



**Institución Universitaria**

# **El pensamiento computacional: habilidades y actitudes en el área de tecnología de la educación media**

**Juan Camilo Ortega Arbeláez**

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas  
Medellín, Colombia  
2022

# **El pensamiento computacional: habilidades y actitudes en el área de tecnología de la educación media**

**Juan Camilo Ortega Arbeláez**

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Maestría en ciencias: Innovación en educación**

Director:

MSc. Alberto Alejandro Piedrahita Ospina

Línea de Investigación:

Didáctica, medios y ambientes de aprendizaje

Grupo de Investigación:

Didáctica y modelación en ciencias básicas (Da Vinci)

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas  
Medellín, Colombia

2022

*Dedicado*

*A mi familia.*

*A mis estudiantes, fuente de motivación.*

## Agradecimientos

Esta tesis de maestría no se hubiese podido realizar, sin el apoyo y participación de un grupo de personas a las cuales les expreso mi más sentido agradecimiento.

A mis padres, Luz Marina y Juan Pablo, por posibilitar siempre durante toda mi vida espacios de amor, libertad y cultura, por apoyarme en cada uno de los proyectos que he decidido emprender.

A mis hermanas, Carolina, Oriana y Daniela, por su ejemplo, apoyo y tenacidad, lo cual fue muy inspirador para mí.

A mi sobrino Salvador, por sacarme muchas sonrisas y ayudarme en la validación de muchas de las ideas.

A mis compañeros de programa, Lina, Yulieth, Jennifer y Alejandro, por sus valiosos aportes, conversaciones, críticas constructivas y por los bellos momentos que compartimos.

A mis estudiantes, quienes fueron el corazón de este trabajo de investigación, por su disposición, por sus aportes, por permitirme explorar en el desarrollo de mi práctica docente.

Y finalmente a mi asesor Alejandro, quien con su paciencia, comprensión y aportes pertinentes, me permitió encontrar una ruta e identidad, la cual fue muy importante para llevar a buen término este trabajo de investigación.

## Resumen

El presente proyecto de investigación buscó analizar el desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional con estudiantes de educación media, que les permitieran asumir nuevas maneras de plantear soluciones a situaciones problema desde diversos enfoques, ya sea analítico o algorítmico, mediante el uso de algún agente procesador de información. Se buscó, en primer lugar, describir el pensamiento computacional como elemento importante en la formación del futuro ciudadano; en segundo lugar, diseñar e implementar una unidad didáctica para promover y fortalecer el desarrollo del pensamiento computacional; y finalmente, sistematizar los resultados de la propuesta didáctica a implementar. Para llevar a cabo la propuesta se planteó una metodología bajo un enfoque cualitativo, ya que se buscaba identificar los sentimientos y percepciones del estudiante durante su experiencia de aprendizaje. El método que se aplicó fue la Investigación Acción Educativa, el cual permitió al profesor estar constantemente reflexionando sobre su accionar, revisar y mejorar su práctica. Este método se articuló conforme al modelo de aprendizaje basado en proyectos que, como metodología activa, contribuyó a materializar en los estudiantes esas habilidades y actitudes del pensamiento computacional que fueron analizadas. Finalmente, con el diseño e implementación de las secuencias de actividades en la unidad didáctica, se obtuvieron elementos de análisis, que luego de ser sistematizados, permitieron evidenciar en los estudiantes de la educación media, el desarrollo algunas habilidades y actitudes del pensamiento computacional.

**Palabras clave: (Pensamiento computacional, área de tecnología, educación media, aprendizaje basado en proyectos).**

## Abstract

This research project pursued to analyze the development of skills and attitudes in computational thinking with high school students, which would allow them to consider new ways of proposing solutions to problem situations from different approaches, either analytical or algorithmic, using certain agent information processors. Its aim is first, to describe computational thinking as an essential element in the formation of the future citizen; second, to design and implement a didactic unit to promote and strengthen the development of computational thinking; and finally, to systematize the results of the didactic suggestion implemented. To achieve the pitch, the methodology proposed was under a qualitative approach, since it sought to identify the feelings and perceptions of the student during their learning experience. The method applied was Educational Action Research, which allowed the teacher to assess their actions, and analyze and improve their practice constantly. This method according to the project-based learning model articulated, as an active methodology, contributed to developing in the students those skills and attitudes of computational thinking analyzed. Finally, with the design and implementation of the activities in the didactic unit, obtained elements of analysis, which after systematizing, made it possible to show the students of higher education, the development of the skills and attitudes of computational thinking.

**Keywords: (Computational thinking, technology area, high school, project-based learning).**

# Contenido

<b>1. Preliminares</b> .....	<b>20</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	20
1.2 Pregunta de investigación.....	24
1.3 Objetivos.....	24
1.3.1 Objetivo General.....	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	24
<b>2. Marco de referencia y antecedentes</b> .....	<b>25</b>
2.1 Marco de referencia.....	25
2.1.1 El Pensamiento Computacional.....	25
2.1.2 Habilidades y Actitudes del pensamiento computacional.....	31
2.1.3 Aprendizaje basado en proyectos.....	33
2.1.4 El área de tecnología.....	35
2.2 Antecedentes.....	37
2.3 Marco contextual.....	40
<b>3. Metodología</b> .....	<b>41</b>
3.1 Diseño o Enfoque.....	41
3.2 Método, Técnicas e Instrumentos de recolección de información.....	42
3.2.1 Método.....	42
3.2.2 Técnicas.....	43
3.2.3 Instrumentos y codificación.....	44
3.3 Categorías.....	48
3.3.1 Primera Categoría.....	49
3.3.2 Segunda Categoría.....	50
3.4 Descripción de la propuesta didáctica y modelo de aprendizaje.....	51
3.4.1 Descripción de la propuesta didáctica.....	51
3.4.2 Modelo de aprendizaje.....	52
<b>4. Unidad didáctica</b> .....	<b>55</b>
4.1 Secuencia 1: Atrévete a dibujar en un lienzo digital.....	55
4.1.1 Identificación de la actividad a implementar.....	55
4.1.2 Justificación, objetivos de aprendizaje, ambientes y espacio físico.....	56
4.1.3 Desarrollo de la actividad.....	57
4.1.4 Evaluación de los aprendizajes.....	72
4.2 Secuencia 2: Sensores y sentidos.....	74
4.2.1 Identificación de la actividad a implementar.....	74
4.2.2 Justificación, objetivos de aprendizaje, ambientes y espacio físico.....	75

4.2.3	Desarrollo de la actividad .....	77
4.2.4	Evaluación de los aprendizajes .....	90
<b>5.</b>	<b>Análisis de resultados .....</b>	<b>92</b>
5.1	El pensamiento algorítmico .....	92
5.2	La generalización .....	95
5.3	La descomposición .....	98
5.4	La abstracción .....	100
5.5	Pensar en términos de evaluación .....	102
5.6	Actitudes .....	104
<b>6.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>113</b>
6.1	Conclusiones .....	113
6.2	Recomendaciones .....	115



## Lista de figuras

Figura 1: El Helecho.....	58
Figura 2: Triángulo de Sierpinsky.....	58
Figura 3: Fichas reto 1.....	60
Figura 4: Resultado esperado reto 1.....	61
Figura 5: Resultado posible en programación del reto 1.....	61
Figura 6: Fichas reto 2.....	62
Figura 7: Posible solución reto 2.....	62
Figura 8: Creación de bloques en SCRATCH.....	63
Figura 9: Cuadrado usando bloques.....	64
Figura 10: Bloques de programación por cada polígono regular.....	64
Figura 11: Fichas del programa principal en reto 3 de los bloques.....	65
Figura 12: Resultado reto 3.....	65
Figura 13: Creación de variables en SCRATCH.....	66
Figura 14: Etiqueta “Sensores” - Ficha “preguntar y esperar”.....	67
Figura 15: Etiqueta “Sensores” - Fichas “preguntar y esperar” y “Respuesta”.....	67
Figura 16: Programa para solicitar número de lados y esperar respuesta.....	67
Figura 17: Resultado de ejecución del programa que solicita número de lados al usuario 68	68
Figura 18: Ejercicio reto 4, con un error.....	69
Figura 19: Resultado si el usuario ingresa 6 lados.....	69
Figura 20: Programa sin errores.....	70

Figura 21: Anidar ciclos “repetir” .....	71
Figura 22: Posible resultado reto 5.....	72
Figura 23: Formato de coevaluación y heteroevaluación .....	73
Figura 24: Protoboard .....	78
Figura 25: Resistencia de 10KΩ .....	79
Figura 26: Código de colores para las resistencias .....	79
Figura 27: Diodo led.....	80
Figura 28: Interruptor tipo botón.....	80
Figura 29: Tarjeta de desarrollo Arduino UNO .....	81
Figura 30: Sensor de humedad de suelo.....	82
Figura 31: Montaje de circuito en protoboard y conexiones en placa Arduino .....	84
Figura 32: Entorno gráfico S4A .....	85
Figura 33: Entorno gráfico del Firmware para cargar en la placa Arduino .....	85
Figura 34: Diseño del botón que representa el bombillo led .....	86
Figura 35: Botones ON y OFF.....	87
Figura 36: Programa principal.....	88
Figura 37: Programa de encendido .....	88
Figura 38: Programa de apagado .....	89
Figura 39: Formato de coevaluación y heteroevaluación .....	91
Figura 40: Respuesta del estudiante E64_G11_M según instrumento CF1-RETOS-S1..	92
Figura 41: Pantallazo tomado del instrumento “VID20_11_S1_ALG_E64_20220323”, “00:51” .....	93
Figura 42: Pantallazo tomado del instrumento “VID10_10_S1_ALG_E10_20220322” y foto del CF1-RETOS-S1 .....	94
Figura 43: Pantallazo tomado del instrumento “VID15_10_S1_ALG_E19_20220322” y foto del CF1-RETOS-S1 .....	94
Figura 44: Pantallazo a instrumento de video “VID10_10_S1_ALG_GEN_E10_20211110” 95	
Figura 45: Respuesta del estudiante E50_G11_F según instrumento CF1-RETOS-S1 ..	96

---

Figura 46: Pantallazo a instrumento de video “VID2_11_S1_GEN_E106_20211025” .....	97
Figura 47: Pantallazo a instrumento de video “VID3_11_S1_DES-ABS_E107_20211025” 98	
Figura 48: Pantallazo tomado del instrumento “VID14_10_S1_DES_ABS_E12- E6_20211110” y foto del CF1-RETOS-S1 .....	99
Figura 49: Pantallazo tomado del instrumento “VID1_10_S2_ABS_E1-E10_20220420” 101	
Figura 50: Pantallazo tomado del instrumento “VID9_11_S1_EVAL_E45-E68_20211108” 102	
Figura 51: Pantallazo tomado del instrumento “VID22_10_S1_EVAL_E12_20220329” y foto del CF1-RETOS-S1 .....	103
Figura 52: Pantallazos de la dificultad, tomados del instrumento “VID17_10_S2_ACT-E1- E10-E16_20220426” .....	105
Figura 53: Pantallazos de la solución, tomados del instrumento “VID17_10_S2_ACT-E1- E10-E16_20220426” .....	105
Figura 54: Pantallazo de la solución, tomado del instrumento “VID19_10_S2_ACT-1-2-3- 4-SOLUCION_G2-E6-E12-E20_20220426” .....	106
Figura 55: Pantallazo tomado del instrumento VID17_10_S2_ACT-1-2-3-4_G3-E1-E10- E16_20220426 .....	107
Figura 56: Foto instrumento “CF1-PRACTICA-S2” .....	108
Figura 57: Foto instrumento “CF1-PRACTICA-S2” .....	108
Figura 58: Proyecto final 1: Carro led .....	109
Figura 59: Proyecto final 2: Luces automáticas de dormitorio .....	110
Figura 60: Proyecto final 3: Semáforo .....	110
Figura 61: Proyecto final 4: Cubo led 3x3x3 .....	110
Figura 62: Proyecto final 5: Grúa robótica .....	111
Figura 63: Proyecto final 6: Murciélago con ultrasonido .....	111
Figura 64: Proyecto final 7: Sensor de humedad en suelo .....	111
Figura 65: Proyecto final 8: Sensor de nivel de agua .....	112

## Introducción

El pensamiento computacional fue entendido inicialmente por Wing (2006) como una habilidad que debería ser desarrollada por todas las personas, indistintamente si son o no profesionales de las ciencias de la computación, ya que mejoraba la capacidad analítica de los individuos. Años más tarde, agregaba que éste podría entenderse, como procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones, las cuales podrían llevarse a cabo, de manera más eficiente por un agente de procesamiento de información. (Wing, 2011). De manera similar, Balladares et ál. (2016), también lo concibió como un proceso de pensamiento complejo, que permitía atender a una necesidad social de resolución de problemas de manera diferente, utilizando herramientas tecnológicas comunes a su propio contexto.

En la búsqueda de consensos que aportasen a la conceptualización y entendimiento del pensamiento computacional, se llevaron a cabo dos encuentros en la ciudad de Washington D.C en 2010 y 2011, entre organizaciones científicas y la National Research Council (NRC); el primer encuentro trató sobre el alcance y naturaleza del pensamiento computacional y el segundo se centró en las consideraciones pedagógicas de éste. Debido al interés por comenzar acciones prácticas en el campo educativo que permitiesen implementar el pensamiento computacional en los centros educativos y ante la ausencia de consensos respecto a una definición, el ISTE & CSTA (2011), propusieron una definición operativa de pensamiento computacional, la cual se compone de unas habilidades: pensamiento algorítmico, la descomposición, la generalización, la abstracción y la evaluación; pero también de unas actitudes: Confianza para afrontar la complejidad, persistencia para trabajar con problemas difíciles, tolerancia para la ambigüedad, capacidad de enfrentar problemas abiertos y habilidad para comunicarse y

---

trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común. En el mismo orden de ideas, para Csizmadia et ál. (2015) el pensamiento computacional es un proceso cognitivo o de pensamiento, que utiliza el razonamiento lógico para la resolución de problemas e incluye dentro de este, las mismas habilidades y actitudes mencionadas anteriormente.

Este proyecto de investigación se llevó a cabo con estudiantes del grado 10° y 11° de la Institución Educativa Rural Carlos González, en el marco del curso de Tecnología e Informática, el cual se encuentra adscrito al proyecto educativo institucional (PEI) de la institución y buscó analizar el desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional, de acuerdo con lo planteado por ISTE & CSTA (2011) y Csizmadia et ál. (2015).

Como objetivo general se propone analizar el desarrollo de habilidades y actitudes del pensamiento computacional en estudiantes del área de tecnología de la educación media y para alcanzarlo de manera efectiva se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Reconocer el pensamiento computacional como elemento fundamental en la formación de un estudiante de educación media.
- Diseñar una unidad didáctica para promover el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes.
- Implementar la unidad didáctica conforme a la metodología de aprendizaje basada en proyectos y el método de Investigación Acción Educativa, tendientes a fortalecer el desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional.
- Sistematizar los resultados de la implementación de la unidad didáctica.

Como antecedentes se identificaron cinco trabajos relacionados, que buscaron en algunas instituciones educativas desarrollar habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes. En solo uno de los trabajos, el de Rondón (2020), se implementaron secuencias didácticas desde un enfoque del pensamiento computacional a modo desconectado, es decir, sin el uso de agentes tecnológicos procesadores de información; los otros cuatro, utilizaron como herramienta didáctica algún software de programación visual como SCRATCH o Make-Code y solo dos de los trabajos utilizaron placas electrónicas de desarrollo: Micro: Bit o la de LEGO, como complemento de hardware y apoyo didáctico a la programación visual, en el desarrollo de dichas habilidades.

En el presente trabajo de investigación fue muy importante, tal como lo planteaba Papert (1980) desarrollar habilidades y destrezas a través de tecnologías educativas que involucraran herramientas de software y otras de hardware, que les permitieran a los estudiantes experimentar los efectos de la programación de una manera más cercana y palpable, relacionando elementos de alta tecnología con ideas de ciencias, matemáticas y el diseño de prototipos.

En este caso se utilizó como herramienta de software una adaptación de SCRATCH para ARDUINO, desarrollada por el CITILAB en Barcelona-España, llamada S4A (Scratch para Arduino) y como complemento de hardware, la placa de desarrollo ARDUINO UNO, ampliamente utilizada en todo el mundo, cuya plataforma contiene su IDE propio y múltiples librerías para el desarrollo de gran cantidad de prototipos y proyectos. Es de resaltar que ninguno de los antecedentes utiliza esta combinación entre S4A y ARDUINO para desarrollar las habilidades y actitudes en pensamiento computacional, ni tampoco utiliza el modelo de aprendizaje el basado en proyectos, como si lo hace la presente investigación.

Con esta combinación didáctica en particular, se buscó que los estudiantes a partir de la programación gráfica en entorno similar al de SCRATCH, pudieran realizar prototipos y proyectos en el área de tecnología, utilizando la placa de desarrollo ARDUINO, pero sin necesidad de usar su IDE para programarlo, ya que esto se tendría que hacer bajo comandos de texto, que precisamente en ocasiones, es el causante de la repelencia en los estudiantes que inician por primera vez a programar.

Respecto de la metodología que orientó la investigación, tuvo un enfoque cualitativo, el cual permitió interpretar resultados desde los significados que van surgiendo en las mismas experiencias de los estudiantes al realizar las actividades. El método fue Investigación Acción Educativa (IAE) que según Restrepo (1996), permitió al docente ser a la par investigador, consintiendo mediante una reflexión profunda, analizar sobre la posibilidad de mejorar su práctica. Las técnicas que se utilizaron fueron: la observación participante y las entrevistas semiestructuradas, ya que fue importante aprovechar el rol de profesor en el sentido que, dicha familiaridad con los participantes pudo permitir una mayor espontaneidad al momento de implementar el proyecto y recolectar la información.

