la formación docente, no obstante, se resalta el conocimiento específico en el área de robótica como requisito previo para enseñar.

En materia de docentes, este programa educativo como tal, busca impulsar dichos saberes y prácticas en los docentes, caso concreto es el de las autoras de esta investigación, quienes, acompañadas por diferentes facilitadores, han logrado desarrollar diversos proyectos en robótica, dejando en claro, que más allá de los contenidos, se encuentra la practicidad de los mismos, el deseo de aprender y el acompañamiento de quien enseña provocando diálogos de saberes.

#### **7.47.5 Los escenarios de acción**

El quinto resultado, fue la oportunidad de presenciar los diversos escenarios de acción en los cuales se abre paso este programa educativo.

Así como la luz puede llegar hasta los lugares más recónditos, siempre que encuentre un espacio por el cual escabullirse, la robótica educativa se presenta como una opción para los espacios de educación formal e informal, siempre que encuentre adeptos que se arriesguen a trabajar con contenidos nuevos, retadores y que involucren el uso de las TIC, el trabajo en equipo, la investigación, la curiosidad y el error como catalizador del aprendizaje.

Los escenarios de acción contemplados hasta el momento en Pygmalion tienen que ver con los lugares donde se busca conocimiento; Instituciones educativas tanto públicas como privadas, centros de ciencia y tecnología, parques biblioteca, instituciones de educación superior, cajas de compensación familiar y grupos e individuos apasionados por la robótica, entre otros.

Este hecho se considera como una luz, debido a que dicho programa no solo logra adecuarse a las necesidades y a los espacios, lo cual resultó difícil para la educación convencional por mucho tiempo, al considerar la escuela como el único lugar del conocimiento; sino que también logra atender a la necesidad creciente de descentralizar los procesos de enseñanza aprendizaje al empoderar a estudiantes como formadores, generando empatía entre sus pares, al reconocerse y reconocer la capacidad del otro.

#### **7.57.6 Las sombras...**

En el mismo plano que existen las luces antes mencionadas, aparecen objetos que las obstaculizan y dan paso a la sombra, que llega para ocupar todo lo que queda detrás de dicho objeto, es decir, la sombra existe sólo donde hay oposición de un cuerpo a la luz y de una forma muy curiosa, la sombra, adopta la forma del cuerpo que la crea.

Es necesario aclarar que en esta investigación, las sombras no tienen la connotación oscura y maligna que se les da comúnmente, pues para las investigadoras, todo lo que subyace o se encuentra detrás de este proceso de formación, se entiende más como una oportunidad, porque en el proceso mismo de investigación, se hizo necesario parar para ver y entender lo que estaba detrás, lo que no brillaba y que por ende causaba una mayor fascinación, los procesos, los contenidos, las formas de ser y hacer de quienes encarnaron el papel de facilitadores, los imaginarios de maestros y estudiantes, los imaginarios de quienes investigaron, sus vivencias, sus fortalezas y dificultades y sobre todo la inquietante realidad de la transformación educativa que se vive desde la perspectiva de quienes no se formaron como educadores y que cumplen con este rol en contraste con quienes sin tener ninguna formación técnica, se aventuraron a aprender y replicar lo aprendido.

#### **7.5.17.6.1 El impacto de quienes reciben esta formación y los retos que representan para el maestro**

El sexto resultado, y uno de los más importantes de esta investigación, tuvo lugar al encontrar que el rol docente era protagonizado por profesionales de otras áreas, sin formación como formadores.

Lo anterior es un resumen de las luces que hasta hora iluminan la investigación en curso, no obstante, estas han permitido entrever aquellas sombras que se forman al interior de su programa, en especial aquellas que ponen en entredicho la formación necesaria para la enseñanza de la robótica.

Uno de ellos, se refiere al imaginario de que la robótica educativa es un campo para ingenieros, donde los educadores desconocen o ignoran cómo se puede dar su integración en diferentes ambientes de aprendizaje. Esa sombra se puede ver desde dos perspectivas.

La perspectiva del facilitador de robótica formado en áreas afines a las Ingenierías; el cual se enfrenta a los diferentes espacios de aprendizaje sin tener en cuenta aquellas lecturas y lenguajes propios de un educador: La selección de los contenidos, el tratamiento integrado de los mismos, la organización espacial y temporal, los materiales y recursos didácticos, la vinculación o la proximidad entre las tareas y los intereses de los estudiantes, la función

social de las tareas, la diversidad de los públicos, los ritmos y modos de aprender, la organización para dar respuesta a todos estos aspectos, las altas expectativas o el fomento del deseo de aprender...

La perspectiva del facilitador de robótica formado en áreas afines a la educación; el cual adopta los contenidos y prácticas para mediar en el uso creativo de la robótica educativa como estrategia de aprendizaje para la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

Así pues, la incorporación de la robótica como una herramienta de aprendizaje en Colombia y Medellín, crece significativamente, lo que conlleva a la necesidad de complementar las herramientas técnicas que para la enseñanza de la robótica se implementan, teniendo en cuenta que la formación pedagógica sobre esta disciplina, no debe ceñirse a la problematización de estos contenidos, sino a crear formas para mejorar la efectividad de la misma, es decir, generar un trabajo interdisciplinar que medie como una Luz entre la teoría y la práctica.

Un resultado más, que aparece como un propósito más personal para las investigadoras que como parte de la investigación misma, tiene que ver con la oportunidad de abrir en esta empresa y en este programa educativo, plazas para practicas docentes y oportunidades laborales para profesionales del campo de la educación; Así, a dos años de iniciada la investigación, la empresa pasó de contar con dos pedagogas en formación realizando su investigación de grado, a contar con la presencia de 15 estudiantes y profesionales de la educación, involucrados en los procesos de elaboración de contenidos y facilitación.

## 8 Conclusiones de una sombra

*“En muchas lenguas amerindias “alma”, “imagen” y “sombra” se designan con la misma palabra. Para ciertas tribus africanas los muertos se alimentan de las sombras de las cosas, en tanto que los griegos hacían libaciones a los muertos al mediodía, es decir, a la hora en que las cosas carecen de sombra”.*

*Molina (2008, p.103)*

Aunque la información presentada concierne a los resultados de dicha investigación, sin lugar a dudas se puede decir que la robótica educativa ha generado un cambio en la manera de involucrar las nuevas tecnologías en función de pensar la ciencia y la tecnología al alcance de todos, en la cual se asumen los cambios que demanda la educación de la sociedad globalizada. Es esencial que las futuras generaciones entiendan las ventajas y riesgos que las

nuevas tecnologías ofrecen para que en el camino sean ellos quienes decidan el futuro de la educación tecnológica en el país.