---

Los instrumentos que se perfilaron acordes con las técnicas fueron: los diarios de campo, los cuestionarios y las grabaciones audiovisuales.

Como propuesta didáctica, se diseñó e implementó una unidad didáctica, con la cual se pretendió analizar el desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional. La unidad didáctica se diseñó bajo los criterios de Sanmarti (2000) y con las características adaptadas de Ambrós (2009). Esta se dividió en dos secuencias de aprendizaje. La primera se tituló: Atrévete a dibujar en un lienzo digital, en ella se realizaron una serie de actividades con la extensión "Lápiz" en el software SCRATCH, para hacer una serie de dibujos de polígonos regulares. Se dividió en una serie de retos de programación y cada uno de ellos se enfocó en desarrollar en los participantes las habilidades de: pensamiento algorítmico, generalización, descomposición, abstracción y evaluación.

La segunda secuencia se tituló: Sensores y sentidos, en esta se utilizó el modelo de aprendizaje basado en proyectos conforme a lo planteado por Mergendoller (2006), aquí se desarrollaron una serie de proyectos tecnológicos. El primero fue un proyecto guiado y propuesto por el profesor, buscaba desarrollar actitudes en pensamiento computacional, pero estaba conectado con lo realizado en la primera secuencia. Se realizó en cuatro etapas y se utilizó como herramientas didácticas el software S4A y un kit de desarrollo con elementos de hardware como: placa ARDUINO UNO, interruptores, resistencias, protoboard, sensores, leds, entre otros. Todos estos proporcionados a los equipos de estudiantes por el profesor. En este proyecto los estudiantes obtuvieron como resultado una simulación de un sensor digital usando dos switches, que una vez se activaban, encendían o apagaban un bombillo led. Cabe resaltar que estas dos acciones se realizaban en doble vía: desde el software con efecto en el hardware y desde el hardware con efecto en el software.

Finalmente, los grupos de estudiantes realizaron un proyecto final basado en el guiado, donde pudieron poner en práctica lo anteriormente aprendido, debieron hacerlo por etapas, utilizando el software S4A, la placa de desarrollo ARDUINO y usando una serie de sensores y motores del kit facilitado; que en últimas reemplazarían al sensor digital del proyecto guiado, pero de esta manera se les daría más posibilidades para que pudieran resolver problemáticas en contexto con los prototipos a realizar.

# 1. Preliminares

## 1.1 Planteamiento del problema

Con el advenimiento de los grandes cambios tecnológicos a nivel global en el marco de la presente era digital, los gobiernos a corto y largo plazo han tenido que pensar en reformar algunos aspectos en el plano de lo educativo. (UNESCO, 2011). En el ámbito internacional, se puede mencionar el caso de Estados Unidos, donde se hicieron grandes esfuerzos por identificar y dar valor a las ciencias de la computación como disciplina que permeó aspectos de lo cotidiano, lo educativo y lo laboral. Cuando Wing (2006) publica por primera vez su artículo sobre el pensamiento computacional, se abre todo un debate que va desde su enfoque y naturaleza, hasta los aspectos pedagógicos que este conlleva, viéndose la gran necesidad de incorporar en los planes de estudio de las instituciones educativas unos estándares que inviten a adquirir ciertas habilidades y actitudes que permitan el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes. (ISTE & CSTA, 2011).

En el caso de los países de la Unión Europea, hace más de una década, se vienen haciendo investigaciones que buscan entender y transformar la educación y el aprendizaje en la presente era digital, estas investigaciones han servido, para ser tomadas como insumo en la implementación de políticas que aprovechen las tecnologías digitales, en la innovación de las prácticas educativas, en el favorecimiento del acceso del aprendizaje continuo y el fortalecimiento de habilidades y competencias digitales que impacten en lo laboral, personal y social.(Bocconi et ál., 2016).



En los últimos años, en los países de la Unión Europea, ha tomado fuerza la necesidad de implementar otro tipo de conceptos relacionados con las ciencias de la computación en la educación, abriéndose una serie de posibilidades que constituyen todo un desafío por resolver. Conceptos como codificar, algoritmos, programación, entre otros, se han incorporado en lo cotidiano como consecuencia del surgimiento de nuevas tecnologías digitales en la sociedad. En este nuevo escenario cabe preguntarse ¿Cuáles son las posibles habilidades y competencias propias del siglo XXI que deben los estudiantes desarrollar en el ámbito personal, laboral y social? máxime cuando se habla de alfabetización no solo en las áreas de matemáticas y lenguaje sino también de “la alfabetización en codificación”. (Bocconi et ál., 2016).

En relación con lo anterior, es aquí donde cobra importancia el Pensamiento Computacional, definido por Wing (2011) como “los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas y sus soluciones, de modo que estas se representen en una forma que pueda ser llevada a cabo de manera efectiva por un agente de procesamiento de información” (p. 1).

Si bien el pensamiento computacional está relacionado con las competencias digitales necesarias en ciudadanos del presente siglo, no basta solo con estas para desarrollarlo, se necesitan otro conjunto de habilidades, actitudes e ideas importantes para referirse a éste como tal. (Bocconi et ál., 2016).

En Colombia, en el informe de la misión internacional de sabios 2019, cuyo propósito fue reunir un grupo de expertos en las diferentes áreas del conocimiento para trazar la ruta del avance de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país, se hace mención a los desafíos históricos procedentes de la globalización y las megatendencias, que impactan a las personas en lo cotidiano: como el internet, la inteligencia artificial, la robótica, la nano y biotecnología, el mejoramiento del ambiente, entre otros. Esto hace necesario reinventar el sistema educativo junto con sus competencias y demandas en lo disciplinar, que darán pautas para la vida cotidiana, las carreras profesionales y los empleos del futuro. En el informe, se enfatiza que se deben desarrollar en los ciudadanos competencias base para la vida, también llamadas “Socioemocionales del siglo XXI”. (Gobierno de Colombia, 2019).

Como información complementaria a esto, se estima que los sistemas educativos en el mundo hacia el año 2030, se deben preparar en todos los niveles, ya que, un gran porcentaje de los empleos aún no han sido inventados. (ITTF, 2018), esto entra en relación con lo dicho por el informe realizado por la misión de sabios 2019, respecto a que es necesario “transformar la educación media del país e innovar métodos, herramientas y gestión educativa a partir de las grandes posibilidades que ofrece el desarrollo de las tecnologías convergentes e industria 4.0.” (Gobierno de Colombia, 2019, p. 34). Finalmente, se menciona dentro del ítem de propuesta de transformación en el ámbito educativo, que es necesario integrar el pensamiento computacional como “área básica” en el currículo. (Gobierno de Colombia, 2019, p. 301).

En este mismo ámbito de lo nacional, pero tomando como referente el documento que reglamenta los estándares para la enseñanza de la tecnología, titulado “Ser competente en tecnología: ¡Una necesidad para el desarrollo!”, no se menciona por lo menos de manera explícita y formal la intención de incorporar en la enseñanza el pensamiento computacional en las instituciones educativas, ya que no se cuenta con estándares para la enseñanza de las ciencias de la computación, lo que implica que los estudiantes podrían presentar grandes desventajas respecto a otros países, en cuanto a la formación de habilidades y competencias digitales que se demandan en el presente siglo. (MEN, 2008).

Adicional a esto, y transversal al área de tecnología, según el Ministerio de Educación Nacional a través de las competencias laborales generales, se deben preparar a los estudiantes de la básica y media académica para que estos se desempeñen en la vida productiva, pero este documento no se ha actualizado acorde a las habilidades y competencias necesarias para los empleos presentes y futuros. (MEN, 2004).

En el ámbito local, en la Institución Educativa Rural Carlos González, ubicada en el municipio de Belmira (Antioquia), donde se pretende implementar el presente proyecto de investigación, se tiene constituida según la directriz del Ministerio de Educación Nacional (MEN), el área de tecnología en su plan de estudios obligatorio, en ésta, el tipo de actividades que se desarrollan en el aula de clases están relacionadas, más que en

cualquier otra área o asignatura, con la utilización de recursos tecnológicos como computadoras, smartphones, Internet, placas electrónicas, entre otros. Es el espacio donde los estudiantes pueden de una manera más adecuada dentro de la institución educativa, entrar en relación directa no solo con otros compañeros, sino con estos instrumentos tecnológicos.

En el plan de estudios del área de tecnología para la educación media de la institución, hay un componente de programación en algún tipo de lenguaje como C++, Java, Python, entre otros. Sin embargo, a menudo sucede algo similar a lo que se planteó por la CSTA (2011) en Estados Unidos respecto a la enseñanza del área, puesto que el docente se centra exclusivamente en la tarea de programar, se hace énfasis en lo sintáctico y procedimental en mayor medida, dejando de lado otras habilidades como: la capacidad de pensar en términos de descomposición, en generalizaciones, hacer uso de patrones, abstracciones y representaciones. Esta tarea de programar se percibe en ocasiones de manera negativa por los estudiantes ya que la hace ver como una tarea aislada y desconectada de sus intereses y preocupaciones cotidianas, o como lo plantea Zapata-Ros (2019) se centra en la tarea de codificar por codificar.

También ocurre en la práctica educativa de los profesores algo similar a lo planteado por Balladares et ál. (2016) y es que se están privilegiando habilidades de pensamiento computacional que favorecen más al ámbito de lo algorítmico y poco a las habilidades que tienen que ver con la descomposición, la generalización, la abstracción y la evaluación. No se está dando la importancia al pensamiento computacional en la medida que este permite una mejor comprensión de estos nuevos escenarios complejos donde el uso de las tecnologías ha incursionado en la educación y que este puede ser una nueva forma de asumir la resolución de problemáticas en la vida cotidiana y en los proyectos planteados en el área de tecnología.

## 1.2 Pregunta de investigación

Con relación a la problemática planteada se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Se desarrollan adecuadamente habilidades y actitudes del pensamiento computacional en estudiantes de educación media en el área de tecnología? y de ser necesario, ¿Qué adecuaciones se deberían plantear?

## 1.3 Objetivos

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos, los cuales guiarán las etapas de la investigación durante su ejecución.

### 1.3.1 Objetivo General

Analizar el desarrollo de habilidades y actitudes del pensamiento computacional en estudiantes del área de tecnología de la educación media.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Reconocer el pensamiento computacional como elemento fundamental en la formación de un estudiante de educación media.
- Diseñar una unidad didáctica para promover el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes.
- Implementar la unidad didáctica conforme a la metodología de aprendizaje basada en proyectos y el método de Investigación Acción Educativa, tendientes a fortalecer el desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional.
- Sistematizar los resultados de la implementación de la unidad didáctica.

## 2. Marco de referencia y antecedentes

Resulta importante establecer un marco de referencia y algunos antecedentes que permitan precisar y delimitar en el momento de hacer alusión en el presente trabajo de investigación a: el pensamiento computacional, habilidades y actitudes del pensamiento computacional, aprendizaje basado en proyectos y el área de tecnología.

### 2.1 Marco de referencia

#### 2.1.1 El Pensamiento Computacional

Se puede considerar que los aportes iniciales a este pensamiento se dieron por parte del matemático Seymour Papert, quien ocupó gran parte de su vida a investigar sobre inteligencia artificial y tecnologías educativas, reconociendo el potencial de las computadoras en el campo de la educación. Papert fue el creador de LOGO, un lenguaje de programación de alto nivel para niños, con el cual podían programar los movimientos de un robot o ver la acción programada de este a través una pantalla, al programar el niño adquiriría la destreza para darle órdenes a uno de los dispositivos tecnológicos más modernos y poderosos, pero a su vez tenía relación con ideas propias de la ciencia, las matemáticas y el diseño de prototipos (Papert, 1980). Su gran interés por indagar sobre como los niños aprenden, lo llevó en algún momento de su vida a trabajar con Jean Piaget, además de tener el privilegio de ser uno de los fundadores del laboratorio de medios del Instituto Tecnológico de Massachussets, MIT Media Lab. (MIT News, 2016). Papert, propone una teoría educativa llamada construccionismo, la cual se basa en el constructivismo de Piaget, que de alguna manera le da sustento a su idea de implementación de tecnologías digitales en la educación. (Badilla, 2004).

Papert (1980) en su libro *MIND-STORMS Children, computers and powerful ideas*, deja claro su interés por la forma en como las personas piensan y aprenden, como las computadoras pueden ser un instrumento para que ellas cambien patrones de pensamiento y acceso al conocimiento. Su contribución va más hacia ayudar en

procesos mentales que instrumentales, de manera tal que, su influencia se hace efectiva y esencial así no se tenga el dispositivo físico. Además, afirma que las computadoras tienen el papel de ser transportadoras de semillas culturales, con unos productos intelectuales y que una vez echen raíces en las mentes de las personas, no es necesario el apoyo de estos instrumentos tecnológicos. Papert no introdujo una definición de pensamiento computacional, pero sus aportes contribuyeron a que otros autores si lo hicieran años después, como veremos a continuación con Jeannette M. Wing.

En 2006 es publicado un artículo en la revista *Communications of the ACM*, titulado: "Computational Thinking" y su autora fue precisamente J.M. Wing. Este se ha considerado por parte de la mayoría de las publicaciones, como el origen actual del término (Adell, 2019). En este artículo se plantea que el pensamiento computacional no se aplica solamente para los profesionales en computación, sino que consiste en una serie de actitudes y habilidades que todos deberíamos tener, como las de lectura, escritura y aritmética. El pensamiento computacional se basa en los conceptos fundamentales de las ciencias de la computación para aplicarlos en la resolución de problemas, el diseño de sistemas y entender el comportamiento humano. Este pensamiento implica enfrentar problemáticas con ayuda de las máquinas, situación que de otra manera quizás, ninguno de nosotros podría abordar solo, esto es, pensar de manera recursiva y paralela, implica el uso de la abstracción y la generalización para representar situaciones complejas, a su vez, pensar en términos de prevención y protección, además de realizar tareas de programación teniendo en cuenta situaciones de incertidumbre. En conclusión, el pensamiento computacional va mucho más allá que programar una computadora. (Wing, 2006).

En Estados Unidos, tras el auge y el interés que despertaron los asuntos referentes a entender y conceptualizar sobre el pensamiento computacional, algunas organizaciones científicas en compañía del National Research Council (NRC) realizaron dos talleres relacionados con esta temática, ambos se llevaron a cabo en la ciudad de Washington D.C, en 2010 y 2011 respectivamente. El primero trató sobre el alcance y naturaleza del pensamiento computacional y el segundo se centró en las consideraciones pedagógicas de este.

Del primer taller, como elemento importante se destaca que se definen unos posibles enfoques antes de aventurarse a una definición genérica de pensamiento computacional, esto ayudó a identificar sus elementos constitutivos y poder debatir sobre cada uno en particular.

Se consideró un primer enfoque relativo a los conceptos, aplicaciones, herramientas y conjuntos de habilidades, en esta línea personajes como Cuny, Snyder y Wing, consideran al pensamiento computacional como un proceso mental y de solución de problemas con la particularidad que las soluciones de estas pueden ser llevadas a cabo por un agente de proceso de información.

El segundo enfoque considera al pensamiento computacional como un proceso de abstracción, se reconocen entre sus características: la necesidad de considerar el pensamiento abstracto como el motor al momento de realizar procesos de automatización, se plantea la gestión de la complejidad como fundamento de la abstracción y se le da gran relevancia al uso de los videojuegos, en el sentido que éstos pueden ser una manera de simular situaciones reales.

El tercer enfoque concibe el pensamiento computacional como un lenguaje, se relaciona por lo general con la programación, se lo entiende como lenguaje en tanto, como este se considera una forma de expresión a través de un sistema de signos, se recupera el enfoque de programar para aprender, esto fortalece los procesos de alfabetización.

El cuarto enfoque lo concibe como una herramienta cognitiva, en tanto que el pensar y el hacer son necesarios al momento de resolver problemas, pero al momento de tener mejores herramientas como las computadoras, esto puede ayudar a hacerlo mejor.

Y finalmente, tenemos el enfoque del pensamiento computacional en modo desconectado, en el cual las computadoras u otros elementos tecnológicos no son necesarios para su desarrollo, en este se recuperan otros procesos asociados al pensamiento computacional como la clasificación, el ordenamiento y la descomposición. (National Research Council, 2010).

Haber identificado y definido esta variedad de enfoques contribuyó a que visiones particulares sobre pensamiento computacional, no fuesen excluyentes al momento de pensarse una definición y a su vez abre la posibilidad de adquirir una identidad respecto a la línea de trabajo sobre la cual puede tener más fuerza la investigación que se va a realizar.

En el segundo taller llevado a cabo en 2011, se discuten los aspectos pedagógicos del pensamiento computacional, esto se constituye como un impulso de gran importancia sobre todo en el ámbito de la enseñanza, porque permite en áreas como la biología, la genética, la geografía, la física, entre otras, visualizar mejores modelos a partir de simulaciones interactivas. También permite a los estudiantes al momento de manipular grandes cantidades de datos de algún tipo de experimento, poder identificar datos anómalos o poder modelar situaciones, algo que difícilmente puede hacerse sin contar con el recurso propio de este pensamiento. Al final en el informe, se deja claro que todavía no hay una unificación respecto a la definición de pensamiento computacional que permita su implementación en el ámbito de un currículo educativo, se enfatiza también, que los resultados del taller no corresponden a opiniones consensuadas, sino que solo se hace una presentación de las discusiones, además se dice que lo allí escrito no representa una visión de la NRC sobre las temáticas tratadas y se deja de manifiesto que existe diversidad de puntos de vista sobre muchos aspectos relacionados con el pensamiento computacional. (National Research Council, 2011).

Bajo este panorama y en ese mismo año, la International Society for Technology in Education (ISTE) y la Computer Science Teachers Association (CSTA) (2011), con el respaldo de la National Science Foundation (NSF), en conjunto proponen una definición operativa, en la cual se proporciona un marco y un vocabulario junto con unas características (Habilidades y actitudes) propias del pensamiento computacional, estas son:

Formular problemas de una manera que se permita usar una computadora u otras herramientas para resolverlo, organizar y analizar datos de una manera lógica, representar datos a través de abstracciones como modelos y simulaciones, automatizar soluciones a través del pensamiento algorítmico, identificar, analizar e interpretar posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más



---

eficiente y eficaz de pasos y recursos, generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas. Respecto a las actitudes estas son: Confianza para afrontar la complejidad, persistencia para trabajar con problemas difíciles, tolerancia para la ambigüedad, capacidad de enfrentar problemas abiertos y habilidad para comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común. (p. 13).

Estas habilidades y actitudes reunidas en una definición operativa se incluyen en el pensamiento computacional, pero no se limitan sólo a estas, es de resaltar que se elaboraron gracias al aporte y experiencia de diversos estamentos como lo fueron: los representantes de la educación superior, la industria y grupos de profesores en los Estados Unidos. Entre ellos se destaca la Computer Science Teachers Association (CSTA) que en 2011 publican por primera vez los “K-12 estándares para las ciencias de la computación”. Este documento buscaba que los estudiantes de todos los ciclos escolares se preparasen para las carreras y empleos que demanda el siglo XXI, además de buscar por parte de estos, el entendimiento de los principios y prácticas de las ciencias de la computación, área que ha incursionado en casi todas las disciplinas en la actualidad. Estos estándares plantean entre sus objetivos generales, que los estudiantes durante la resolución de problemas en las diferentes áreas puedan utilizar las habilidades del pensamiento computacional. Para ello se propone un modelo de tres niveles distribuidos en todo el ciclo escolar, a lo largo de estos niveles se profundizan en los estándares a partir de cinco ramas (el pensamiento computacional, la colaboración, práctica de computación, computadoras y dispositivos de comunicación y finalmente, los impactos a la comunidad: globales y éticos), como puede verse una de ellas corresponde precisamente al pensamiento computacional. (CSTA, 2011).

Mientras este era el panorama en Estados Unidos, en el continente Europeo también se venían realizando investigaciones sobre el pensamiento computacional y su importancia como competencia del siglo XXI, junto con la necesidad de incluirlo como parte de una política pública que lo implementara en el currículo obligatorio de las instituciones educativas de la Unión Europea. Desde esta perspectiva, se pueden identificar dos enfoques: El primero como alfabetización digital y el segundo como competencia. (Gómez, 2020).

Respecto al primer enfoque, este se caracteriza por considerar los procesos y contenidos del pensamiento computacional en la enseñanza y la necesidad de incluirlo dentro del currículo, además de comprenderlo más allá de la programación. También se plantea que no es necesario esperar hasta niveles de grados avanzados para iniciar el aprendizaje de habilidades en programación, se podría iniciar desde etapas tempranas a través de otras actividades como por ejemplo en las artes, a esto se le denominó “precoding”. (Zapata-Ros, 2019).

De esto se desprende lo que Zapata-Ros (2015) plantea como alfabetización digital, para él, esta se considera como una capacidad de utilizar fuentes digitales de forma eficaz, para resolver problemas a través de un tipo especial de pensamiento, pero no en la manera como la información se procesa. Así entonces, se entiende el pensamiento computacional como una manera de resolución de problemas.

En cuanto al segundo enfoque del pensamiento computacional como competencia, se ve reflejado en lo expresado por la Joint Research Center (JRC) en 2016. En el informe titulado “El desarrollo del pensamiento computacional en la educación obligatoria” se plantean las siguientes ideas o pretensiones: Describir y analizar resultados de investigaciones recientes; adicionalmente, las iniciativas y políticas de base para desarrollar el pensamiento computacional como una competencia para el siglo XXI entre los escolares; también, impartir nuevas habilidades digitales y competencias necesarias para el desarrollo personal, laboral y de inclusión social; sumado a, capacidad para la transformación digital de la educación y el aprendizaje; finalmente, establecer marcos de competencias digitales para los ciudadanos. (Bocconi et ál., 2016). Se evidencia en este informe la pretensión de la Unión Europea de implementar el pensamiento computacional en la educación obligatoria con un enfoque basado en competencias propias del siglo XXI.

Para el presente proyecto de investigación, la definición operativa de pensamiento computacional y los estándares K-12 planteados por la CSTA son el referente y punto de partida al momento buscar caracterizar habilidades y actitudes que finalmente serán analizadas en los estudiantes de la institución educativa a intervenir. Su ejecución en el aula de clases se hará mediante la realización de proyectos, que se implementarán

conforme al modelo de aprendizaje basado en proyectos, este como metodología activa, permitirá de alguna manera, materializar en los estudiantes esas habilidades y actitudes del pensamiento computacional para ser analizadas.

### **2.1.2 Habilidades y Actitudes del pensamiento computacional**

Para Csizmadia et ál. (2015) el pensamiento computacional es un proceso cognitivo o de pensamiento, que utiliza el razonamiento lógico para la resolución de problemas e incluye dentro de este las siguientes habilidades:

- **Habilidad para el pensamiento algorítmico.**

Consiste en la capacidad para pensar utilizando reglas o secuencias, resulta útil cuando se quieren aplicar soluciones a diversos problemas que presentan algún grado de relacionamiento. Con esta habilidad no es necesario realizar un algoritmo diferente para cada situación problema, sino que puede reciclarse para usarse y dar solución a otra problemática, es una habilidad que podría evidenciarse en los estudiantes cuando estos escriben un programa en una computadora.

- **Habilidad para pensar en términos de descomposición.**

Consiste en pensar las situaciones problema como si fuesen sistemas, así como estos están conformados de piezas que funcionan de una manera sincronizada, de la misma forma y haciendo un símil, el problema haría las veces del sistema y los componentes serían las actividades o tareas que previo a un acuerdo y definición de roles, abordan de manera separada un aspecto particular del problema, para luego sumar esos aportes a una solución general. Ocurre cuando varios estudiantes trabajan fragmentos de código de un programa por separado, para luego integrarlo al programa general.

- **Habilidad para pensar en generalizaciones identificando y haciendo uso de patrones.**

Consiste en construir soluciones rápidas a nuevos problemas, partiendo de la observación de patrones o regularidades en experiencias previas. El estudiante se cuestiona sobre si la nueva problemática a resolver es similar o diferente a alguna que resolvió en el pasado. De esta forma se pueden aplicar algoritmos ya construidos, que permitan de una manera rápida y eficiente hacer frente a nuevas situaciones problema.

- **Habilidad para pensar de manera abstracta eligiendo las mejores representaciones.**

La habilidad de abstracción permite resolver un problema de una manera más sencilla, ya que permite identificar solo los detalles relevantes. Se manifiesta en los estudiantes, por ejemplo, cuando estos representan sistemas a través de esquemas, gráficos o programas eliminando detalles innecesarios en el proceso.

- **Habilidad para pensar en términos de evaluación.**

Esta habilidad permite identificar si el algoritmo, sistema o proceso cumple o satisface la solución del problema. En la evaluación, se dan respuestas a preguntas como: ¿Qué tan eficiente es la solución planteada? ¿Qué tan pertinente y aceptable es para las demás personas? A menudo se busca que las soluciones planteadas sean rápidas, seguras, a prueba de errores y de fácil entendimiento para el usuario; esto es lo que se buscará desarrollar con esta habilidad del pensamiento computacional en los estudiantes.

Para ISTE & CSTA (2011) estas habilidades del pensamiento computacional también deben ser respaldadas por unas disposiciones o actitudes entre las que se resaltan:

- Confianza para afrontar la complejidad.
- Persistencia en trabajar con problemas difíciles.

- La capacidad de enfrentar con problemas abiertos.
- La capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común.

En el presente proyecto de investigación se asume la definición operativa de pensamiento computacional planteada por ISTE & CSTA (2011), ya que contiene de manera directa las habilidades y actitudes que interesan ser motivo de análisis con los estudiantes en el diseño e implementación de la unidad didáctica.

### **2.1.3 Aprendizaje basado en proyectos**

El aprendizaje basado en proyectos, en el ámbito educativo comenzó denominándose “trabajo por proyectos” o “El método de proyectos”, tiene su origen en las ideas del Norteamericano John Dewey, estas se pusieron a prueba inicialmente en una escuela de la pequeña población de Winnetka en la ciudad de Chicago donde se implementó la estrategia (Miñana, 1999). En 1918 W. Kilpatrick quien fuera alumno de Dewey, sistematizó en forma de método gran parte de los pensamientos de su maestro publicando el escrito titulado “The Project Method”, en este se destaca el aprender de la vida y de la experiencia activa como una postura crítica, en contraposición al aprendizaje dentro de la escuela tradicional, para él se aprende en todo momento sobre todo en la integración con la experiencia activa, además plantea que, este aprendizaje es necesario en la medida que es importante para el sujeto mismo. (Labrador, 1998).

De Kilpatrick se puede resaltar entre muchos de sus pensamientos aquel que dice: Lo aprendido por la memoria se olvida fácilmente, en cambio, cuando se hace desde la experiencia nunca se olvida. La escuela la concibió como un proyecto mismo, que los niños elegían de acuerdo con sus gustos para ser felices, aunque guiados por el profesor para facilitar el aprendizaje y su efectividad. Respecto a su aporte sobre la enseñanza del trabajo por proyectos, expresa que esta consiste en orientar y coordinar metódicamente, la realización de actividades o trabajos de un grupo de estudiantes que tienen la posibilidad de hacerlas en común y con libertad, compartiendo tareas en su realización. El profesor tiene el papel, además de orientador, el de incentivar, sugerir

aprendizajes, propiciar agrado, facilitar actividades y estimular a los grupos. Este método de trabajo por proyectos tiene como ideas básicas las siguientes: En primer lugar, permitir al estudiante desarrollar su personalidad y en segundo lugar que este adquiera un aprendizaje ya sea por un camino lógico o por otro más natural, como cuando hacen cosas o exploran, posibilitando una relación con el otro, donde se asocian sus capacidades individuales con las del grupo. (Labrador, 1998).

Para Kilpatrick (1918) un proyecto se define como una propuesta de acción que se desarrolla en un ambiente social, para resolver un problema real, no simulado. Para él, además, los proyectos pueden tener varias categorías de acuerdo con su propósito y estas pueden ser: Construir un producto, adquirir un conocimiento o habilidad, obtener un aprendizaje específico o resolver un problema.

Existe en la literatura una gran cantidad de definiciones que, con los aportes del constructivismo y los factores socioeconómicos del siglo XXI, se han actualizado pasando de ser solo métodos de proyectos a metodologías didácticas de aprendizaje basada en proyectos, estas definiciones van desde las propuestas por organismos internacionales de carácter público o privado, hasta las propuestas por particulares en el ámbito académico. Esto deja también al descubierto que el aprendizaje basado en proyectos no es una moda pasajera, sino que lleva una trayectoria de muchísimos años. (Lloscos, 2015). Por ello se presentan algunas definiciones relevantes que aportan en la realización del presente trabajo de investigación, teniendo en cuenta que debido a la variedad de proyectos es imposible definirlo sin algún tipo de ambigüedad.

Para el Gobierno de España (2015) se define al aprendizaje basado en proyectos como una metodología que pretende mediante la elaboración de proyectos, dar respuesta a situaciones problema de la vida real, esto permite a los educandos adquirir conocimientos y competencias que se demandan en el siglo XXI. La ubica en el ámbito educativo como una metodología con raíces en el "Aprendizaje activo", esto la relaciona con el cono de aprendizaje propuesto por Edgar Dale y Aida Vars mencionado en este documento y que, según su modelo, el 90% de lo que se puede recordar en un lapso de diez días, se sitúa en la zona de aprendizaje activo, es decir, se da en base a lo que podemos decir y hacer.

El Buck Institute for Education, organismo reconocido a nivel mundial por su apoyo y difusión en el desarrollo de capacidades en los profesores para diseñar y facilitar el aprendizaje basado en proyectos, lo define como “un método de enseñanza sistemático que involucra a los alumnos en el aprendizaje de contenidos y habilidades a través de un proceso de investigación estructurado alrededor de preguntas complejas y auténticas, así como tareas y productos cuidadosamente diseñados”. (Markham et ál., 2003, p. 52).

Se considera que estas dos definiciones pueden aportar los elementos suficientes para ser tomadas como referentes para dar razón del “por qué” aplicar esta metodología didáctica en la realización de la investigación, ya que, se busca no seguir el modelo tradicional donde solo explican contenidos, sino proponer de una manera activa la resolución a problemáticas, concretizando su solución mediante un proyecto, que según Mergendoller et al. (2006) es del tipo denominado: Diseño de experiencia y tecnología, el cual busca que los estudiantes apliquen su aprendizaje a una situación o problema, desarrollando un prototipo o modelo de trabajo.

#### **2.1.4 El área de tecnología**

En Colombia, a través del Ministerio de Educación Nacional se comienza a identificar la necesidad de implementar el área de tecnología en el currículo de las instituciones educativas, con la realización de la asamblea general por la educación de 2007, en el marco del Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2015, allí se expresó el interés por integrar la ciencia y la tecnología al sistema educativo, para transformar el entorno y mejorar la calidad de vida, a su vez, para enfrentar los retos del siglo XXI en materia educativa y los desafíos de la llamada sociedad del conocimiento. Posterior a esta asamblea en el 2008, el Ministerio de Educación en conjunto con Ascofade (Asociación Colombiana de Facultades de Educación), publicaron el documento guía con las orientaciones generales para la educación en tecnología, titulada “Ser competente en tecnología: ¡Una necesidad para el desarrollo!”, en esta guía se plantean unos estándares para la enseñanza de la tecnología basados en componentes, competencias

y desempeños, pero en ninguno de sus apartes se menciona algo respecto al pensamiento computacional. (MEN, 2008). Es de resaltar que esta guía para la enseñanza del área de tecnología en las instituciones educativas del país, no se ha actualizado desde el 2008 y es la única que se tiene como referente desde el ministerio de educación para que los profesores desempeñen su función educativa en el área. Tampoco se cuenta con estándares que permitan la enseñanza de las ciencias de la computación, disciplina clave para los estudiantes independiente del área de estudio, esto para ellos podría tener consecuencias negativas, ya que no se estarían formando en habilidades y competencias, para entender y ser partícipes de la transformación que en lo económico, laboral y educativo viven las sociedades en la era digital, como si lo estarían haciendo otros países del mundo, uno de estos casos es el de Estados Unidos. (CSTA, 2011).

Otro de los documentos que desde el Ministerio de Educación Nacional rige la enseñanza de la tecnología de manera transversal, es la guía de competencias laborales generales, la cual tiene como función articular la educación al mundo productivo. No se evidencian en las competencias generales de tipo tecnológico, que se incorporen competencias digitales actuales, lo cual tiene graves consecuencias para los estudiantes, debido a que las condiciones del mercado laboral de hace más de 10 años no son las mismas a las de hoy. (MEN, 2004).



---

## 2.2 Antecedentes

En el desarrollo de este capítulo se hará la revisión de algunos trabajos o iniciativas con elementos comunes y que preceden al actual trabajo de investigación.

Como primera aproximación a la presente propuesta de investigación se identifica una tesis de maestría elaborada en 2015, titulada: “SCRATCH + ABP, como estrategia para el desarrollo del pensamiento computacional” que investiga en una de las instituciones educativas públicas de la ciudad de Medellín, sobre el desarrollo de competencias del pensamiento computacional mediante la herramienta Scratch en conjunto con una metodología de aprendizaje basada en problemas en estudiantes de secundaria. Esta afirma que es posible hacer transformaciones en las formas tradicionales de aprendizaje, ya que se logró a través de la herramienta Scratch el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico reflexivo al momento de dar solución a problemáticas relacionadas con el contexto de los estudiantes. Entre sus objetivos se resalta la implementación de estrategias a través de actividades prácticas para aportar al desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes. (Ríos, 2015).

Otra de las iniciativas que en 2017 tuvo entre sus pretensiones introducir el pensamiento computacional en las instituciones educativas de Colombia, fue realizada a través de un trabajo conjunto de entidades nacionales como la Red Académica de Tecnología avanzada (RENATA), el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y otras internacionales como la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). En el desarrollo de este proyecto se planteó la tendencia que existe a nivel internacional en el presente siglo de introducir en el currículo educativo el pensamiento computacional. El proyecto toma como referente la definición operativa de pensamiento computacional propuesta por la ISTE & CSTA (2011) donde se enfatizan ciertas habilidades y actitudes en el desarrollo de este pensamiento. Se implementó un curso de diez sesiones a través de la plataforma Moodle utilizando el software Scratch y se planeó intervenir 10 escuelas públicas de Colombia. (Basogain et ál., 2017). Es de resaltar que el presente trabajo no utiliza un modelo de aprendizaje basado en proyectos para invitar al desarrollo de esas habilidades en la resolución de situaciones problema en la práctica.