La universidad no debería ser la única fuente para incorporar los progresos en materia de ciencia y tecnología, esto se debe promover desde los primeros años de educación, donde surgen las primeras luces para apasionar a los estudiantes en relación a proyectos que impliquen ideas, prácticas e innovaciones que contribuyan al desarrollo y la productividad de su entorno como una forma de mediación pedagógica que no le compete únicamente a los maestros.

De acuerdo a los resultados arrojados por esta investigación, se descubre la posibilidad de encontrar programas educativos de calidad en ambientes muy diferentes a escuelas e instituciones de educación. Es realmente un reto para unas pedagogas en formación, entrar a formar parte de la empresa privada, haciendo parte del desarrollo de productos y servicios educativos que buscan generar conocimientos a la vez que contribuyen al desarrollo y formación en temas de ciencia y tecnología. Pero no solo se convierte en un reto por el esfuerzo y el trabajo a nivel cognitivo que significa ponerse al nivel de quienes llevan tiempo trabajando en este campo (el de la robótica), representa un enorme reto por el hecho de ser una práctica privada, en un marco muy diferente al de las humanidades que se acostumbran para el perfil de un licenciado, por ser un terreno poco explorado y en el cual es necesario entrar a fondo para comprender sus alcances.

También se ha logrado repensar los lugares a los cuales llega el conocimiento, pues con este programa educativo (Pygmalion), se llegó a escenarios y públicos diversos, con estrategias variadas y contenidos muy particulares, lo cual representó el descubrir nuevas formas y espacios para la enseñanza y también nuevas formas y espacios donde encontrar el conocimiento. Entender que las áreas llamadas “duras” como las matemáticas, física, y las ciencias en general, se pueden abordar de otras formas, que se pueden fomentar todas o varias en una misma actividad y que además produce disfrute, fue posible poniendo en marcha esta investigación, aprender a programar, entender lo que pasa más allá de un juego de vídeo, hacerlo desde cero, ver como un niño de 9 años diseña y disfruta con sus amigos de su propia creación en línea, de la construcción de su propio robot, de su primer circuito, su primera soldadura, su primera línea de código, y en fin la oportunidad de entender cómo funcionan las cosas y tener las herramientas para poner en discusión los alcances del mundo tecnológico, es algo que en los años de la licenciatura un pedagogo no se esperaría, pero es lo que se ha

logrado con esta experiencia y aunque no son tangibles, estos resultados son lo más satisfactorio para las investigadoras.

Una de las conclusiones más importantes de esta investigación, radica en la existencia de programas educativos que son pensados y ofrecidos por profesionales de otras áreas, de los cuales, no se puede negar que muestran un interés particular en los asuntos educativos y se ocupan de conocer la terminología propia de este y de apropiarse los conceptos más importantes, pero que a pesar del esfuerzo y la capacidad intelectual en sus áreas afines, no cuentan con el componente de observación analítica y reflexión propias de los profesionales en educación.

Al abordar uno de los primeros resultados de esta investigación, el programa educativo Pygmalion, se puede concluir que existe una preocupación por los asuntos educativos y una lectura juiciosa de lineamientos y estándares en educación, donde los contenidos técnicos se conjugan con los términos educativos.

Respecto a los contenidos que enmarcan el programa, y la estructura de las sesiones de trabajo, se concluye que hacen parte de un plan de estudios estructurado, en el cual se pueden encontrar conceptos del argot educativo como pedagogía, didáctica y currículo lo cual se ve reflejado en la planeación de tiempos, espacios y momentos para el aprendizaje.

Entre los resultados más notables, se encuentra el que tiene que ver con la labor del facilitador, actores que encarnan el proceso de formación. Estos actores, ingenieros en su mayoría, encarnan a diario el papel de docente en el aula y fue para las investigadoras absolutamente enriquecedor tener la oportunidad de observar el trabajo de estos profesionales en el aula, comprender como lo hacen; la conclusión es que a pesar de tener algunas capacidades propias que caracterizan la profesión docente, su saber no deja de ser un saber técnico y aun cuando manejan cierta terminología educativa, en muchos casos estos términos no trascienden el lenguaje.

En una investigación de este tipo, todo fue un aprendizaje constante, desde los actores, los contenidos, y por supuesto los escenarios de acción; como conclusión acerca de este resultado, solo queda decir que la experiencia reafirma el hecho de que el conocimiento ya no solo se encuentra en la escuela, los espacios para el aprendizaje son tan diversos como los públicos. Al respecto, una de las conclusiones finales tiene que ver con el impacto de quienes reciben esta formación, en esta experiencia las investigadoras tuvieron contacto con toda clase de públicos, niños, jóvenes, adultos y en todos los casos estuvo presente el asombro, la emoción, el trabajo colaborativo y la apropiación de conceptos casi que

inmediata, con lo cual se llega a la conclusión de que aun cuando el conocimiento está en casi todas partes, sigue siendo necesaria la guía y el apoyo del docente en el proceso de formación, pues sin esta intervención, estas sesiones de robótica no habrían pasado de ser un cúmulo de contenidos y el robot sin la experticia de un educador, jamás trascendería su estatus de herramienta. Finalmente, concluimos que los retos que representan para el maestro, tienen que ver con el hecho de buscar donde somos necesarios, de encontrar los espacios en donde no se cuenta con la presencia de un profesional en educación y plantar la necesidad. El conocimiento está al alcance de un click, pero el sentido de ese conocimiento, la utilidad, el propósito, solo es posible entenderlo cuando existe una mediación experta por parte de un profesional.

Cabe resaltar, que la conclusión para el resultado que tiene que ver con la apertura de plazas docentes, no tuvo el desenlace esperado, pues en esta experiencia particular, se observó cómo los profesionales de la educación, ingresaron al programa convencidos de que su saber estaba por encima de lo que ya se encontraba construido, lo cual entró en conflicto en el desarrollo de su labor y generó el rechazo de los ingenieros por el trabajo con estos profesionales, finalmente, el proceso terminó con las plazas docentes para facilitadores, cerradas y con un staff de solo tres pedagogas en la empresa, dos en contenidos y una en formación.

Como conclusión final, es necesario remitirse a una de las razones que intencionan esta investigación y por la que valdría la pena realizar seguimiento a los proyectos de esta índole; la innegable presencia de profesionales de otras áreas en los campos de la educación y la oferta de programas educativos que no son pensados por educadores si no por la empresa privada y que ponen al descubierto una necesidad de innovación e investigación educativa en otros campos.

La experiencia de las investigadoras durante este ejercicio, demostró que ante el inminente cambio de paradigmas en educación, que ante la descentralización del saber y la constante innovación tecnológica, es necesario observar detenidamente el panorama para evaluar las ofertas y abrir paso a la colaboración interdisciplinar en la creación de nuevos y prometedores ambientes de aprendizaje que contrasten el saber pedagógico con el saber técnico y que preparen a nuestros niños y jóvenes para una sociedad en la que el ser es el complemento del hacer.

Dentro de las metas propuestas por las investigadoras, se encontraba la idea de abrir el campo profesional para los docentes en una empresa de educación tecnológica y plazas para

las prácticas académicas y profesionales. Al finalizar este proyecto, Pygmalion pasó de contar con la presencia de dos pedagogas trabajando en colaboración con más de veinte ingenieros, a contar con la presencia y el trabajo de 16 profesionales y estudiantes de licenciaturas y afines en sus proyectos educativos.

Uno de los retos más frecuentes con los que se contó durante esta investigación, era el miedo por los contenidos de las disciplinas duras como la ingeniería, lo cual generaba ansiedades y hasta rechazo en un inicio, pero como resultado del trabajo colaborativo entre ingenieros y docentes, se creó un espacio para el aprendizaje, un intercambio de saberes en el que unos compartían sus estrategias didácticas y sus capacidades de observación e interpretación, así como el conocimiento del desarrollo de niños y jóvenes y los otros compartían sus conocimientos técnicos y las herramientas para aprender a hacer.

Al final, la puerta queda abierta para los educadores que se han interesado en este campo y quedan también algunas preguntas para investigaciones futuras: ¿Cómo promover una mayor apertura de los docentes a indagar y conocer nuevas experiencias educativas en otros campos disciplinares? Acompañar los procesos de tecnificación de un mundo que cada vez se vuelve más “on line”, debería ser una de las preocupaciones de la educación hoy; los niños y jóvenes se interesan más en lo que les resulta retador, innovador, lo que les permite usar de inmediato lo que aprenden y en general lo que les permita diversión; ahora bien, las herramientas por si mismas no representan una solución, ni una propuesta, pero con el trabajo interdisciplinar se puede llegar a construir nuevas propuestas para reivindicar la labor docente en los lugares donde no tenía presencia, dejando otra pregunta importante en el aire ¿Cuál es el papel que desempeñan los docentes ante la utilización de herramientas tecnológicas en el aula?

Finalmente, entre la variación de esas luces y sombras a través del programa de robótica de Pygmalion, se hace preciso pensar en la educación infantil y el rol del pedagogo infantil, como una forma de facilitar el aprendizaje por indagación, la creatividad, la solución de problemas, entre muchas otras cosas más, lo cual remite a la orientación de un proceso que está en curso.

Al finalizar, es necesario tener en cuenta algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

Es innegable que la robótica educativa, está tomando fuerza en las escuelas e instituciones de educación superior de Medellín y en general de Colombia y el mundo, esto no era visible para las investigadoras hasta que incursionaron en este proyecto y entendieron

las dimensiones que tiene, desde talleres aislados a programas continuos de formación en robótica en escuelas y colegios en la modalidad de semilleros y como una materia dentro del plan de estudios. Este hecho, sin duda, resulta en un llamado a los pedagogos y licenciados para diversificar y expandir sus horizontes, para buscar y encontrar estas nuevas oportunidades en las que su saber es fundamental; la recomendación, es a tener una mayor apertura para el trabajo interdisciplinar, explorar nuevos contenidos y formas de aprender, estos espacios están dispuestos para educadores que tengan la capacidad para observar sin juzgar, enseñar y aprender del otro y trabajar en equipo.

Una segunda recomendación desde la experiencia de las investigadoras, para quienes deseen continuar por esta línea, es que tengan respeto por los conocimientos de otros. Aun cuando no contaban con la formación como educadores, los facilitadores de este proyecto dejaban todo en el aula cuando llegaban a dar una clase lo cual es muy respetable, y muchos de ellos traían como su mejor experiencia educativa, la que tuvieron como alumnos. Si bien los profesionales en educación tienen las herramientas, las habilidades y capacidades idóneas para desempeñar la labor docente, no se puede llegar a imponer el saber pedagógico pues el reto está en entender el proceso.

## 9 Referencias Bibliográficas

Álvarez Álvarez, C., & San Fabián Maroto, J. L. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa.

Antonio, Barrientos., Felipe, Peñin. L., Carlos, Baraguel., & Rafael, Aracil. (1997). Fundamentos de robótica. España: Editorial McGraw-Hill.

Arroyave, L., Mosquera, A., (2015). Diseño e implementación de un kit para robótica educativa. Recuperado de [http://repository.uniminuto.edu:8080/jspui/bitstream/10656/3681/1/TEPRO\\_ArroyaveLuis\\_2015.pdf](http://repository.uniminuto.edu:8080/jspui/bitstream/10656/3681/1/TEPRO_ArroyaveLuis_2015.pdf)

Boquera, M. (2005). Las metáforas en textos de ingeniería civil: estudio contrastivo español-inglés (Tesis doctoral Departamento de Teoría de los Lenguajes), Valencia: Universidad de Valencia, España.

Borgstein, Johan. (2000). Del relato de casos anecdóticos. Rev Fac Med UNAM, 43(4).

Castro Villarraga, J.O., & Barrantes, R. (2011). Hacia una caracterización de los profesionales no licenciados en educación (PNL): percepciones y realidades: Capítulo centro-Bogotá. Bogotá: Asociación Colombiana de Facultades de Educación. ASCOFADE. 206 p.

Chaves, C. R. (2005). La categorización un aspecto crucial en la investigación cualitativa. *InvestigiumIRE*, 6(1), 113-118

Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, 3.

CODE.org. (2015). Recuperado de <https://code.org/>

Coffey, A. y Atkinson, P. 2003 (1996). Encontrar el sentido a los datos cualitativos, Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Colorado, M. M. S., María, M., & Gauthier, A. (2003). Ambientes de aprendizaje con robótica pedagógica (Doctoral dissertation, Uniandes).

Concejo nacional de ciencia y tecnología. (26 de febrero de 1991). Artículo 1 [Titulo 1]. Programa nacional de estudios científicos. [Decreto 585 de 1991]. Recuperado de <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/decreto-585-1991.pdf>

Corchuelo, M. (2015). Propuesta de lineamientos para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en robótica a través del estudio de experiencias. (Trabajo de grado, Universidad de la sabana). Recuperado de [http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/20274/Maria%20Alejandra%20Corchuelo%20Sanchez%20\(tesis\).pdf?sequence=1](http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/20274/Maria%20Alejandra%20Corchuelo%20Sanchez%20(tesis).pdf?sequence=1)

Domingo, J. C. (2010). Ser y saber en la formación didáctica del profesorado: una visión personal. *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado*, (68), 61-82.