En un artículo de investigación titulado “Experiencias sobre la inducción de tecnologías programables para el desarrollo del pensamiento computacional en escuelas de zonas rurales y urbano-marginales” publicado en 2020, se presenta al pensamiento computacional como una habilidad para resolver problemas y se recomienda la utilización de herramientas lúdicas y tecnologías programables como Scratch y LEGO Mindstorms para favorecer las capacidades de razonamiento lógico y computacional. Este trabajo es de interés en el actual proyecto, ya que se lleva a cabo en un contexto de ruralidad y porque incorpora dos herramientas que favorecen diferentes aspectos en el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional, estas son: La programación visual a través de Scratch y la programación tangible por medio de LEGO Mindstorms. Finalmente, se obtienen resultados favorables respecto a comparativos de calificaciones obtenidas por los estudiantes antes y después de la intervención. (Duarte et ál., 2020).

De este mismo año se destaca un trabajo de investigación para optar por el título de Magíster en una universidad colombiana y titulado: “Propuesta para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del Colegio Facundo Navas Mantilla”. En este trabajo se pretendió favorecer el desarrollo del pensamiento computacional desde el enfoque desconectado, es decir que no necesita de los dispositivos de cómputo para implementarse, se relaciona con la presente propuesta de investigación, además del interés por el pensamiento computacional y sus habilidades, en lo concerniente a la población elegida para el estudio, el grado décimo de la educación media, la estrategia didáctica del trabajo sucede a partir de la implementación de secuencias didácticas con actividades para realizar sin computador. En la investigación no se encuentran elementos concluyentes en relación con la forma de abordar la programación de la manera tradicional. (Rondón, 2020).

Otra iniciativa que se lleva a cabo en asocio de entidades nacionales e internacionales es la estrategia “Code for Kids” que comienza su implementación desde el año 2018, en esta estrategia participa el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y una entidad pública del Reino Unido: el British Council. Se pretende con esta estrategia que los docentes de todas las instituciones públicas en Colombia puedan fortalecer su proceso de aprendizaje en programación y codificación. En el año 2019, se publica la “Guía para la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional” bajo la premisa de desarrollar habilidades en pensamiento computacional

para la formación de ciudadanos del siglo XXI. En ésta, se presentan una serie de actividades para que el docente desarrolle con los estudiantes, se rescata de la estrategia que se hace a partir de actividades con enfoque a modo conectado y desconectado, pero también, utiliza un componente de hardware, placa de desarrollo Micro:bit y un editor llamado Make-Code que funciona como un simulador para validar y depurar el programa antes de implementarlo en la placa física. (MinTIC, 2019).

De los anteriores trabajos e iniciativas, se puede destacar que cuatro de ellas, se implementan utilizando herramientas computacionales y que eligen como recursos didácticos, los entornos de programación visual ya sea Scratch o Make-Code; a su vez, dos de ellas utilizan placas de hardware como Micro:bit o la de LEGO, para hacer de la tarea de programar una experiencia tangible que ayude a evidenciar en mayor medida las habilidades en pensamiento computacional. Es de resaltar que ninguna de las propuestas incluye en su implementación y de manera formal, una metodología de aprendizaje basada en proyectos, solo se plantean algunas actividades como proyectos.

La presente propuesta de investigación buscará en su implementación, el uso de herramientas computacionales. Como herramienta didáctica se elige una modificación de Scratch llamada S4A (Scratch For Arduino) que usa como complemento de hardware la placa de desarrollo Arduino. Esta elección se hace pertinente porque va a permitir de una manera conjunta combinar el amigable entorno de programación visual (Scratch) con una placa de desarrollo de hardware de uso libre como lo es Arduino. Desde Scratch los estudiantes van a poder realizar acciones que van a ser ejecutadas de manera tangible a través de Arduino, permitiendo de esta manera evidenciar mejor las habilidades y actitudes de pensamiento computacional y su posterior análisis.

## 2.3 Marco contextual

Esta investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Rural Carlos González del municipio de Belmira en el norte de Antioquia. Se ubica específicamente en la vereda Zancudito parte baja, en el kilómetro 9 de la vía San Pedro-Belmira. La ciudad capital más cercana es Medellín y de allí se encuentra aproximadamente a 50 Kilómetros de distancia; su clima es frío ya que tiene una altitud 2.550 metros sobre el nivel del mar.

La institución educativa tiene 4 sedes rurales más la sede principal, que es donde se llevará a cabo el proyecto de investigación. La jornada estudiantil es de tipo única, la institución es mixta y de carácter académico, en su Proyecto Educativo Institucional (PEI) está incluido el plan de área de “Tecnología e Informática” bajo la cual se direccionará en términos de lo académico la investigación. Se buscará intervenir una población estudiantil de la educación media (grados 10° y 11°) de aproximadamente 25 personas.

Los recursos físicos con que cuenta la institución son: una sala de informática dotada de 40 computadores portátiles, con conexión a internet de manera intermitente en algunos momentos del día; se cuenta también con la disponibilidad del laboratorio de Física, espacio con sillas altas y mesas de trabajo fijas para realizar de una manera óptima los montajes de los proyectos a implementar. Adicional a ello el docente por recursos propios adquirió 7 kits didácticos que contiene cada uno la tarjeta de desarrollo ARDUINO y todos los componentes necesarios, como sensores, motores, entre otros, para que los estudiantes realicen los montajes de los proyectos.

## 3. Metodología

En este capítulo se precisa de manera ordenada la forma cómo serán alcanzados los objetivos del presente trabajo de investigación.

### 3.1 Diseño o Enfoque

Se pretenderá hacer una investigación en el ámbito educativo, lo cual implica que los agentes que componen la comunidad educativa, en especial los directivos, profesores, padres y madres de familia y estudiantes puedan participar, proponer y colaborar ante diversas situaciones educativas. A su vez, la investigación en educación debe llevar a la mejora de las prácticas educativas, la enseñanza, el aprendizaje, las dinámicas en la familia, las aulas de clase, las instituciones educativas, el rendimiento académico de los estudiantes y los estándares de calidad (Rodríguez, 2007).

En el marco del desarrollo de una investigación educativa con estudiantes de la educación media, en el área de tecnología de la Institución Educativa Rural Carlos González, que buscará analizar el desarrollo de habilidades y actitudes del pensamiento computacional, se considerará pertinente darle un enfoque de tipo cualitativo a la investigación, ya que no se buscará dar explicaciones de fenómenos en particular, sino interpretarlos desde las perspectivas y los posibles significados que les dan las personas a éstos. (Flick, 2015). También se realizarán procesos en los que estudiantes exploran, descubren, para luego plantear las perspectivas teóricas, se busca ir de elementos particulares a otros generales. (Hernández, 2006). Así mismo, la investigación presentará algunas categorías sobre las cuales, al realizar la indagación, se requiere de información respecto a percepciones, emociones y vivencias, elementos característicos de este diseño de investigación.

## **3.2 Método, Técnicas e Instrumentos de recolección de información**

### **3.2.1 Método**

El método que se elegirá en la presente investigación tiene su origen en el modelo de Investigación-Acción (IA), este fue implementado por el psicólogo social Kurt Lewin, consiste en una serie de “espirales de ciclos” cuyo ciclo base está compuesto de una idea general, el reconocimiento de una situación, la realización de un plan general, el desarrollo de la primera fase de la acción, la implementación y la evaluación de la acción, la revisión del plan general, y finalmente, se repite el ciclo para continuar con la segunda fase y las sucesivas.

Sin embargo, este modelo de investigación basado en espirales de ciclos, fue corregido y mejorado por John Elliott, quien propone unas variantes al modelo de Lewin, que consisten en hacer que la idea general también pudiera llegar a ser modificada y que después de la implementación de la acción, se diera una revisión a ésta misma, seguida de un reconocimiento o explicación de los fallos y posibles efectos, para seguir con la revisión de la idea general, antes de continuar con el plan revisado en el siguiente ciclo. (Elliott, 2005).

Fue precisamente J. Elliott un profesor británico, quien fundamenta la importancia de aplicar este modelo de IA en la escuela, más específicamente en el aula, como una herramienta para el desarrollo profesional de los docentes. (Restrepo, 1996)

De esta manera para el presente trabajo se asumirá como método, la Investigación Acción Educativa (IAE), que según Restrepo (1996) permite al profesor ser un investigador y a la vez reflexionar sobre su práctica, para luego después de un análisis sobre ésta mejorarla. Esto entra en sintonía con aquello que se desea alcanzar en los objetivos específicos de esta investigación, ya que el desarrollo de las prácticas

educativas en el área de tecnología en la actualidad, se deberán reestructurar porque se vienen haciendo mediante la integración de proyectos transversales, pero no de una manera sistematizada a través de un método y tampoco se ha tenido la intención de enfocar ese trabajo, en el desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional, aunque se hayan realizado proyectos que impliquen algún nivel de uso de lenguajes de programación.

Otros elementos que se tuvieron en cuenta para la elección del método IAE, fueron que éste permite a los proyectos transversales trabajados en el área, dejar de ser tácitos y mostrarse más explícitos, a su vez con este método, estudiantes y profesores se involucran como participantes activos del proceso de investigación y finalmente que ante la dinámica cambiante de la enseñanza debido a innovaciones tecnológicas y culturales, esta se pueda estar reestructurando mediante la aplicación de la IAE. (Restrepo, 1996).

### **3.2.2 Técnicas**

A menudo en investigación educativa de tipo cualitativo, se utiliza la observación como una técnica muy útil para la recopilación de información en campo. Según lo plantea Rodríguez (2007), se debe diferenciar cuando se hace una observación estructurada y otra de tipo espontánea, la diferencia radica en que la primera es intencionada, busca no interferir con lo que se está observando, se planifica para examinar, interpretar y sacar unas conclusiones comprobables e imparciales; la de tipo espontánea está presente en nuestro día a día, donde lo que observamos no se planifica ni se registra. La observación es útil para darnos cuenta de comportamientos, gestos, sensaciones, conductas externas en las personas objeto de estudio.

En el caso específico del presente proyecto se asumirá como una de las técnicas de estudio, la observación participante, esto debido a que como Rodríguez (2007) lo señala, es el profesor el que realiza la observación dentro del mismo entorno de clase, con la presencia directa de los estudiantes, esto se podría considerar una ventaja, ya que, ellos están habituados a su presencia y no tendrían por qué modificar sus

comportamientos cotidianos en el desarrollo de la investigación, e incluso se pueden registrar comportamientos más naturales que permitan obtener unas conclusiones más precisas sobre lo observado.

Otra de las técnicas que resulta útil para recopilar información en una investigación de tipo cualitativa, es la entrevista, se define por Elliott (2005) como una forma apropiada, para desde otra perspectiva, descubrir el sentimiento o la sensación que produce una situación. También se define por Rodríguez (2007) como una conversación directa, intencionada y planificada entre dos o más personas, se requiere de dos tipos de roles: entrevistador y entrevistado, tiene la característica de recoger información no solo de tipo verbal, sino también gestual.

Las entrevistas pueden ser estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas, pero para el presente estudio se elegirá la de tipo semiestructurada, ya que se buscará un tipo de entrevista en un nivel intermedio, es decir, que no se preestablezcan las preguntas y tampoco que el entrevistado tenga toda la iniciativa frente a las temáticas de interés, se necesitará que el entrevistador tenga planeadas unas preguntas con antelación, pero que en el desarrollo de la entrevista, el entrevistado también pueda plantear temas de su interés en la misma, es por ello que se elegirá como segunda técnica de investigación, la entrevista semiestructurada en el presente proyecto.

### **3.2.3 Instrumentos y codificación**

Es conveniente como apoyo al proceso de recopilación de información brindado por las técnicas anteriores, elegir unos instrumentos y una codificación asociados. Para el caso de este proyecto de investigación y en concordancia con las técnicas elegidas, se asumirán como instrumentos y su respectiva codificación los siguientes:



### 3.2.3.1 Instrumentos

- **Diarios**

Será un instrumento muy importante en la recopilación de datos de la investigación porque permitirá consignar observaciones, interpretaciones, sentimientos, explicaciones y reflexiones sobre el pensamiento computacional en las actividades desarrolladas. En las narraciones escritas no solo se deberán consignar los hechos, sino las sensaciones con que estos se dieron. Las anécdotas y conversaciones se deberán escribir con el mayor grado de fidelidad, para que luego esto nos ayude a reconstruir lo que en un momento específico se vivió, de ahí la importancia de registrar fecha, hora y temática al iniciar el escrito de cada relato. (Elliot, 2005).

- **Cuestionarios**

Serán de gran ayuda en la realización de encuestas que permitan caracterizar la población en cuanto su acceso a conectividad, equipos de cómputo y móviles. (Almacenamiento, sensores, WIFI, bluetooth, cámara, GPS, micrófono, PC, Tablet, smartphone).

También serán útiles para la elaboración de pruebas escritas para evidenciar el pensamiento computacional de los estudiantes, para la evaluación, gestión y sustentación de proyectos en equipo, que evidencien el desarrollo del pensamiento computacional y para identificar saberes previos relacionados con el pensamiento computacional en los educandos.

Se hará necesario construir un cuestionario con preguntas que busquen valorar, cuantificar en un intervalo o escala (0-5), el pensamiento computacional que poseen o desarrollaron los estudiantes en determinada actividad.

En ese mismo orden de ideas, será conveniente elaborar un cuestionario en escala de Likert, para evaluar el nivel de compromiso y disposición en las actividades. (1- Nunca, 2-a veces, 3-bastantes veces, 4-siempre). (Rodríguez, 2007).

Adicional a estos instrumentos se utilizarán grabaciones audiovisuales, Codificación, nomenclatura y triangulación de fuentes de información lo cual permitirá cruzar y combinar los hallazgos en cuanto a las categorías planteadas.

### 3.2.3.2 Codificación

- **Codificación para los estudiantes**

Para resguardar las identidades de los estudiantes participantes de la investigación se procedió a realizar una codificación que pretenderá identificarlos en el estudio y estaría basada en la estructura que se muestra en la tabla 1. Cabe anotar que cada una de las tres partes del código va separada por un guión bajo. Así por ejemplo si nos queremos referir al estudiante número 64, el código se escribiría así: E64\_G11\_M, que hace referencia al estudiante número 64 según la lista institucional, del grado 11 y de sexo Masculino.

**Tabla 1.**

*Codificación para los estudiantes*

Número del estudiante según listado institucional		Grado		Sexo: (F) Femenino (M) Masculino	
E	Número	G10	G11	M	F

- **Codificación para los videos**

Sigue la misma dinámica que la codificación para estudiantes, donde cada parte del código se separa por guiones bajos. La primera parte, está precedida por las iniciales "VID" haciendo referencia a la palabra video, seguido por el número de orden; la segunda

parte, la compone el número del grado, que puede ser 10 u 11; la tercera parte, es el número de la secuencia didáctica, S1 para secuencia 1 y S2 para secuencia 2; la cuarta parte, es la descripción del video, puede ser: ALG: Algorítmico, GEN: Generalización, DES: Descomposición, ABS: Abstracción, EVAL: Evaluación, ACT: Actitud, G: Grupo, también se puede escribir una descripción personalizada; la quinta parte, la compone el número del estudiante(s) que participan en la entrevista, antecedido por la letra E: Estudiante; finalmente, la fecha de la grabación en formato: Año-Mes-Día. La estructura de la codificación se muestra en la tabla 2.

A modo de ejemplo si tuviéramos el siguiente código “VID8\_11\_S1\_EVAL\_E106\_20211108”, la forma correcta de interpretarlo sería: Video o entrevista número 8, tomado en grado 11, de la secuencia didáctica número 1, describe la habilidad del pensamiento computacional llamada “Evaluación”, el estudiante que habla en el video es el número 106 de la lista institucional y finalmente que la fecha de grabación del video fue el 8 de noviembre del 2021.

**Tabla 2.**

*Codificación para los instrumentos de video*

INSTRUMENTO		GRADO		SECUENCIA		DESCRIPCIÓN	ESTUDIANTE		FECHA
VID	Número	10	11	S1	S2	ALG: Algorítmico GEN: Generalización DES: Descomposición ABS: Abstracción EVAL: Evaluación ACT: Actitud G: Grupo	E	Número	AA/MES/DIA

- **Codificación para cuestionarios**

La codificación para los cuestionarios se compone de manera general por tres partes separadas por guión bajo. La primera parte contiene la letra C: Cuestionario, seguido de la letra “F” si es cuestionario físico o “V” si es cuestionario virtual, seguido del número del cuestionario aplicado; la segunda parte, contiene la descripción abreviada del

instrumento y la tercera parte contiene S1 para referirse a la secuencia didáctica 1 o S2 para referirse a la segunda. A modo de ejemplo si se tuviera el siguiente código: “CV1\_RETOS\_S1”, este significaría lo siguiente: Cuestionario virtual 1, que busca evidenciar la actividad por retos de la secuencia didáctica 1. En la tabla 3, se muestra de manera esquemática la estructura.

**Tabla 3.**

*Codificación para los cuestionarios*

TIPO DE CUESTIONARIO				DESCRIPCIÓN	SECUENCIA DIDÁCTICA	
CUESTIONARIO	VIRTUAL	FÍSICO				
C	V	F	Número	Retos Autoevaluación Diagnóstico Saberes Prácticas	S1	S2

- **Codificación para los diarios**

Para los diarios solo se tendrán en cuenta tres partes del código separadas por guión bajo, estas son: Primera parte, contiene la letra D: Diario, seguida por el número de orden; la segunda contiene el grupo G10: Grado décimo y G11: Grado undécimo y la tercera parte trae la fecha en formato: Año-Mes-Día. De esta manera y a modo de ejemplo, si se tuviera el código: D3\_G10\_20220302, este significaría lo siguiente: Diario número 3, del grupo décimo y de fecha 2 de marzo de 2022.

### 3.3 Categorías

Las categorías asumidas en el presente proyecto de investigación se eligieron de acuerdo con la definición operativa de pensamiento computacional planteada por ISTE & CSTA (2011) y las subcategorías e indicadores propuestas por Csizmadia et ál. (2015). En este orden de ideas, estas son las encargadas de guiar gran parte de la

implementación y posterior análisis de resultados en la investigación y se presentan a continuación:

### **3.3.1 Primera Categoría**

- Desarrollo de habilidades del pensamiento computacional en estudiantes de educación media.

#### **3.3.1.1 Subcategorías de las habilidades**

##### **Pensamiento algorítmico**

Indicadores:

- Formula instrucciones para lograr un efecto deseado.
- Formula instrucciones para seguir en un orden determinado (secuencia).
- Formula instrucciones que utilizan operaciones aritméticas y lógicas.
- Usa una notación adecuada para escribir código.
- Crea algoritmos para probar una hipótesis.

##### **La descomposición**

Indicadores:

- Desglosa los artefactos en sus distintos componentes, para que sean más fáciles de trabajar.
- Desglosa un problema en las versiones más simples del mismo problema, que puede ser resuelto de la misma manera.

##### **La generalización**

Indicadores:

- Identifica patrones y los puntos comunes en los artefactos.
- Adapta soluciones, o partes de las soluciones, que se aplican a toda una clase de problemas similares.
- Transfiere ideas y soluciones de un problema a otro.

### **La abstracción**

Indicadores:

- Reduce la complejidad mediante la eliminación de detalles innecesarios.
- Identifica las relaciones entre las abstracciones.

### **La evaluación**

Indicadores:

- Valora si un artefacto es adecuado para el propósito.
- Evalúa si un artefacto hace lo correcto (corrección funcional).
- Evalúa si un artefacto es de fácil uso para las demás personas. (usabilidad).
- Evalúa si un artefacto da una experiencia positiva cuando se emplea adecuadamente (experiencia del usuario).

## **3.3.2 Segunda Categoría**

- Desarrollo de actitudes del pensamiento computacional en estudiantes de educación media.

### **3.3.2.1 Subcategorías de las actitudes**

- Confianza para afrontar la complejidad.
- Persistencia en trabajar con problemas difíciles.
- La capacidad de enfrentar problemas abiertos.
- La capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común.

## **3.4 Descripción de la propuesta didáctica y modelo de aprendizaje**

### **3.4.1 Descripción de la propuesta didáctica**

Se pretende diseñar una propuesta para analizar el desarrollo de habilidades y actitudes del pensamiento computacional en estudiantes del área de tecnología de la educación media.

Para la puesta en práctica de esta propuesta es necesario el diseño de una unidad didáctica, ya que es a través de ésta donde se concretará el qué y el cómo se va a enseñar, además se concretan todas las ideas o intenciones educativas. Según Sanmarti (2000) los criterios más importantes a tener en cuenta en el diseño de la unidad didáctica son:

- Definición de las finalidades o los objetivos
- La selección de contenidos.
- Organizar y secuenciar los contenidos.
- Selección y secuenciación de actividades
- Selección y secuenciación de las actividades de evaluación.
- La organización y gestión del aula.

Respecto a las características que debe tener la unidad didáctica, para Ambrós (2009) esta debe ser como una especie de hilo conductor y es necesario que se articule en torno a actividades significativas, las cuales de manera práctica respondan a tareas previamente realizadas. A su vez, las tareas deben presentar relación y ser desarrolladas desde lo más intuitivo hasta lo más abstracto, entendiendo también que estas requieren de un tiempo para ser realizadas y consolidadas, finalmente, se debe tener en cuenta para la planeación de la unidad didáctica, identificar y caracterizar los estudiantes en la clase, como con quienes presentan más afinidades o cuáles son sus nombres, entre otros.

A continuación, se propone un modelo de programación de actividades en una unidad didáctica adaptada de Ambrós (2009):

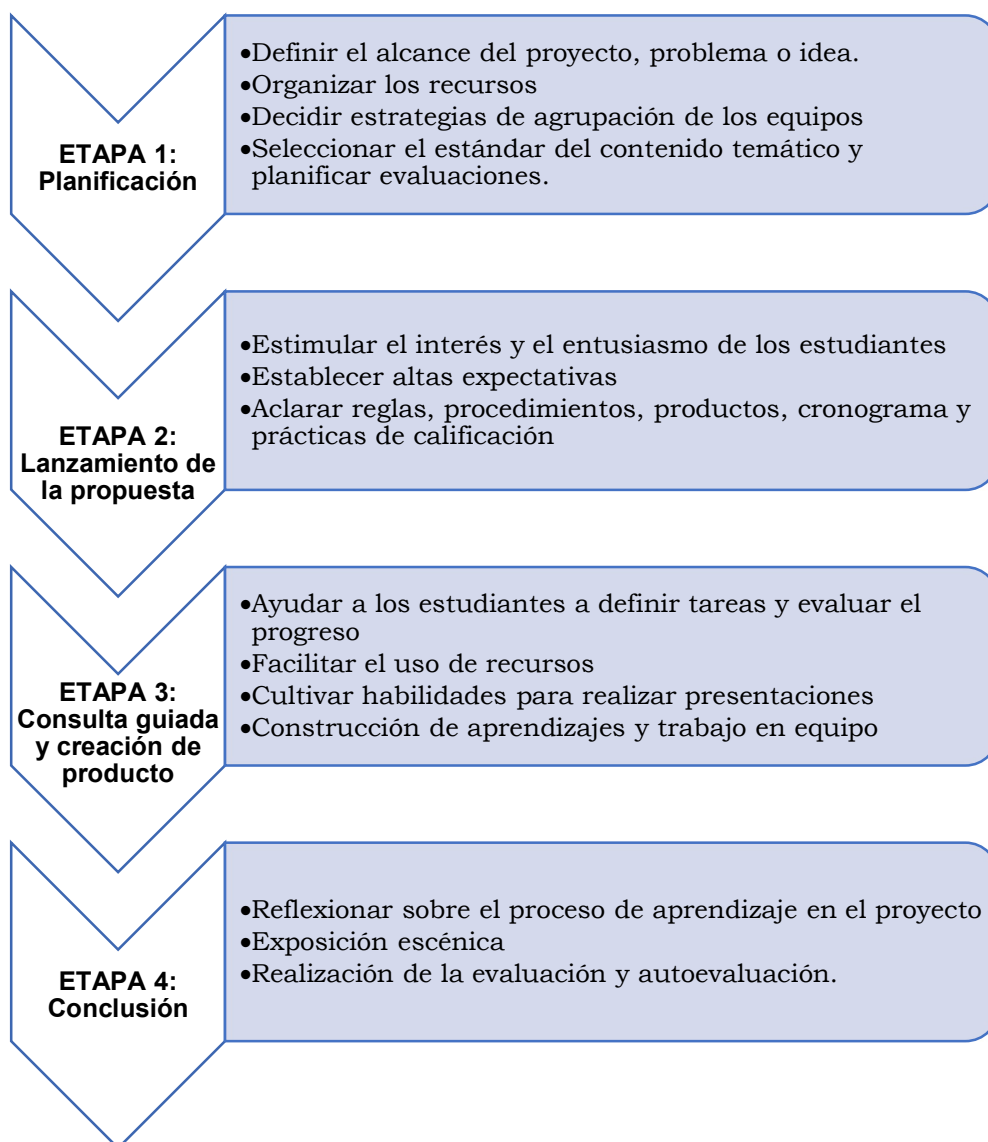
1. Título de la Unidad
2. Objetivos Didácticos
3. Habilidades a desarrollar
4. Contenidos
  - Conceptos
  - Procedimientos
  - Actitudes
5. Actividades de la secuencia
  - Actividad
  - Organización aula
  - Recursos
  - Tiempo
  - Indicadores de evaluación

### 3.4.2 Modelo de aprendizaje

El modelo de aprendizaje que se usará es el Aprendizaje Basado en Proyectos, donde según el marco de referencia, se asumen las definiciones planteadas por el Gobierno de España (2015) y Markham (2003), en tanto engloban las pretensiones de la actual propuesta. En cuanto a la elección del tipo de proyecto y las etapas a implementar, resulta conveniente de acuerdo con la revisión bibliográfica y las pretensiones, tomar como referente lo planteado por Mergendoller (2006) en la elección del tipo de proyecto y la adaptación de las etapas, así:

- **Tipo de proyecto:** Diseño de experiencia y tecnología
- **Etapas del proyecto:**





De esta manera, el presente modelo de aprendizaje, articulado con el método de Investigación Acción Educativa y como metodología activa aplicada en los encuentros de clases, podría permitir de alguna manera ayudar a materializar en los estudiantes esas habilidades y actitudes del pensamiento computacional que se desean analizar en el presente proyecto de investigación.

## **4.Unidad didáctica**

Para Sanmati (2000), en una unidad didáctica es dónde se concreta toda la intencionalidad educativa por parte del enseñante, plantea que, es en la práctica educativa donde se evidencia si lo verbalizado fue o no interiorizado y puesto en práctica por los estudiantes. En cambio, para Ambrós (2009) esta debe ser como un hilo conductor entre actividades significativas y prácticas para responder a tareas previas. En el caso del presente diseño y puesta en práctica de la unidad didáctica, se tendrán en cuenta ambas concepciones y se construirán dos secuencias de actividades, que en su conjunto conformarán una unidad didáctica, tituladas: Atrévete a dibujar en un lienzo digital y sensores y sentidos.

### **4.1 Secuencia 1: Atrévete a dibujar en un lienzo digital**

Esta primera secuencia se fundamentará en una adaptación a los criterios propuestos por Sanmarti (2000) y el diseño de programación de unidades didácticas propuesto por Ambrós (2009), los cuales fueron mencionados en el capítulo 3.4.1 en relación con la propuesta didáctica.

#### **4.1.1 Identificación de la actividad a implementar**

La actividad se implementará con estudiantes de la educación media (grados 10° y 11°) de la Institución Educativa Rural Carlos González del municipio de Belmira – Antioquia, del área de Tecnología e Informática. Esta actividad se titula: “Atrévete a dibujar en un lienzo digital” y tendrá una duración de tres horas académicas.

## **4.1.2 Justificación, objetivos de aprendizaje, ambientes y espacio físico**

### **4.1.2.1 Justificación**

El diseño e implementación de esta secuencia de actividades pretenderá en esencia desarrollar habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes, tales como: el pensamiento algorítmico, la descomposición, la generalización, la abstracción y la evaluación.

Estas habilidades se manifiestan en mayor medida en el área de la Informática, cuando se realizan actividades de programación de computadoras. En la institución esto se ha venido haciendo a partir del uso de lenguajes de programación tradicionales, los cuales operan con comandos de texto, lo que ha provocado una desmotivación de los estudiantes y falta de interés en esta disciplina, por ello se propondrá buscar otras formas de acercarlos a la adquisición de habilidades propias del pensamiento computacional y esto se podría conseguir mediante la ayuda de la programación visual. A partir de ésta, se realizan las mismas tareas que se hacían con comandos de texto, pero de una manera más entendible, escalable y divertida para los estudiantes.

### **4.1.2.2 Objetivos de aprendizaje**

- Desarrollar habilidades en pensamiento computacional, tales como: pensamiento algorítmico, descomposición, generalización, abstracción y evaluación
- Fomentar el interés en el campo de la informática a través de la programación visual
- Utilizar herramientas computacionales para resolver situaciones problema a partir de iteraciones
- Relacionar conceptos propios las matemáticas con el dibujo de formas geométricas diversas, a través de la programación
- Promover la importancia del trabajo en equipo
- Fortalecer lazos de solidaridad y compañerismo

### **4.1.2.3 Ambientes y espacio físico**

El tamaño total del grupo será de 25 estudiantes. La actividad se iniciará de manera individual y luego se transformará en colaborativa, mediante una serie de retos en programación. El espacio físico es el aula de tecnología y estaría distribuido así: al lado derecho del aula, 4 filas de 5 mesas cada una con su respectivo computador y al lado izquierdo, 4 filas con 4 mesas cada una con su respectivo computador. Al frente se encuentra el tablero acrílico y el lugar de proyección. El material didáctico se compone de: Video Beam, tablero acrílico, Computadores, Software SCRATCH y la guía de aprendizaje.

## **4.1.3 Desarrollo de la actividad**

El desarrollo de la actividad se divide en cuatro momentos:

### **4.1.3.1 Momento de motivación.**

Se presentará por parte del docente la proyección de un video sobre los fractales (<https://www.youtube.com/watch?v=4u7TwSwo0rU>), donde se muestra que no solo la geometría Euclidiana está presente en los objetos y la naturaleza que nos rodean, sino que también las plantas, nubes, montañas, galaxias y neuronas, entre otros, pueden ser representadas de una manera más acorde a su naturaleza, a través de la geometría fractal y que la programación posibilitó el paso del algoritmo matemático, al gráfico de la figura fractal en una pantalla de computador.

Se pretenderá mostrar aquí también posibles aplicaciones de la geometría fractal en: el cambio climático, las investigaciones contra el cáncer y el estudio del universo.

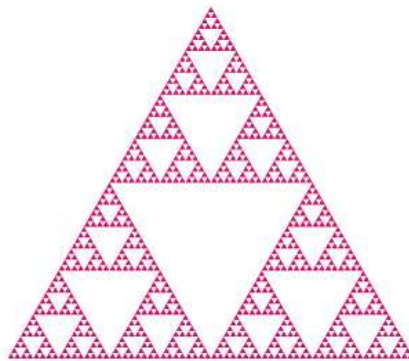
Para ampliar lo compartido en el video, se mostrarán dos imágenes de fractales, para su identificación: El helecho y el triángulo de Sierpinsky. De aquí se resalta que cada una de las partes de cada imagen se repite a diferentes escalas de manera interminable.

**Figura 1.** *El Helecho*



Este Helecho consiste en muchas hojas pequeñas que se ramifican de una más grande.

**Figura 2.** *Triángulo de Sierpinsky*



La intención de esta elección es posibilitar en los estudiantes el imaginar escenarios hipotéticos donde pueden aplicar los aprendizajes en construcción. También se buscará desde un momento inicial identificar las posibles relaciones entre conceptos matemáticos en contexto, con el dibujo digital y la programación gráfica. Tiempo estimado 30 minutos.

#### **4.1.3.2 Momento de ideas previas y presentación de conceptos**

En este momento de la actividad se pretenderá identificar saberes que los estudiantes traen, ya sea de cursos anteriores o de observaciones en su entorno. Se harán preguntas clave, que una vez formuladas por el docente, sean detonantes para la discusión.

Luego de esta actividad previa, el docente presentará una serie de conceptos matemáticos y de programación (Coordenadas, polígonos regulares, ángulos externos, secuencias, ciclos, eventos, paralelismo, condicionales, operadores, bloques y datos), relacionándolos en todo momento con lo que los estudiantes identificaron en las ideas previas, esto resulta necesario para llevar a cabo la actividad siguiente de ejecución o prácticas. Tiempo estimado 30 minutos.

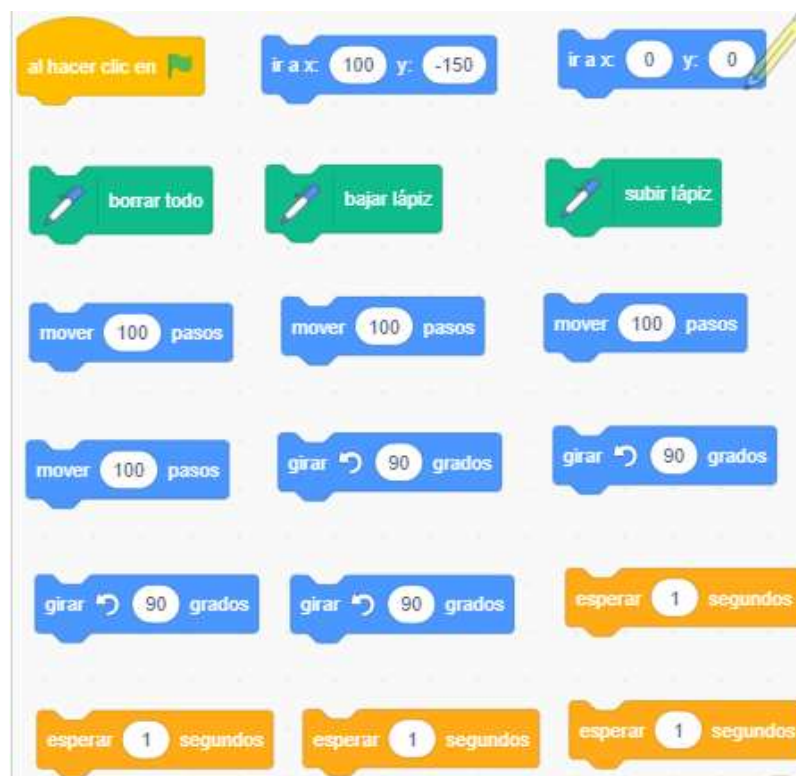
#### **4.1.3.3 Momento para las prácticas**

Este momento iniciará con unas instrucciones dirigidas por el docente, que pretenderán familiarizar al estudiante con la herramienta de software SCRATCH, a su vez se informa que el diseño de esta serie de actividades tiene como origen el ejemplo planteado por Bordignon (2020), en el cuál se pretende mostrar la habilidad de generalización al dibujar un triángulo con la extensión del lápiz en el software SCRATCH, esta actividad fué modificada y complementada para la presente implementación. La realización de estas actividades se llevarán a cabo mediante la aplicación de 5 retos:

- **Reto #1:**

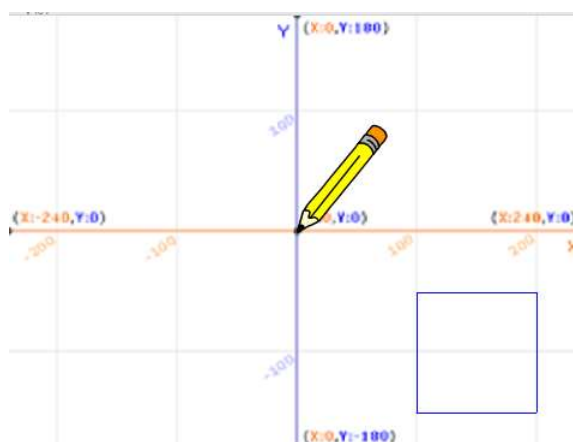
Se propondrá a los estudiantes dibujar, usando la extensión del lápiz en el software SCRATCH, un polígono regular de 4 lados (Cuadrado), iniciando en la posición X: 100 y Y: -150, con una longitud de cada segmento de 100 pasos, con sólo 18 fichas dadas y que el lápiz regrese a su posición inicial, las fichas se muestran en la figura 3.