Fundación Telefónica. (2015). Hacia un nuevo currículum: Robótica en el aula. Recuperado de <https://innovacioneducativa.fundaciontelefonica.com/blog/2014/06/20/hacia-un-nuevo-curriculum-robotica-en-el-aula/>

Garnica, E. (2013). Robots herramientas para las aulas de clase. <http://urepublicana.edu.co/ingenieria/wp-content/uploads/2014/04/Robots.pdf>

Gvirtz, S., & Palamidessi, M. (1998). *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza* (Vol. 1). Aique. Recuperado de <http://www.terras.edu.ar/biblioteca/35/35GVIRTZ-Silvina-PALAMIDESSI-Mariano-Segunda-parte-Cap-6-La-planificacion.pdf>

Herrera Huertas, Y. C., & Rincon Leon, D. (2013). Estado del arte de la robótica educativa en el ámbito mundial.

Londoño. Ana I, (2007). La robótica enfocada hacia la escuela. Conversaciones pedagógicas No. 3 (2007, p. 85)

López, C., & Morante, B. M. F. (2004). Estudio de casos. F. Salvador Mata, JL Rodríguez Diéguez y A. Bolívar Botia, Diccionario enciclopédico de didáctica. Málaga, Aljibe.

López, P., Andrade, H. (2013). Aprendizaje con robótica: algunas experiencias. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/440/44028564003.pdf>

Macia, M. B. (2009). La profesionalización docente en Colombia. Revista colombiana de sociología, 32(2), 111p.

Masuo, A., Prasad, L., Su-Yeon, M., Guoping, Z. (2009). Políticas de I+D en Asia. Recuperado de [https://www.casaasia.es/documentos/politicas\\_id\\_asia.pdf](https://www.casaasia.es/documentos/politicas_id_asia.pdf)

Ministerio de Educación de Colombia. (2010). Una mirada a partir de tres ejes de formación. Recuperado de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-242092.html>

Misterio de educación nacional. (19 de junio de 2002).Artículo 4[capitulo 1]. Estatuto de profesionalización docente. [Decreto 1278 de 2002]. Recuperado de [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86102\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86102_archivo_pdf.pdf)

Molina, M. (2008). Teoría de la sombra. Revista de la Universidad de México. Volumen (54), 103-103.

Morrison, G. S. (2005). Educación infantil. Pearson Educación.

Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. Journal of Technology in Education and Learning, 1, 209-0015.

Odorico, H. (2005). La robótica desde una perspectiva pedagógica. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Vol. 2(5), págs. 33-48.

Odorico, H., Lage, F.,Cataldi, Z., (2009). Educación en robótica: una tecnología integradora. Recuperado de <http://gte2.uib.es/edutec/sites/default/files/congresos/edutec07/aprobedutec07/docs/45.pdf>

Ordoñez, C. L. (2004). Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. De las concepciones a las prácticas pedagógicas. Revista de estudios sociales No 19, (2004, p.7-12).

Perú Educa: Sistema digital para el aprendizaje. (2016). Fundamento pedagógico: robótica educativa. Recuperado de <http://www.perueduca.pe/robotica/>

Ramírez, P. A. L., & Sosa, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. Revista Educación, 37(1), 43-63.

Rodríguez, J. M. (2011). Métodos de investigación cualitativa. Revista de Investigación Silogismo, 1(08).

Roel, V. (1998). La tercera revolución industrial y la era del conocimiento. UNMSM. Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/historia/tercera\\_revoluc/archivos%20PDF/pr efacio\\_breveintroduccion.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/libros/historia/tercera_revoluc/archivos%20PDF/pr efacio_breveintroduccion.pdf)

Ruiz-Velasco, E. (2007). Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Díaz de Santos-UNAM. Madrid.

Runge, A. K. (2002). Una epistemología histórica de la pedagogía: el trabajo de Olga Lucía Zuluaga. Revista de Pedagogía, 23(68), 361-385.

Sacristán, J. G., Martínez, C. R., Llavador, F. B., Enguita, M. F., Santome, J. T., Arroyo, M. G.,... & Linuesa, M. C. (2010). Saberes e incertidumbres sobre el currículum. Ediciones Morata.

Salazar, L. (2000). Robótica infantil y logo. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9SwYIjjjDKkJ:bibliotecadigital.com evyt.org.mx/colecciones/documentos/somece/110.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>

Sánchez-Martín, F. M., Jiménez Schlegl, P., Millán Rodríguez, F., Salvador-Bayarri, J., Monllau Font, V., Palou Redorta, J., & Villavicencio Mavrich, H. (2007). Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci (Parte II). Actas Urológicas Españolas, 31(3), 185-196.

Sandín Esteban, M. P., & Esteban, M. P. S. (2003). Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones.

Sandoval, F. Á. D., Zambrano, D. G. A., & Montaña, Ó. A. E. (2014). Experiencia docente de profesionales no licenciados en la escuela pública del Distrito. Actualidades Pedagógicas, (63), 39-60p.

Saxe, E. B., & Murillo, A. C. (2011). Construccinismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. Revista Actualidades Investigativas en Educación, 4(1).

Scratch.org. (2015). Recuperado de <https://scratch.mit.edu/>

Solórzano, C. M. V. (2009). Referente sociotecnopedagógico para la era digital. Innovación Educativa, 9(47), 45-50.

Tamir, A., & Beviá, F. R. (2008). Ciencia y Arte Luz y Sombra. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8753/1/LUZ%20Y%20SOMBRA.pdf>

Universidad de Antioquia. (2016). Semillero aprendiendo robótica. Recuperado de <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/resultado-busqueda/?cx=007898799129263925194%3Afreixweuvm&ie=UTF-8&q=semillero+de+robotica>

Urdiales, C. (2002). Introducción a la robótica. Recuperado de <http://www.grupoisis.uma.es/microbot/public/robots.pdf>

Valderrama, F. (2008). Módulo de robótica. Recuperado de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/299011/299011\\_Robotica/Robotica\\_299011.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/299011/299011_Robotica/Robotica_299011.pdf)

Van Manen, Max. (2003). Investigación educativa y experiencia vivida. Barcelona: Idea Books, S.A. tomado desde: <http://doctorado.jairomolina.com.ve/wp-content/uploads/2015/06/Van-Manen-Libro-Investigacion-educativa-y-experiencia-de-vida.pdf>

Vásquez, A. (2014). Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación Stem para la Media Técnica en desarrollo de software. Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5139#.WArHzeDhDIU>

## 10 Anexos

### Formato de confidencialidad

#### ENTREVISTA

##### Trabajo de grado: Luces y sombras en la educación en robótica

Usted está siendo invitado (a) a participar en una entrevista en el marco del trabajo de grado titulado ‘Luces y sombra en la formación en robótica’ del programa de Pedagogía Infantil de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en el cual se indagará por las concepciones, discursos, prácticas y estrategias que tienen diferentes profesionales adscritos a la empresa Pygmalion, sobre su programa de educación en robótica.