**Figura 3.** Fichas reto 1



El resultado del reto deberá verse como se muestra en la figura 4.

**Figura 4.** Resultado esperado reto 1



El reto lo gana la fila que primero termine, los estudiantes trabajarán en forma individual, pero se podrán ayudar con sus compañeros de la misma fila. La fila ganadora suma un punto. Tiempo estimado 15 minutos.

Uno de los posibles resultados se puede observar en la figura 5.

**Figura 5.** Resultado posible en programación del reto 1





Con la realización de este reto, se pretenderá desarrollar en el estudiante la habilidad de pensamiento computacional, denominada: pensamiento algorítmico, ya que este debe realizar una tarea previamente propuesta, pero siguiendo una serie de instrucciones o secuencias lógicas.

- **Reto #2:**

Incrementando el nivel de exigencia y recursividad, se propondrá el mismo reto anterior, pero ahora **NO** se pueden repetir fichas en el ejercicio y se pueden usar otras que permitan el uso de ciclos. Las 10 fichas dadas se muestran en la figura 6.

**Figura 6.** Fichas reto 2



Una posible solución a este reto podría ser como el que se muestra en la figura 7.

**Figura 7.** Posible solución reto 2



Con este reto se pretenderá desarrollar en los estudiantes habilidades en pensamiento algorítmico y la generalización, ya que pueden identificar patrones en las secuencias planteadas inicialmente. La fila ganadora suma un punto. Tiempo estimado: 15 minutos.

- **Reto # 3:**

Se propondrá a los estudiantes dibujar un:

Cuadrado (Posición: X: 100 y Y: -150, Longitud de segmentos 100 pasos)

Triángulo (Posición: X: 100 y Y: 50, Longitud de segmentos 100 pasos)

Pentágono (Posición: X: -150 y Y: 50, Longitud de segmentos 50 pasos)

Hexágono (Posición: X: -150 y Y: -150, Longitud de segmentos 50 pasos)

Esto usando la etiqueta “Mis Bloques” creando uno para cada figura, en la opción “Crear un bloque” como se muestra en la figura 8.

**Figura 8.** Creación de bloques en SCRATCH



Un posible ejemplo para la construcción de un cuadrado se muestra a continuación en la figura 9.

**Figura 9.** Cuadrado usando bloques



El Reto consistirá en realizar los otros tres bloques para el triángulo, pentágono y hexágono, teniendo en cuenta que el lápiz debe girar ángulos diferentes, el algoritmo matemático es:  $360^\circ / \text{número de lados}$ . Un posible resultado se muestra en la figura 10.

**Figura 10.** Bloques de programación por cada polígono regular



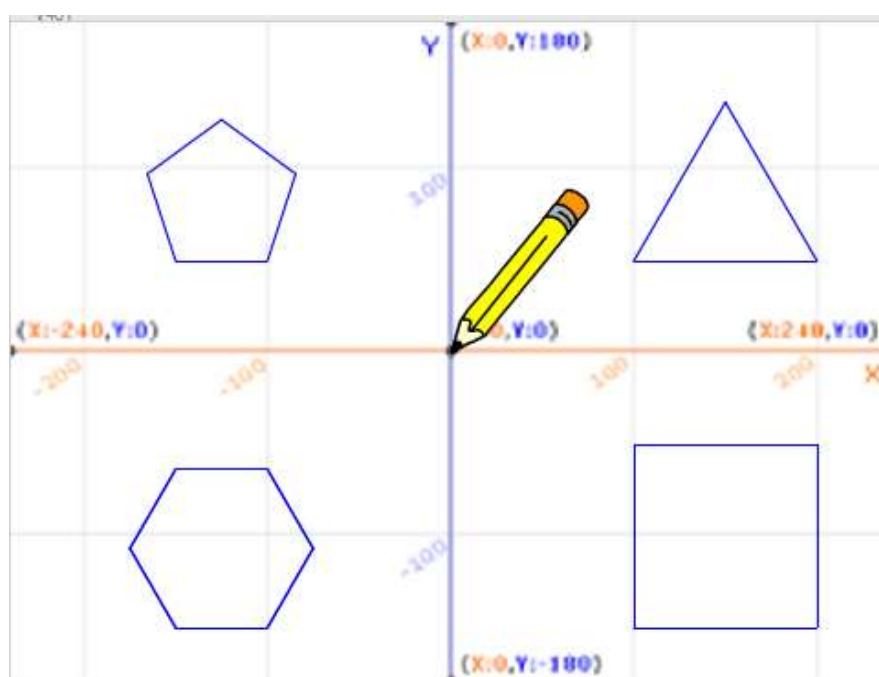
Y finalmente, se deberá realizar un programa que, al “presionar la bandera verde”, se vayan llamando uno por uno los bloques, comenzando por el cuadrado y éstos se deberán ir dibujando de manera automática en el orden deseado. Se presentarán a los estudiantes el conjunto de fichas por separado para la elaboración de dicho programa, tal como se muestra en la figura 11.

**Figura 11.** Fichas del programa principal en reto 3 de los bloques



El resultado del reto 3 deberá parecerse al mostrado en la figura 12.

**Figura 12.** Resultado reto 3



El reto lo ganará la fila que primero termine, los estudiantes trabajarán en forma individual, pero se pueden ayudar con sus compañeros de la misma fila. La fila ganadora suma un punto.

Con este reto se pretenderá desarrollar en los estudiantes la habilidad de abstracción, ya que en la creación de un bloque se toman en cuenta solo las características de funcionalidad y no de detalle, pensando cada bloque como un todo y con unas características de entrada y salida, pero no necesariamente en lo que tiene el bloque en su interior. Tiempo estimado: 30 minutos.

- **Reto # 4:**

Se propondrá a los estudiantes idear mediante el uso de lectura de datos, escritura de datos y creación de variables, un programa que permita al usuario dibujar un polígono regular, solo ingresando el número de lados de la figura deseada. Para ello se les profundizará en el uso de las fichas pregunta y respuesta de la etiqueta “sensores” y la creación de variables desde la etiqueta “Variables”.

Para la creación de variables, se debe buscar la etiqueta “Variables” y elegir la opción “Crear variable”, para este ejercicio la llamaremos “Número de lados”. Como se muestra en la figura 13.

**Figura 13.** Creación de variables en SCRATCH



Para la lectura de datos por teclado se procede a ir a la etiqueta “Sensores” en la ficha “Preguntar y esperar” como se muestra en la figura 14.

**Figura 14.** Etiqueta “Sensores” - Ficha “preguntar y esperar”



Para la escritura o captura de datos ingresados por un usuario en la memoria del computador, se podrá usar de la etiqueta “Sensores” la ficha “Respuesta” como se muestra en la figura 15.

**Figura 15.** Etiqueta “Sensores” - Fichas “preguntar y esperar” y “Respuesta”



De esta manera, si se desea preguntar a un usuario por el número de lados de un polígono que desee dibujar, se podría realizar el programa que se ejemplifica en la figura 16.

**Figura 16.** Programa para solicitar número de lados y esperar respuesta



Al ejecutar estas líneas se deberá mostrar lo que aparece en la figura 17.

**Figura 17.** Resultado de ejecución del programa que solicita número de lados al usuario



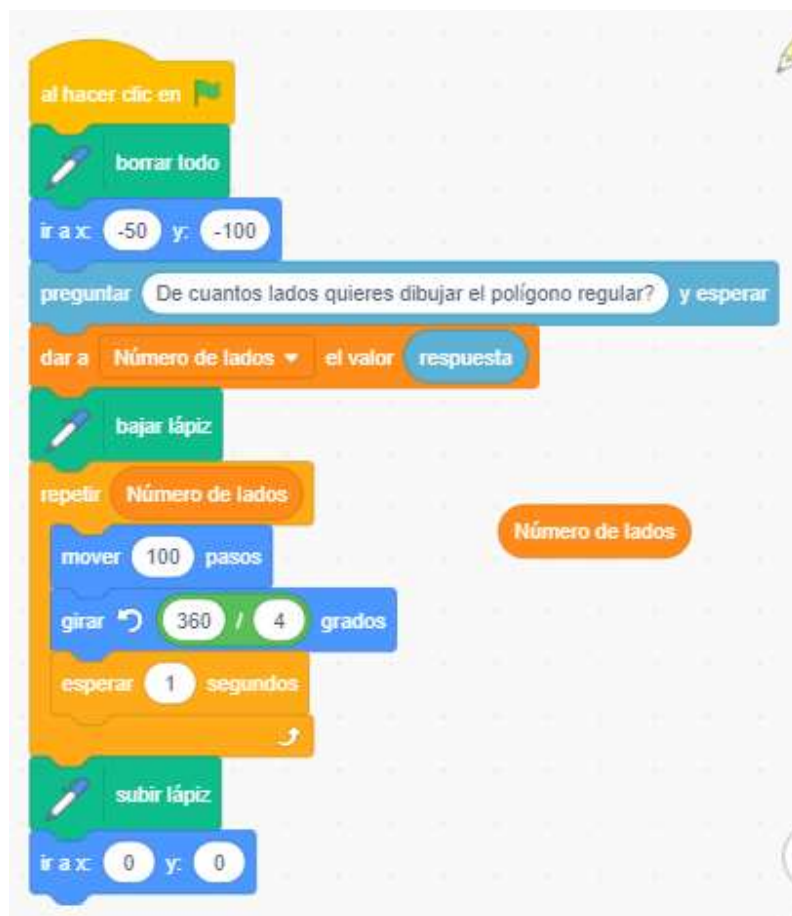
Una vez el usuario ingrese un valor numérico para el numero de lados, éste deberá aparecer en la casilla “Número de lados” que corresponde al valor capturando en la memoria del computador.

El Reto consiste en realizar un programa que dibuje cualquier polígono regular, dependiendo del número de lados que va a ingresar un usuario por teclado.

Se le propondrá al estudiante que lo realice, haciendo el montaje mostrado en la figura 18, pero con la característica que este tiene un error: una ficha que se desenchajó y debe ser puesta en su lugar, el estudiante deberá identificar dicho error para obtener el resultado propuesto.

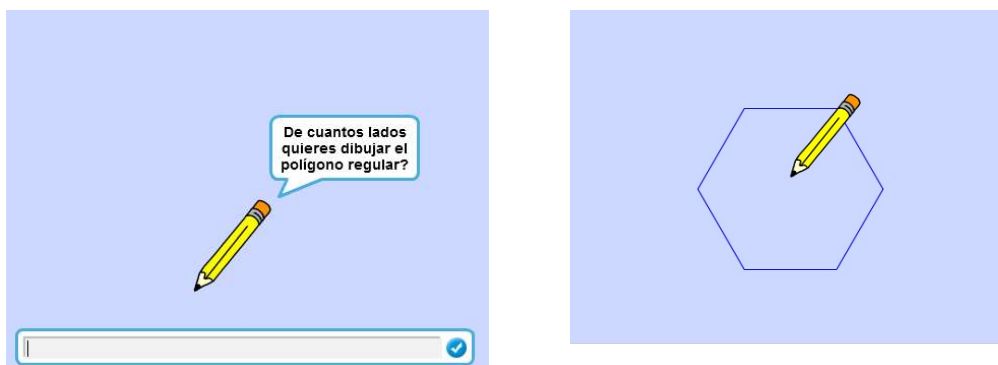
El programa con error es el mostrado en la figura 18.

Figura 18. Ejercicio reto 4, con un error



Si el usuario hubiera ingresado por teclado el número 6, el resultado a obtener por el programa sería el mostrado en la figura 19.

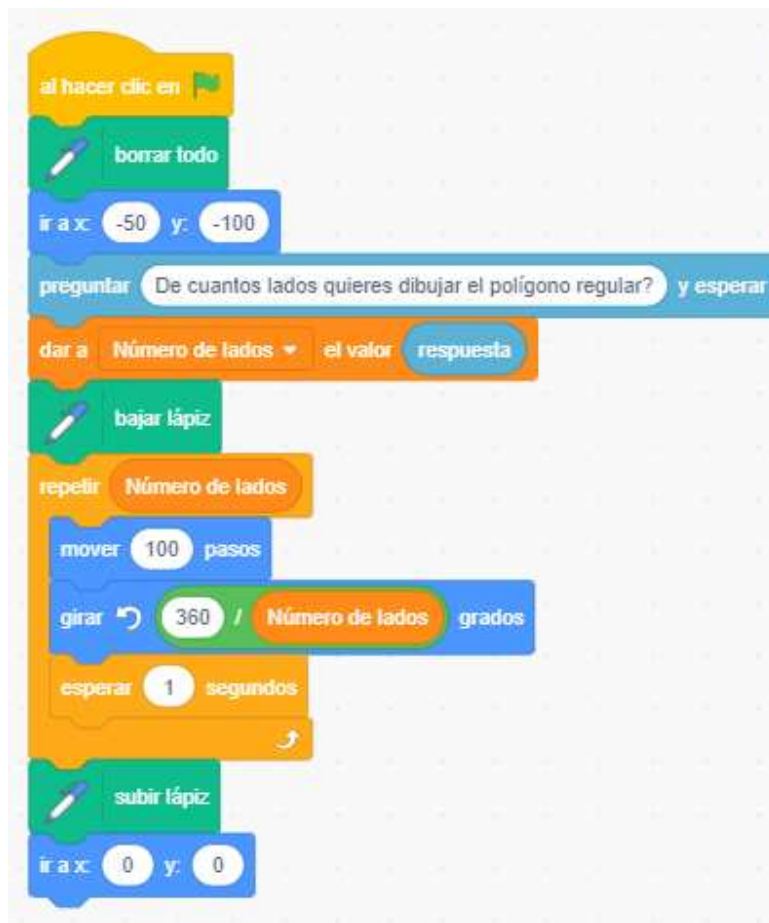
Figura 19. Resultado si el usuario ingresa 6 lados



Y el programa correspondiente sería como el mostrado en la figura 20.



Figura 20. Programa sin errores



Con este reto se pretenderá desarrollar en los estudiantes la habilidad de evaluación, ya que, en referencia a los retos anteriores, éste permitirá cuestionar la manera como el estudiante venía pensando las soluciones, si estas eran en efecto eficientes y eficaces; además, si se presentase un caso hipotético, donde le soliciten desarrollar un programa, ¿Éste tendría las condiciones prácticas para que cualquier usuario sin saber de programación, lo pudiese utilizar? o ¿Cómo mejorar el programa para que pueda ser comercializado?

Gana un punto la fila que primero termine el reto. Tiempo estimado: 30 min.

#### 4.1.3.4 Momento para las perspectivas

Este momento se destinará para que los estudiantes puedan con un poco más de libertad, construir, explorar e imaginar, otras posibilidades en el dibujo sobre el lienzo digital.

- **Reto # 5:**

¿Qué sucede si en un programa se anidan sucesivamente ciclos “Repetir”?

Se propondrá a los estudiantes hacer el montaje de la figura 21.

**Figura 21.** Anidar ciclos “repetir”

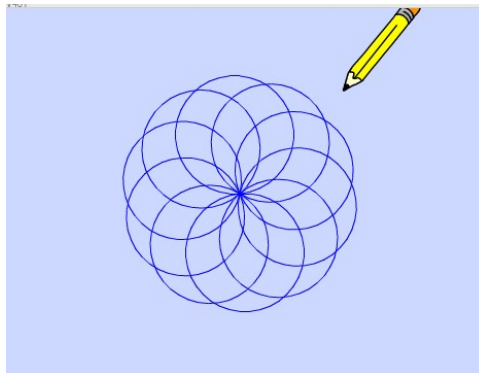


Y finalmente, hacerle variaciones como: anidar de diferente manera los ciclos, probar cambiar los valores de los ciclos repetir, probar cambiar las posiciones de las fichas dentro de los ciclos y cambiar los colores de los trazos.

Los estudiantes deben socializar los diferentes resultados obtenidos. Gana dos puntos la fila que realice la figura más creativa e intrincada. Tiempo estimado 30 min.

Uno de los posibles resultados a este reto se muestra en la figura 22.

**Figura 22.** *Posible resultado reto 5*



## 4.1.4 Evaluación de los aprendizajes

### 4.1.4.1. Autoevaluación

Se diseñó un formato de autoevaluación en la plataforma CLASSROOM usando escala de Likert, para evaluar el nivel de compromiso y disposición en las actividades (1-Nunca, 2-a veces, 3-bastantes veces, 4-siempre), Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

- Actúo con respeto y responsabilidad ante los roles asignados en las actividades.
- Comprendo como transformar estructuras secuenciales en cíclicas
- He adquirido las habilidades que me permiten dar solución a problemas de una manera más asertiva y ágil.
- Soy recursivo al dar solución a los problemas planteados en los retos.
- Interpreto correctamente el uso de secuencias, ciclos, bloques y variables.
- Comprendo la relación entre un patrón y un ciclo.
- Establezco relación entre patrones matemáticos y de programación.

#### 4.1.4.2. Coevaluación y heteroevaluación

Se diseñó un formato conjunto de coevaluación y heteroevaluación (Figura 23). En la primera columna está el nombre del estudiante, en la segunda esta la opción para marcar al estudiante líder, en la tercera columna esta la valoración que el líder hace de sus compañeros (al líder lo evalúan sus otros compañeros) y en la cuarta esta la valoración que hace el docente teniendo en cuenta una rúbrica que se explicará a continuación, el promedio aritmético de estas dos valoraciones será la valoración definitiva del proceso.


#### 4.1.4.3. Rúbrica

Para la valoración final de actividad o secuencia didáctica se estableció la siguiente rúbrica:

- Participación en la actividad de motivación (2 puntos)
- Participación en la actividad de saberes previos (2 puntos)
- Realización del reto 1 y 2 (2 puntos)
- Realización del reto 3 y 4 (2 puntos)
- Realización del reto 5 (2 puntos)

Se tendrán en cuenta los puntos acumulados en la realización de los retos, estos puntos serán ponderados por el profesor en la escala de 1 a 5 y será colocada en la columna "Valoración sustentación" del formato de coevaluación y heteroevaluación mostrado en la figura 23.

**Figura 23.** *Formato de coevaluación y heteroevaluación*

REGISTRO DE ACTIVIDADES DE GRUPO EN EL AULA 

GRUPO # \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 DOCENTE: Juan Camilo Ortega Arbeláez ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_  
 GRADO: \_\_\_\_\_  
 ÁREA: \_\_\_\_\_

	NOMBRE INTEGRANTE GRUPO	LIDER	VALORACION PARTICIPACION	VALORACION SUSTENTACION	VALORACION DEFINITIVA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

FIRMA LIDER: \_\_\_\_\_ FIRMA PROFESOR: \_\_\_\_\_

Para la valoración final de la actividad o secuencia didáctica se tendrán en cuenta los resultados de la autoevaluación y la “valoración definitiva” del formato de coevaluación y heteroevaluación mostrado en la figura 23.

## **4.2 Secuencia 2: Sensores y sentidos**

En concordancia con lo planteado por Ambrós (2009), donde una unidad didáctica debe trazar la ruta o tender un hilo conductor entre las secuencias de actividades propuestas, en el presente proyecto de investigación también se debieron vertebrar una serie de actividades prácticas y funcionales que podrían llevar al desarrollo no solo de habilidades, sino también de actitudes en pensamiento computacional. En el caso de la primera secuencia, las actividades se diseñaron e implementaron pensando en ser una base y complemento de la segunda secuencia, titulada: sensores y sentidos. La cual se desarrollará teniendo en cuenta el modelo de aprendizaje basado en proyectos, conforme a lo planteado por el Gobierno de España (2015) y Markham (2003), en cuanto a la elección del tipo de proyecto y las etapas a implementar se hace una adaptación de lo planteado por Mergendoller (2006). En cuanto a la estructura de esta segunda secuencia didáctica, conservan los mismos parámetros generales que la primera.

### **4.2.1 Identificación de la actividad a implementar**

Se implementará con estudiantes de la Institución Educativa Rural Carlos González del municipio de Belmira – Antioquia en la educación media 10° y 11°. La actividad se titula: “Sensores y sentidos”. Esta actividad guiada tendrá una duración de cuatro horas y el proyecto final 2 semanas.

## **4.2.2 Justificación, objetivos de aprendizaje, ambientes y espacio físico**

### **4.2.2.1 Justificación**

Se hace necesario complementar lo trabajado en la secuencia didáctica 1 titulada: “Atrévete a dibujar en un lienzo digital”, donde se esperaría que los estudiantes hubiesen adquirido unas habilidades propias del pensamiento computacional y continuar profundizando en las actitudes, enfatizando en lo experimental, acorde al método de aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes construyen, exploran y comparten con pares para la elaboración de proyectos de tipo tecnológico, los cuales podrían llegar a tener movimiento o manifestar otro atributo como por ejemplo la emisión de luz o la activación de actuadores a través de la corriente eléctrica o el flujo. Se buscará así aplicar estas experiencias con los estudiantes, para que ellos a su vez generen iniciativas que involucren soluciones a problemáticas en contexto.

### **4.2.2.2 Objetivos de aprendizaje**

- Desarrollar actitudes en pensamiento computacional, tales como: Confianza para afrontar la complejidad, persistencia en trabajar con problemas difíciles, la capacidad de enfrentar con problemas abiertos, la capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común
- Realizar prototipos tecnológicos mediante una metodología de aprendizaje basada proyectos
- Experimentar con elementos de hardware (Suiches, resistencias, bombillos led, placa electrónica de desarrollo) los resultados de una programación y relacionarlos con tareas prácticas con sensores
- Fortalecer lazos de solidaridad y compañerismo

#### 4.2.2.3. Ambientes y espacio físico

El tamaño total del grupo será de 25 estudiantes. Los estudiantes se organizarán en grupos de máximo 5 personas, a libre elección, de acuerdo con su afinidad. Cada grupo asigna unos roles específicos a cada integrante, entre ellos se resalta el del estudiante encargado de liderar el grupo, estableciendo un puente de comunicación con el docente para efectos de entrega de guías y elementos didácticos, al igual que su recolección al final de la actividad. Los otros estudiantes también tendrán roles específicos como: el encargado del montaje, el de la programación, el de las pruebas y revisión y finalmente el encargado de la puesta en común. Es de anotar que todos los integrantes del grupo realizarán cada una de las actividades, pero se le encarga a cada estudiante dar respuesta a una actividad específica.

El material didáctico que se aporta en la realización de esta secuencia didáctica es un kit entregado por el profesor a cada grupo de estudiantes y contiene lo siguiente:

- 2 resistencias de 10 K $\Omega$
- 1 Resistencia de 220 $\Omega$
- 1 diodo Led
- 2 suiches tipo pulsador
- 2 cables macho-macho largos
- 3 cables macho-macho medianos
- 2 cables pequeños
- 1 tarjeta Arduino UNO con cable de conexión a PC
- 1 protoboard
- 1 sensor de humedad de suelo

Además del kit a cada equipo se le entregará un computador con el siguiente software:

- IDE Arduino
- S4A

### **4.2.3 Desarrollo de la actividad**

El desarrollo de la actividad se divide en cuatro momentos:

#### **4.2.3.1 Momento de motivación**

Se presentará por parte del docente la proyección de un video sobre la relación entre los sensores y los sentidos ([https://www.youtube.com/watch?v=wScNwfg\\_J5w](https://www.youtube.com/watch?v=wScNwfg_J5w)), con lo cual se pretenderá que los estudiantes identifiquen y comprendan como en el mundo natural la gran mayoría de seres vivos adquieren información del mundo exterior a través de los sentidos y que la gran mayoría de las máquinas, y sistemas automatizados que hoy conocemos, emulan a estos seres vivos, pero lo hacen a través de los transductores o los sensores, los cuales pueden detectar variables físicas externas que procesadas, pueden dar información de las condiciones del ambiente exterior. Se puede tener una idea muy precisa por ejemplo de: la temperatura exterior, la humedad del ambiente, la presión atmosférica, entre otros. Tiempo estimado 30 minutos.

#### **4.2.3.2. Momento de ideas previas y presentación de conceptos**

En este momento de la sesión se pretenderá identificar saberes que los estudiantes traen y plantear preguntas detonantes que inviten a la discusión.

¿Qué dificultades ha encontrado al momento de tratar de dar soluciones a problemáticas en su entorno, ya sean ambientales o en el lugar donde vives (casa o finca)?

¿Consideras que solo los expertos pueden llevar a cabo el desarrollo de proyectos usando algunos dispositivos tecnológicos cotidianos o tú como estudiante te atreverías a realizarlos? ¿Te da algún tipo de temor, inseguridad o miedo emprender a realizarlos?

¿Cuándo emprendes algún tipo de proyecto en tu vida, tiendes a terminarlo o lo dejas a medias? Explica tu respuesta.



¿A menudo te gusta más trabajar de manera individual que de manera colaborativa al momento de realizar algún proyecto en tu vida?

¿Cuál crees que es la importancia de trabajar en equipo?

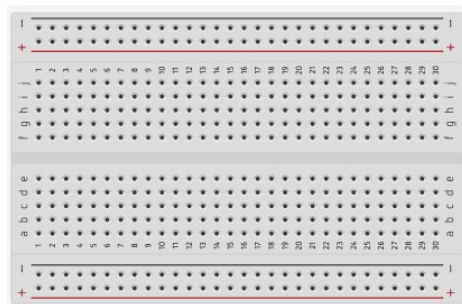
Es de resaltar que estas preguntas fueron también dispuestas en la plataforma CLASSROOM de la institución para ser respondidas por los estudiantes.

Luego de esta actividad previa, el docente presentará una serie de conceptos y definiciones necesarias para llevar a cabo la actividad siguiente de ejecución o prácticas. Tiempo estimado 1 hora y 30 minutos.

Identificación de los componentes:

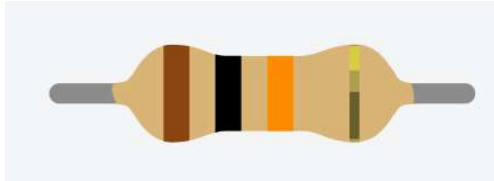
- **Protoboard:** Es la placa base donde van a ir instalados todos los componentes, es de resaltar que cada punto o nodo tiene conexión con el siguiente de manera vertical, excepto las dos líneas horizontales superiores e inferiores que tiene conexión horizontal.

**Figura 24.** *Protoboard*



- **Resistencias:** Son elementos de protección en un circuito eléctrico, en su interior la mayoría de las veces están compuestas de grafito, material que permite oponerse con mayor facilidad el paso de la corriente. Dependiendo de su vatiaje es el tamaño, para el presente proyecto se usarán de  $\frac{1}{2}$  vatio. Estas tiene dos terminales, los cuales no tienen polaridad, es decir, se puede conectar cualquier terminal al positivo o al negativo de una fuente de voltaje. Se puede identificar físicamente como se muestra en la figura 25.

**Figura 25.** Resistencia de 10K $\Omega$



El valor de cada resistencia esta dado por un código de colores, el cual se presenta en la figura 26.

**Figura 26.** Código de colores para las resistencias

COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	x 1 $\Omega$	
MARRÓN	1	1	x 10 $\Omega$	+/- 1%
ROJO	2	2	x 100 $\Omega$	+/- 2%
NARANJA	3	3	x 1000 $\Omega$	
AMARILLO	4	4	x 10,000 $\Omega$	
VERDE	5	5	x 100,000 $\Omega$	
AZUL	6	6	x 1,000,000 $\Omega$	
VIOLETA	7	7	x 10,000,000 $\Omega$	
GRIS	8	8	x 100,000,000 $\Omega$	
BLANCO	9	9	x 1,000,000,000 $\Omega$	
DORADO			x 0,1 $\Omega$	+/- 5%
PLATEADO			x 0,01 $\Omega$	+/- 10%
			SIN BANDA	+/- 20%

Para el presente proyecto utilizaremos dos valores diferentes de resistencias:

La primera es de 220  $\Omega$ , colores: Rojo, rojo, marrón, dorado.

La segunda es de 10K $\Omega$ , colores: Marrón, negro, naranja, dorado.

- **Diodo led:** Es un dispositivo semiconductor que tiene la característica de emitir luz cuando lo atraviesa, en polarización directa, una corriente eléctrica. Posee dos terminales, la positiva llamada Ánodo y la negativa llamada cátodo.

**Figura 27.** *Diodo led*



- **Interruptor:** También conocido en inglés como “Switch”, su función es dejar pasar o no la corriente eléctrica en un circuito. Para el presente proyecto utilizaremos un switch comercial de 4 terminales, que presentan continuidad cuando esta presionado y cuando esta en estado normal, las terminales se encuentran abiertas, es decir, se impide el paso de la corriente eléctrica.

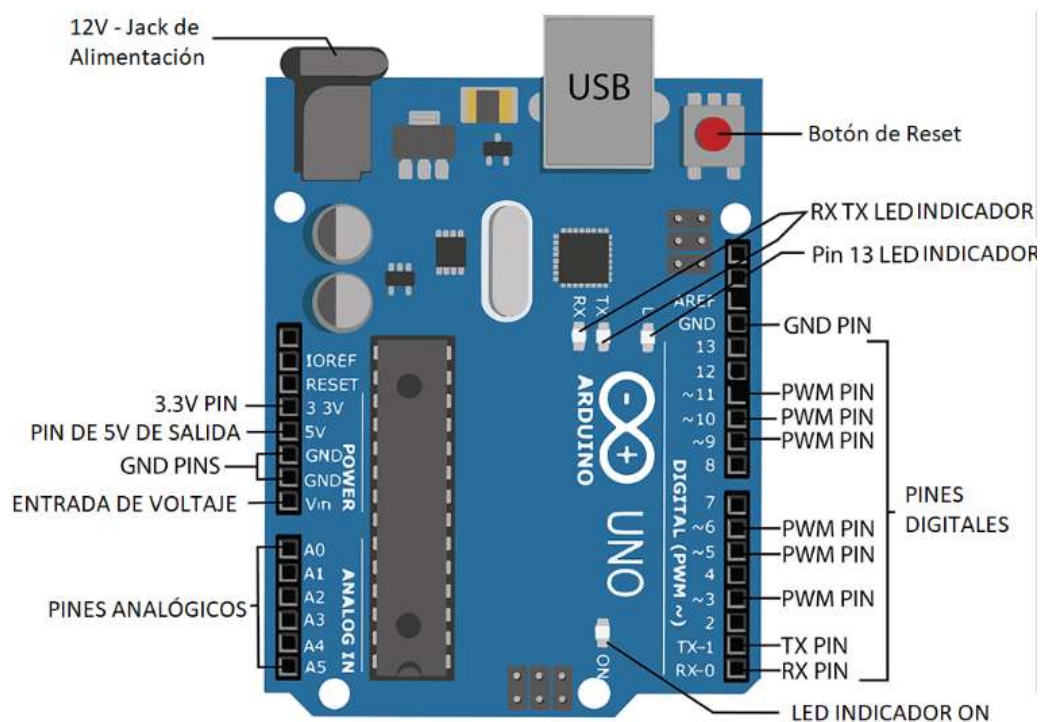
**Figura 28.** *Interruptor tipo botón*



- **Tarjeta de desarrollo Arduino UNO:** Es un dispositivo electrónico que permite realizar proyectos interactivos, es basada en código abierto. Es a partir de esta que vamos a detectar entradas de sensores, procesar la información recibida y posteriormente, controlar luces, motores, actuadores, entre otros. Para poder programarla se necesita usar un programa desarrollado por Arduino, pero en esta

práctica vamos a utilizar para programarla, otro programa llamado S4A (SCRATCH for ARDUINO), el cual utiliza un entorno gráfico de programación basado en los bloques de SCRATCH para programar esta tarjeta.

**Figura 29.** Tarjeta de desarrollo Arduino UNO



Características:

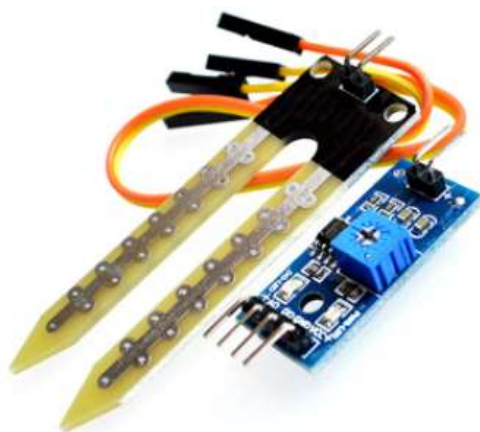
- Voltaje de entrada 5V (Por puerto USB) y 7-12V por Jack de alimentación
- Pines digitales de Entrada/Salida: 14
- Pines Analógicos de entrada: 6
- Corriente de salida por pin: 20mA
- Pines para voltaje externo de: 3,3 V y 5V a 50mA.
- Velocidad de reloj: 16MHz
- Pines para Tierra (GND)
- El pin 13 tiene integrado un led

- **Programa S4A:** Conocido como SCRATCH para ARDUINO es un software de uso libre, bajo licencia MIT, desarrollado por un equipo de investigadores del Citilab en la ciudad de Barcelona, España. Utiliza un entorno gráfico de programación basado en SCRATCH y que mediante un microprograma desarrollado en la IDE de Arduino, permite hacer programas en S4A y ejecutarlos en una tarjeta de desarrollo Arduino.

Se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones para su conectividad:

- Se habilitan los 6 pines analógicos como entradas
  - Los pines 2 y 3 son entradas digitales
  - Los pines digitales 5, 6 y 9 son habilitados como salidas analógicas.
  - Los pines 10,11 y 13 son habilitados como salidas digitales
  - Los pines digitales 4,8,7 y 12 son habilitados como salidas digitales especiales para servomotores
  - Se controlan tantas placas como puertos USB tenga el computador
- 
- **Sensor de humedad de suelo:** Es un dispositivo que permite detectar el porcentaje de agua en la tierra, se compone de una sonda que se puede introducir en la tierra y mediante cables de cobre envía la información a un módulo procesador de señales. Se muestra en la figura 30.

**Figura 30.** *Sensor de humedad de suelo*



#### **4.2.3.3 Momento para las prácticas**

- **Proyecto guiado: Simulando un sensor**

Se propondrá realizar un proyecto tecnológico que permita a los estudiantes experimentar el modo de funcionamiento de los sensores y su relación con los sentidos, para ello vamos a utilizar dos interruptores que los simulan y para visualizar su efecto se usará un bombillo led que se activará o desactivará de acuerdo con la señal de entrada del sensor simulado. El procedimiento se debe hacer de dos maneras, encendiendo y apagando el led por hardware y también por software a través del programa S4A.