La información generada durante la entrevista será usada estrictamente para fines investigativos y académicos, respetamos su derecho de retirar este consentimiento en cualquier momento y garantizamos la confidencialidad de la información aportada.

#### Consentimiento de Participación

Estoy de acuerdo con que \_\_\_\_\_ con documento \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ con documento \_\_\_\_\_ graben \_\_\_\_ tomen registro escrito \_\_\_\_ de la información aportada por mi durante la entrevista.

**Lugar y fecha** \_\_\_\_\_ / /

**Nombre** \_\_\_\_\_

**Identificación** \_\_\_\_\_

**Anexo 1: Sistematización entrevista semiestructurada**

<p><b>1. ¿Qué es para usted robótica, ciencia y tecnología?</b></p> <p>Sujeto 1: La robótica es la ciencia de los sistemas autónomos o semi autónomos que tienen la capacidad de realizar trabajos o actividades con una precisión, replicabilidad, eficiencia y eficacia mucho mayor que la de un ser humano. La robótica es una abstracción de la electrónica, la mecánica y la informática. La ciencia es el conjunto de conocimientos verificables a través del método científico. La tecnología es la ciencia aplicada. La tecnología busca mejorar la vida de los seres humanos transformando el entorno.</p> <p>Sujeto 2: La robótica es una disciplina que integra otras disciplinas: electrónica, informática y mecánica, la finalidad de la robótica está compuesta por 3 elementos: 1) Tareas tediosas para el hombre 2) Tareas peligrosas o forzadas 3) Tareas que requieren suma precisión no posible para el hombre. En la robótica se encuentra igualmente varios campos de aplicaciones: Industriales, Médicas, Entretenimiento, Militares, Espaciales, domésticas y por supuesto Educativa. La Ciencia, se basa en la explicación del porqué de los fenómenos físicos que nos rodean, tratando de encontrar una respuesta lógica y razonable, en ocasiones se suele confundir con aplicaciones, pero su fundamento está más relacionado con explicar aquello incomprendible que sirve para estructurar el pensamiento, abrir caminos de investigación o simplemente indagación. La tecnología, tiene la característica de facilitar procesos para el hombre, en ocasiones suele confundirse con ‘aparatos electrónicos’ únicamente, pero a través de la historia se ha encontrado que va desde la invención de la rueda hasta el invento del computador personal, ambos igual de importantes que cambiaron la historia de la humanidad. La ‘tecnología’ es ciencia aplicada; a partir de conocimientos teóricos se desarrollan inventos tecnológicos, p.e. El efecto fotoeléctrico no tenía ningún sentido para la sociedad en que Albert Einstein descubrió, años posteriores ha permitido la creación del alumbrado público, las comunicaciones, y la investigación en otros campos de conocimiento como la biología (fotosíntesis). En síntesis, la robótica es tecnología; ciencia aplicada al servicio del hombre.</p> <p>Sujeto 3: Robótica: Es la ciencia y la tecnología encargada del estudio, diseño, construcción y programación de robots. Ciencia: Conjunto de conocimientos adquiridos a través del estudio. Tecnología: Aplicación de conocimientos específicos.</p> <p>Sujeto 4: La robótica es diseño, construcción, ensamble y programación de robots. La ciencia son los conocimientos. La tecnología es la aplicación de las ciencias, a través de métodos, que están orientados a la solución de problemas.</p> <p>Sujeto 5: La robótica tiene que ver con el estudio de los componentes de un robot y el entorno tecnológico que lo acompaña. En cuanto a ciencia y tecnología, pienso que son disciplinas compuestas por habilidades específicas que son necesarias para desenvolverse como sujeto de la sociedad global.</p> <p>Sujeto 6: Robótica es una ciencia aplicada que se basa en el diseño, uso, y manipulación de robots autónomos. La ciencia es una forma de conocimiento. La tecnología es la manera de representar o aplicar ese conocimiento.</p>
---

**2. En su opinión ¿Cuáles son las creencias y percepciones que tienen las personas sobre robótica, ciencia, tecnología, y, la enseñanza y el aprendizaje de los mismos?**

Sujeto 1: El concepto de robótica está un poco viciado debido a la imagen Hollywoodense que se le vende al público en general, si las personas pensarán que la robótica se trata en realidad de cómo mejorar la calidad de vida de los seres humanos entenderían que no se puede reemplazar la humanidad por la robótica y que esta misma es inherente a la creatividad y al ingenio del hombre. Por otro lado, la ciencia y la tecnología suelen confundirse o se detecta en muchos casos la incapacidad de definir con claridad cada concepto y este es quizá uno de los paradigmas más grandes de la enseñanza. En general los estudiantes y los maestros en Colombia están acostumbrados a una educación pasiva, dictar, copiar, repetir, evaluar, pero esa visión de la educación ya no corresponde a las necesidades sociales y del mercado. La educación debe ser flexible, integral, universal. Ahora se puede aprender desde cualquier lugar del mundo en colegios y universidades que están a muchos kilómetros de la casa. Se requieren personas con un alto nivel de creatividad y recursividad que se adapten a los sistemas de información con facilidad y generen contenido de todo tipo y para todos los gustos. No es dictar el teorema de Pitágoras, es brindarle las herramientas para que lo descubra y lo aplique según el contexto y el entorno.

Sujeto 2: La gente suele ignorar que estos tres elementos están más de cerca de ellos de lo que se cree; a diario el uso de dispositivos electrónicos, automóviles, ropa, servicios en salud integran estos 3 elementos en su vida diaria. Cuando uno comienza a ver esta apreciación, uno se acerca a estos conceptos de una manera distinta, porque a veces se suele pensar que son sólo conceptos físicos, matemáticos y químicos, y aunque esto en parte es cierto no significa que seamos no aptos para desarrollarlos, quizás esta concepción venga de la educación tradicional, donde se tiene la creencia de que si no se es apto inmediatamente, se es inepto o incompetente, y más aún cuando uno no ve aplicación o uso alguno de códigos y símbolos sin sentido, no hay motivación alguna por aprender un poco.

Sujeto 3:

Sujeto 4: Se tiene una percepción futurista respecto a la robótica, como si fuese algo inalcanzable para nuestra actual sociedad y respecto al aprendizaje de la misma, se sienten atraídos por la curiosidad de saber el cómo se mueve un robot, como se arma y como toma decisiones.

Sujeto 5: Hasta hace poco yo pensaba lo mismo que la gran mayoría, que la ciencia y la tecnología y más aún la robótica, estaban solo al alcance de unos pocos, que los conocimientos y competencias propias de dichas disciplinas eran complejos y difíciles de aprender y sobretodo que eran difíciles de enseñar. Pienso que las personas a menudo sobredimensionan estos conceptos, les temen, les otorgan un nivel muy elevado y desconocen su utilidad práctica.

Sujeto 6: Percepciones de algo muy difícil o lejano, es más, produce asombro decir que se tiene relación con ese tipo de campos.

**3. ¿Qué contenidos sobre robótica considera primordiales para abordar en los diferentes espacios de aprendizaje donde interviene Pygmalion?**

Sujeto 1: La programación computacional, La mecánica de las cosas, La electricidad y la electrónica, El arte

Sujeto 2: "Electrónica (Opcional), Programación Computacional, Pensamiento Mecánico, Juego, Desarrollo de Proyectos propios

Sujeto 3: Conceptos básicos de Electrónica, Lógica de programación, Aplicaciones de la electrónica y la programación como uno solo

Sujeto 4:

Sujeto 5: Pienso que la estructura actual debe ser un punto de partida para construir el currículo, los tres ejes principales sobre los que descansan los módulos (electrónica, mecánica y robótica), deben seguir siendo la guía, pero es necesario retomar de la experiencia, las necesidades reales de los estudiantes y en torno a estas construirlo.

Sujeto 6: Robótica en la actualidad; robótica en las escuelas; competencias de robótica.

<p><b>4. ¿Qué estrategias/actividades considera deben estar presentes en el modelo Pygmalion para la enseñanza de la ciencia y la tecnología a través de la robótica educativa?</b></p>
<p>Sujeto 1: La lúdica a través del juego intencionado La diversidad de contenidos desde la ciencia hasta el arte. La experimentación a través de laboratorios y kits educativos La confianza entre el facilitador y los estudiantes Los campeonatos y las ferias de ciencia y tecnología La apuesta por la diversidad y la internacionalización, como un estudiante colombiano puede relacionarse con personas de otros países Kits educativos expansibles y otras herramientas que inviten a la con-creación y el aprendizaje significativo La narrativa Pygmalion</p>
<p>Sujeto 2: Deben existir al menos dos elementos; 1) Contexto: si no hay una razón de porque hacer algo o no, no se captura la atención, no se encuentra utilidad, y por ende se genera dispersión. 2) Desafío: nuestra mente aprende cuando somos desafiados, porque implica cambiar, pensar, construir y el resultado de este proceso es el aprendizaje, porque está sujeta a la emoción.</p>
<p>Sujeto 6: Actividad de indagación de saberes previos ¿Qué saben o creen sobre...?; retos en cada clase; evaluación constante (antes, durante, después)</p>

<p><b>5. ¿Qué estrategias o ejemplos utiliza (o ha escuchado) para convencer/motivar a los estudiantes o demás personas para que aprendan sobre ciencia y tecnología a través de la robótica educativa?</b></p>
<p>Sujeto 1: La motivación está relacionada con satisfacción y/o recompensa que conlleva realizar cierta actividad. La mejor forma de motivar a las personas a hacer algo es a través del ejemplo y la demostración. Y por ello cuando quiero motivar a los estudiantes hago lo siguiente: 1. Muestra de diferentes proyectos y/o aplicaciones relacionadas 2. Interacción de los estudiantes con dichas aplicaciones 3. ¿Qué? ¿Por qué?, ¿Como? ¿Para qué? ¿Quien? 4. A veces video que ayude a generar el contexto e interés en el que quiero que se desenvuelva la clase 5. Las actividades rompehielos y de activación 6. El lenguaje es muy importante, entonación de voz, no ser demasiado formal y tampoco tan informal. 7. La recompensa por los resultados de la clase o las actividades, un reconocimiento, felicitaciones, algo que motive al estudiante a seguir esforzándose 8. ¿La relación de las cosas con la vida real y el contexto en el que los estudiantes se desenvuelven, que le interesa al estudiante? 9. El reto y el aumento de la dificultad paulatinamente. 10. El juego intencionado para que entiendan un concepto específico</p>
<p>Sujeto 2: Competencias de Robótica, Desarrollo de proyectos poco convencionales.</p>
<p>Sujeto 3: Para la motivación de la programación me gusta usar ejemplos con los que ellos están muy familiarizados y que han generado mucho dinero, que al final es por donde le gusta al público, ej: whatsapp, angry birds, el mismo Facebook. Hacer mención de la domótica también creo que ayuda mucho, cuando ellos ven aplicaciones que son muy cercanas a ellos creo que es más fácil, como por ejemplo como desde su celular pueden controlar objetos, cosas, ayudan mucho.</p>
<p>Sujeto 4: Para motivar a los alumnos considero que es importante darles mayor información de las actividades desarrolladas (páginas web, vídeo-tutoriales, entre otros), también explicar conceptos técnicos con métodos lúdicos y hacer amena las clases con las actividades que los alumnos propongan (por ejemplo, en las actividades prácticas poner música, ver algún vídeo de interés común).</p>
<p>Sujeto 5: Trato de poner en las palabras del público el objeto de estudio, es decir de poner en</p>

contexto lo que para ellos no es tan usual, explico con situaciones que puede vivir cualquier persona, uso recursos que se encuentren al alcance de todos y trato de hacer muchas analogías y dar ejemplos para que los conceptos suenen familiares. Doy ejemplos de la utilidad de estas disciplinas en la vida y muestro (de ser posible) evidencias de cómo estas han cambiado al mundo y lo seguirán haciendo y que esto no pasaría si algunas personas no hubiesen decidido comprometerse con el estudio de las mismas.

Sujeto 6: La robótica es algo que nos rodea aunque no lo notemos; Si aprendes a programar desarrollarás muchas habilidades; La programación es el nuevo mundo de los inteligentes.

**6. ¿Cuáles deben ser las principales características de un facilitador?**

Sujeto 1: Algunas habilidades para enseñar: como se desenvuelve al exponer una idea, la voz, el carisma, el entusiasmo con el que transmite lo que sabe. El ejemplo: Ser un convencido de la construcción de la sociedad del conocimiento a través de la educación. Interesado por de la ciencia y la tecnología. Conocimientos básicos específicos sobre las temáticas relacionadas. Preferiblemente con una carrera afín Propiciar la creatividad y la interdisciplinaridad

Sujeto 2: Pro-activo y propositivo. Debe documentarse y capacitarse constantemente. Atento a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes.

Sujeto 3: Motivador – Dispuesto - Creativo

Sujeto 4: Un facilitador debe representar compromiso, respeto, motivación, liderazgo, servicio, concentración, disciplina y exigencia.

Sujeto 5: Un facilitador debe representar compromiso, respeto, motivación, liderazgo, servicio, concentración, disciplina y exigencia.

Sujeto 6: Debe ser claro, asertivo, proactivo, de buen carácter, paciente, responsable, con un alto sentido de la ética y una gran capacidad para el trabajo en equipo y bajo presión.

**7. Desde su experiencia ¿Cuál debería ser la cantidad de unidades y contenidos a trabajar en la propuesta curricular de Pygmalion?**

Sujeto 1: Creo que el contenido lo va a marcar el enfoque que se le quiera dar a la robótica Educativa, la cantidad de unidades estará delimitada por la cantidad y calidad de contenido que se quiera trabajar.

Sujeto 2: Consideraría 3 niveles iniciales: básico, medio y alto. Los contenidos por unidad deberían ser más 20 en cada nivel, sin límite.

Sujeto 3: Electrónica. Programación. Aplicaciones (Electrónica + Programación). Robótica.

Sujeto 4: Se debería seguir trabajando con las unidades actuales, sin embargo, sería interesante explorar nuevos contenidos como la construcción de nuevos modelos (con la plataforma educativa Innobot) orientados a: aplicaciones de domótica, aplicaciones industriales, competencias de robótica y solución de diversas problemáticas (por ejemplo, sembrado de plantas con el Innobot).

Sujeto 5: Pienso que la división por módulos funciona bien, pero los contenidos deben ser repensados y reestructurados. En la modalidad curricular, los contenidos deben adaptarse a los 4 periodos de la educación formal.

Sujeto 6: Unidades 4... contenidos 15 por unidad.

**8. ¿Cuál es su apreciación acerca de la enseñanza de la ciencia y la tecnología en las escuelas?**

Sujeto 1: La robótica educativa está revolucionando la forma como se enseña ciencia y tecnología, pero debe ser más incluyente aquellos niños y jóvenes interesados en el arte por ejemplo también deben encontrar la forma de integrarse en el camino. En general creo que los docentes sin importar el área deben capacitarse en TICS y Robótica Educativa.

Sujeto 2: Ha mejorado bastante con la oferta de herramientas que se vienen enseñando los últimos años, aun así, hay una postura de alto consumo de tecnología y no un enfoque productivo, esto debería revisarse, sino no habría el déficit de ingenieros.

Sujeto 3: Es un tema que ha cogido mucha fuerza por lo que su implementación y enseñanza está creciendo continuamente y de forma muy diversa.

Sujeto 4: No conozco este tipo de enseñanzas impartidas en colegios actualmente, sin embargo, en las materias de colegio en las que participé, siempre asociaban la materia Tecnología e informática, con el uso de computadores y sus funciones básicas omitiendo por completo los demás campos (electrónica, robótica, programación, entre otros), con base a lo anterior mi consideración es que se debe orientar la enseñanza de ciencia y tecnología en los colegios a la aplicación de conceptos teóricos que se miran en otras materias (artística, matemáticas, física, entre otras áreas).

Sujeto 5: Se queda corta, no existen los esfuerzos suficientes, los espacios adecuados, el material más idóneo. Son áreas del saber que han sido separadas y que no tienen que ver la una con la otra, en ciencias, la escuela se ha concentrado en los aspectos biológicos y ecológicos del entorno social, mientras en tecnología se ocupan de la mecanización de conceptos y el trabajo manual, desconociendo todo el bagaje conceptual y la importancia que para el ser humano tienen ambas.

Sujeto 6: Que debe ser más experimental, deben propiciar la investigación, el cuestionamiento y el desarrollo de ideas.

## Anexo 2: Protocolos experiencia Facilitadores

Sujeto 1: Mi experiencia como facilitador, ha pasado por diferentes etapas donde se pueden evidenciar en cada una de ellas la evolución en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y la mía como facilitador y persona. Ver en el proceso que las expectativas que tenía los estudiantes se iban cumpliendo y que en ocasiones algunos estudiantes que inicialmente no mostraban interés, fueron los mejores las prácticas realizadas, era realmente motivador. En general se pude percibir a lo largo de este tiempo, que la mayor parte de los estudiantes estaban siempre motivados en las clases viendo que estaban haciendo cosas que pensaban antes de iniciar estas clases, que eran temas avanzados y complicados de entender y a los cuales el acceso era limitado para estudiantes como ellos. Conocer a diferentes estudiantes con diferentes historias de vida y diferentes dificultades, donde a ti como facilitador te veían como alguien quien les habría diferentes puestas a nuevos conocimientos y experiencias que pueden ayudarlos en un a construir nuevas oportunidades, que ayuden con su progreso de formación académica y personal, es realmente gratificante, y más cuando al finalizar cada clase todos te daban las gracias por compartir con ellos todos esos conocimientos que se requerían en todos los tema vistos.

Sujeto 2: No quiero especificar mi experiencia con ningún colegio pues en cada uno se vive y se siente un ambiente diferente, pero es general el aprendizaje que me queda, en lo personal y en lo profesional de este proyecto. Aunque desde un principio se evidencio que no todos los chicos estaban interesados en el tema, pues fue una materia obligada para ellos, con uno solo que estuvo interesado todo el año se siente la satisfacción del deber cumplido, y lo bueno es que no solo era uno por salón eran varios, quienes en todas las clases estuvieron atentos a las temáticas, hacían preguntas, querían ir más allá y lo que más me sorprendió y no creo ser la única facilitadora que lo piense, es que el que menos esperabas que se interesaba, era quién se asombraba con un montaje de un circuito, era quién le gustaba la programación, era quién en la clase se sentaba de primero para poder recibirla. Se hizo una excelente tarea, se puede reflejar en muchos chicos, que, aunque no les va bien en todas las materias, en robótica les fue bien todo el año y preguntan ya en esta etapa final, si el otro año van a volver a ver la materia. Ésta fue una experiencia gratificante e importante para mí como facilitadora, tanto a nivel personal por todo lo que anteriormente mencione, y a nivel profesional pues me abrió una puerta enorme al mundo de la docencia del cual quisiera seguir haciendo parte.

Sujeto 3: Mi experiencia en general como facilitadora ha sido muy importante para hacerme crecer, pues no había tenido la oportunidad de dirigir un grupo, de manejar estudiantes, de hacerme entender y para mí ha sido un gran reto. Aunque he tenido muchas dificultades y los docentes se han ausentado mucho en mis clases he sabido proceder y he aprendido a ser paciente, a relacionarme con los estudiantes de una forma amigable, pues en un principio tenía la idea de que poner disciplina en un grupo era imponerme regañando y poco a poco he aprendido técnicas y métodos de disciplinar hablando o tomando otras medidas. Les agradezco mucho el apoyo que me brindaron TODOS ante la

<p>dificultad que tuve con una Institución y en realidad me di cuenta que no estoy sola en este proceso y en definitiva ha sido un aprendizaje completo para mí en todos los aspectos. Hasta ahora me siento muy capaz de hacer mi trabajo como facilitadora y hacerlo muy bien, llegando a los estudiantes con conocimientos nuevos y creando en ellos una inquietud por la tecnología y por aprender nuevas cosas. No es solamente llegar a decirles "copien este programa a ver que ...", no, yo creo que el objetivo de este proyecto es que aprendan algo, que sepan que está pasando, así no se aprendan todo de memoria pero que algo les quede, además que vean que hay otras opciones y que la ingeniería no es solamente "Matemáticas".</p>
<p>Sujeto 4: Llegar al aula de clases y trabajar con estudiantes de diversas edades y con infinidad de intereses, oportunidades y necesidades, me lleva a pensar cómo educar en ciencia y tecnología les puede brindar una mejor formación para sus vidas, para que a futuro ellos comprendan los cambios tecnológicos, científicos y sociales que los rodean de una manera crítica y participativa. De cierta manera, educar en estas áreas es generar incógnitas en los estudiantes, para que sean ellos quienes se empoderen de sus aprendizajes a través de la pregunta y la búsqueda de respuestas, y sobre todo que vean la robótica de una manera diferente en la que pueda generar nuevas oportunidades de aprendizaje.</p>
<p>Sujeto 5: Si una persona que está en contacto con la tecnología no deja de sorprenderse con los avances que se logran continuamente, entonces es mayor la capacidad de asombro de un niño o joven que ve como su robot realiza movimientos básicos con instrucciones de código sencillas; muy pocos padres pueden imaginarse que sus hijos estudian en un colegio en el que una de las materias obligatorias es Robótica, más bien, parece una historia de alguna institución educativa del Japón, donde es común incentivar diferentes áreas del saber a temprana edad. La Tecnología es un aliado incondicional para transformar la calidad de la educación en Colombia, es gratificante ser parte de esta transformación ya que proyectos como éste motivan el aprendizaje y encaminan a los estudiantes a explotar al máximo sus habilidades.</p>
<p>Sujeto 6: Para mí educar significa en pocas palabras transmitir un conocimiento que el educador posee pero el educando no tiene, o si lo tiene no lo ha desarrollado en totalidad por falta de acompañamiento; ese para mí es la tarea más importante y significativa que tengo en el aula de clase, acompañar a los estudiantes en el largo camino del aprendizaje, y por medio de la robótica (que en mí caso la convierto en un juego) hago ese camino mucho más agradable y entretenido, algo que en mi opinión he logrado debido a que tengo experiencias con estudiantes que no van muy bien en su proceso educativo pero a lo largo del año este se ha mejorado, chicos que las directivas tienen entre ojos por sus faltas pero gracias al el proceso en las aulas y en las competencias han cambiado de ser el chico fastidioso y grosero al chico activo y triunfador.</p>

### Anexo 3: Entrevista semi estructurada #2 (Grupal)

¿En las diferentes sesiones cuáles temas le han dado mayor dificultad abordar con los estudiantes?

- Transistores y cálculo de valores de resistencias en paralelo
- La parte de explicar transistores fue un poco compleja que entendieran los pines y la parte de explicar sintaxis, se hacían la pregunta de por qué debía ser así.
- como hacer un robot
- Transistores - Variables de programación - Cómo funcionan los motores
- Variables de programación Transistores Motores

¿En las diferentes sesiones cuáles temas le han dado menor dificultad abordar con los estudiantes?

- La parte de programación como tal, la manera de dar instrucciones casi todas recuerdan esto luego.
- el ensamble es algo muy intuitivo para los estudiantes
- Led, Resistencias, Energía, Ensamble de robot
- Armar el Innobot y los principios básicos de la programación

- En electrónica, se abordó muy el tema de resistencias, Led y motores. En robótica, el montaje y construcción se trabajó muy bien.

Desde su experiencia ¿Cuáles son las mayores dificultades que se presentan al momento de enseñar?

- Mantener el orden y el interés de los alumnos durante toda la sesión
- El ser claros y prácticos al momento de enseñar un tema para así lograr que los estudiantes lo entiendan y lo puedan aplicar correctamente. Luego, también lograr la mayor atención y disposición de los estudiantes durante cada clase, buscando siempre que estén motivados.
- La parte de disciplina los dos colegios son un poco difíciles en este sentido.
- estar en los computadores
- la falta de disposición de los estudiantes
- que hablan mucho
- En algunos grupos lo numerosos que son dificulta altamente el aprendizaje y en temas teóricos donde no ven una aplicación inmediata pero que en las practicas posteriores no evidencian dificultades
- El desorden, ya que al estar presente siempre en el colegio tengo la posibilidad de interactuar con los estudiantes, y ello me permite siempre estar en experimento en cuando a la forma de enseñar. Ejemplo: Marial Del Mar, niña de octavo-1, literalmente no me dejaba dar clases era de las que me dejaba todo tirado y simplemente me decía profe no quiero hacer nada y se salía de clase, La solución fue muy sencilla, DIVIDE Y VENCERAS. la tome solo a Ella y le di una clase y le mostré la importancia y la facilidad de los temas ya que siempre me decía "profe no entiendo", después de una clase, esta chica se convirtió en la genio del salón.
- Valoración Maestro/ Maestra Cooperador: En general, los facilitadores están de acuerdo con la presencia y el trabajo realizado por parte de los maestros cooperadores en el aula de clase, haciendo mención de ellos como una parte importante del proceso formativo de cada estudiante.
- Valoración Proceso Educativo: Los facilitadores manifiestan agrado e interés por mejorar los procesos educativos de sus estudiantes, valoran lo realizado hasta ahora como una tarea complementaria a sus saberes disciplinares y que se evidencia en el manejo de los recursos para la comprensión de contenidos referentes al campo de la robótica.
- Valoración Facilitadores: Los facilitadores reconocen que aún falta mucho por implementar con los estudiantes y que a pesar de las dificultades los mismos demuestran interés por lo enseñado en cada sesión.