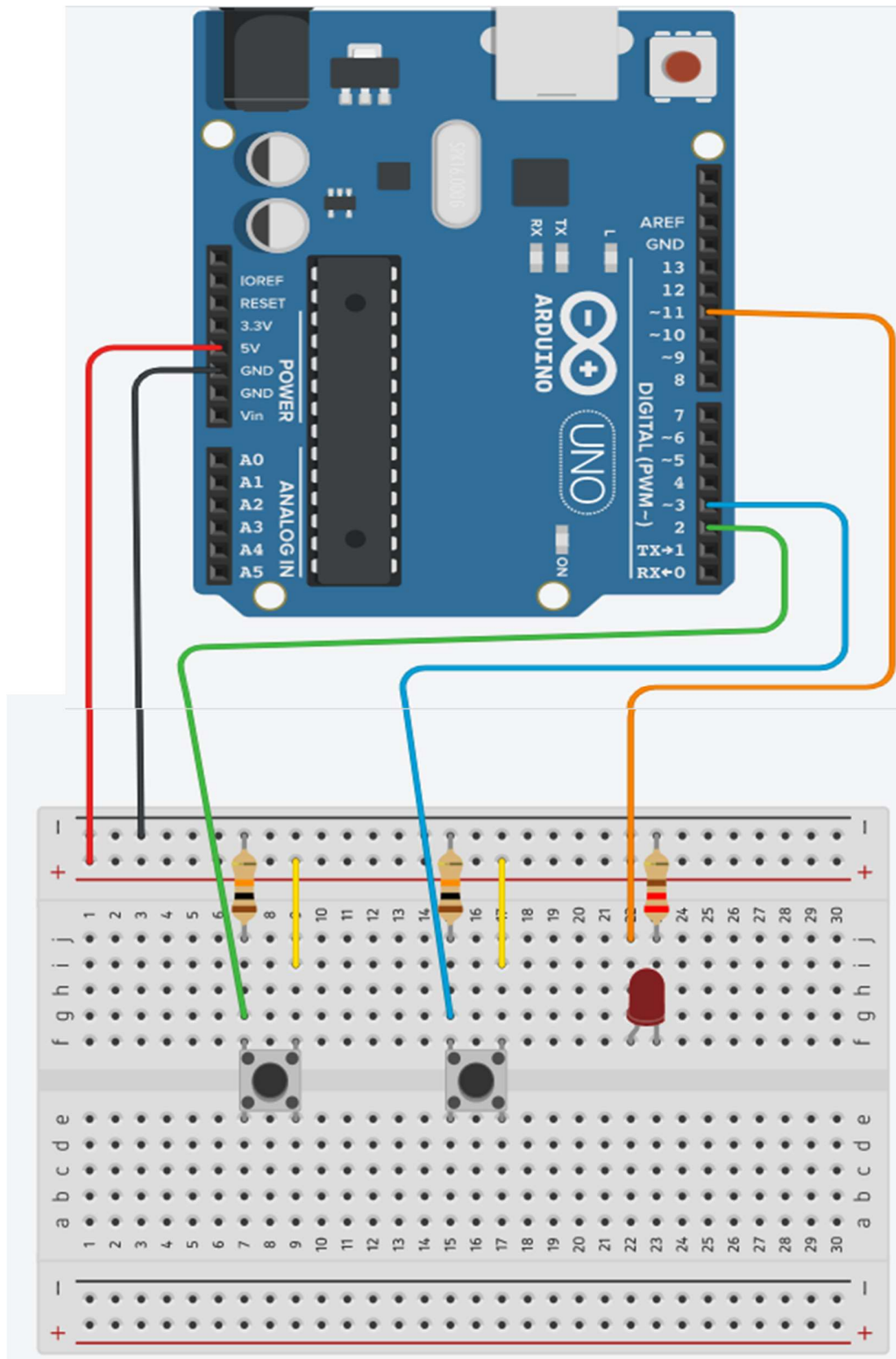
- **ETAPA 1: Planificación y reconocimiento**

Se realizará un plan grupal para dar cumplimiento a las indicaciones del proyecto, las tareas y funciones de los integrantes del grupo ya fueron definidas previamente, luego se procede a la Identificación de los componentes, sus funciones, maneras de conexión, voltajes y corrientes máximas y mínimas, entre otros.

- **ETAPA 2: Montaje del Hardware**

Una vez identificados los componentes y sus funciones se procederá a realizar el montaje y conexiones de estos en la protoboard y la placa ARDUINO. El resultado del montaje deberá hacerse como indica la figura 31.

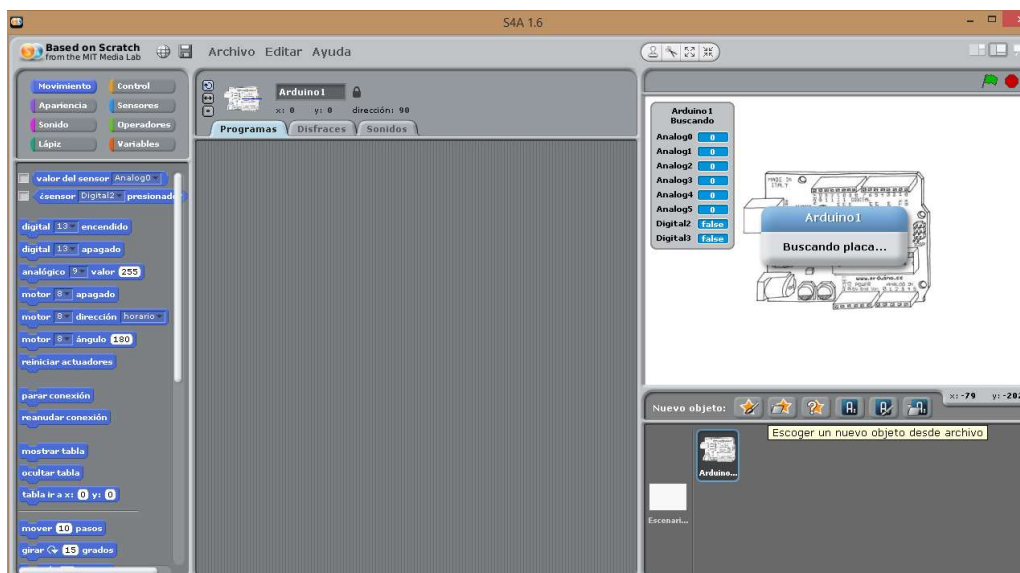
Figura 31. Montaje de circuito en protoboard y conexiones en placa Arduino



- **ETAPA 3: Diseño en software S4A**

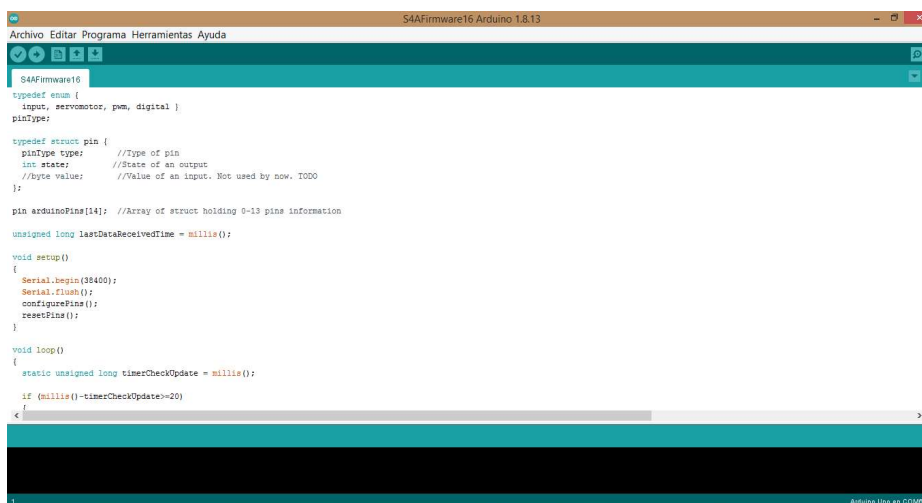
- Al abrir el programa aparecerá un entorno gráfico muy similar al de SCRATCH el cual se muestra en la figura 32.

**Figura 32.** Entorno gráfico S4A



- El programa de manera automática buscará la placa de desarrollo Arduino UNO, la cual deberá ser conectada al computador a través de un puerto USB.
- Para que la placa Arduino UNO sea reconocido por el software S4A se deberá cargar en esta un Firmware llamado "S4AFirmware16" el cual se abre con la IDE de Arduino. La imagen se muestra en la figura 33.

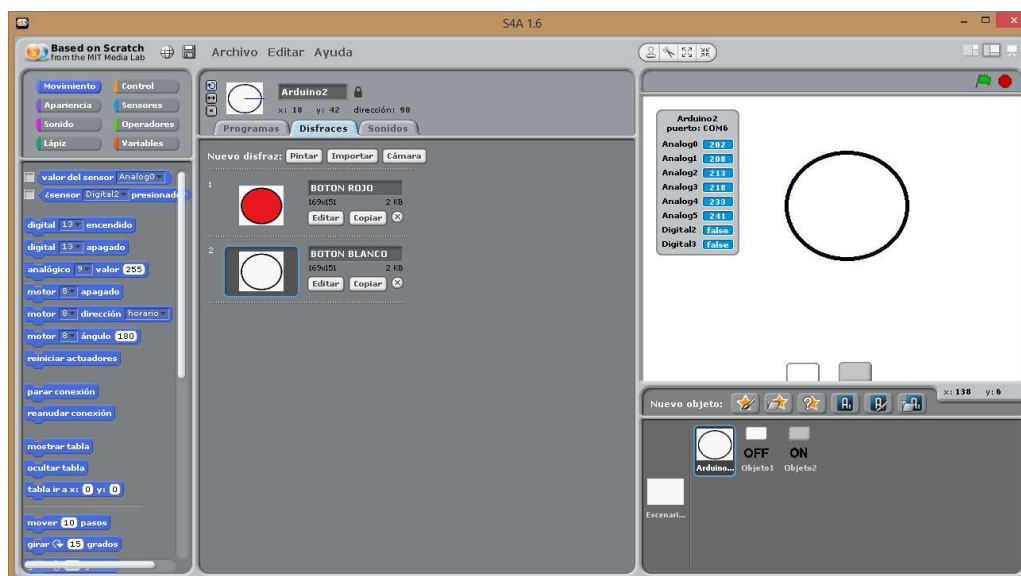
**Figura 33.** Entorno gráfico del Firmware para cargar en la placa Arduino





- Para cargarlo en la placa Arduino, primero se deberá verificar en el Menú – Herramientas, que este seleccionada la placa Arduino UNO y verificar el número del puerto en donde está conectada la placa (Debe aparecer OK). Finalmente se deberá dar clic a “Cargar”. Si el procedimiento fue hecho de manera correcta deberá desaparecer del programa S4A el letrero de “buscando Arduino UNO”.
- En el programa S4A se eliminará la imagen que aparece por defecto y se procederá a realizar el diseño del botón que va a representar el bombillo led, esto se hará en la opción “Disfraces”. Para hacerlo se diseñará un botón Blanco, luego se duplicará cambiando su color a rojo, se sugiere que el diseño quede como se muestra en la figura 34.

**Figura 34.** *Diseño del botón que representa el bombillo led*



- Para elegir botones ON y OFF de encendido y apagado del bombillo, se dará clic en “Nuevo objeto desde archivo” y luego se elegirá “button” y “button pressed” para obtener el resultado mostrado en la figura 35.

Figura 35. Botones ON y OFF



- **ETAPA 4: Programación visual usando bloques**

El programa principal se deberá hacer en el objeto "Arduino" en el S4A. Para ello se deberá tener en cuenta:

- El Pin 2 de entrada Digital está conectado al switch 1
- El Pin 3 de entrada Digital está conectado al switch 1
- El pin 11 de salida Digital está conectado el LED

El programa se construirá de manera que, si hay una entrada del switch, dependiendo de cual sea, se deberá encender o apagar el bombillo led, a su vez cambiará el disfraz del bombillo del software de blanco a rojo o viceversa.

También habrá dos pequeños programas: el primero tendrá como función recibir la orden del botón de encendido por software, cambiar el disfraz del bombillo a rojo y enviar la señal de activación del led físico en el montaje del circuito. El segundo programa hará lo mismo, pero apagando los bombillos en software y físico.

La programación podría quedar como se muestra en la figura 36.

**Figura 36.** Programa principal



La programación del botón ON, se muestra en la figura 37.

**Figura 37.** Programa de encendido



---

La programación del botón OFF, se muestra e la figura 38.

**Figura 38.** Programa de apagado



- **ETAPA 5: Socialización**

Los estudiantes pondrán en común con los otros grupos de trabajo sus hallazgos, las dificultades, los aciertos, las posibilidades de mejora, entre otros.

Tiempo estimado para realizar todo el proyecto guiado es de 2 horas.

#### **4.2.3.4 Momento para las perspectivas**

Cada grupo, deberá realizar el montaje y la programación de un proyecto final que aplique lo realizado en el proyecto guiado y en el que se incluya la realización de cada una de las 5 etapas. Una vez terminado se debe socializar evento institucional.

Tiempo estimado 2 semanas.

## 4.2.4 Evaluación de los aprendizajes

### 4.2.4.1. Autoevaluación

Se diseñó un formato de autoevaluación en la plataforma CLASSROOM usando escala de Likert, para evaluar el nivel de compromiso y disposición en las actividades (1-Nunca, 2-a veces, 3-bastantes veces, 4-siempre), Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

- Actúo con respeto y responsabilidad ante los roles asignados en los proyectos
- He adquirido confianza para afrontar problemas considerados complejos de resolver
- En la realización de los proyectos considero que he tenido persistencia para trabajar en ellos
- Soy recursivo al dar solución a los problemas planteados en los proyectos
- He Interpretado correctamente las etapas propuestas en los proyectos
- Comprendo la relación entre una entrada y una salida en un sistema digital
- Considero que en la realización de los proyectos he adquirido la capacidad de comunicarme y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común
- Después de haber realizado los proyectos, considero que he adquirido la capacidad de enfrentarme con problemas abiertos

### 4.2.4.2 Coevaluación y heteroevaluación

Se diseñó un formato conjunto de coevaluación y heteroevaluación (Figura 39). En la primera columna está el nombre del estudiante, en la segunda esta la opción para marcar al estudiante líder, en la tercera columna esta la valoración que el líder hace de sus compañeros (al líder lo evalúan sus otros compañeros) y en la cuarta esta la valoración que hace el docente teniendo en cuenta una rúbrica que se explicará a continuación, el promedio aritmético de estas dos valoraciones será la valoración definitiva del proceso.

#### 4.2.4.3 Rúbrica

- Para la valoración final de actividad o secuencia didáctica se estableció la siguiente rubrica:
- Participación en la actividad de motivación y saberes previos (Cuestionario) (2 puntos)
- Realización de las 2 primeras etapas del proyecto guiado. (2 puntos)
- Realización de las etapas 3,4 y 5 del proyecto guiado. (3 puntos)
- Realización del proyecto final (5 puntos)
- Puesta en común del proyecto final (5 puntos)

Estos puntos serán ponderados por el profesor en la escala de 1 a 5 y será ubicada en la columna “Valoración sustentación” del formato de coevaluación y heteroevaluación mostrado en la figura 39.

**Figura 39.** Formato de coevaluación y heteroevaluación



**REGISTRO DE ACTIVIDADES DE GRUPO EN EL AULA**

GRUPO # \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

DOCENTE: Juan Camilo Ortega Arbeláez ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_

GRADO: \_\_\_\_\_

ÁREA: \_\_\_\_\_

	NOMBRE INTEGRANTE GRUPO	LIDER	VALORACION PARTICIPACION	VALORACION SUSTENTACION	VALORACION DEFINITIVA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

FIRMA LIDER: \_\_\_\_\_ FIRMA PROFESOR: \_\_\_\_\_

Para la valoración final de la actividad o secuencia didáctica se tendrán en cuenta los resultados de la autoevaluación y la “valoración definitiva” del formato de coevaluación y heteroevaluación mostrado en la figura 39.

## 5. Análisis de resultados

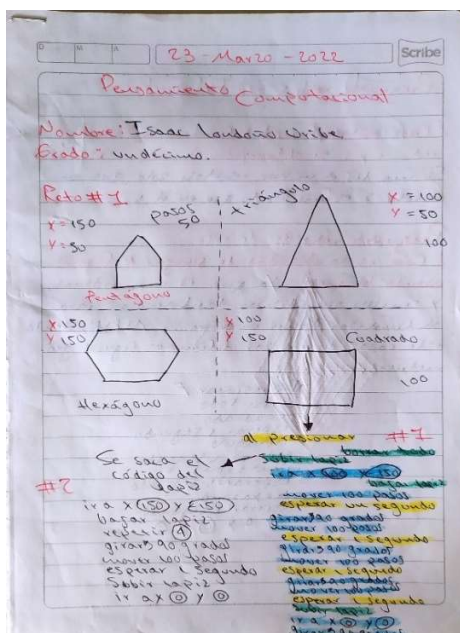
Con la implementación de la unidad didáctica se pretendió desarrollar unas habilidades y actitudes en pensamiento computacional conforme a lo planteado por ISTE & CSTA (2011) y Csizmadia et ál. (2015).

### 5.1 El pensamiento algorítmico

Como se expresó en el capítulo 2.1 del marco de referencia, el pensamiento algorítmico puede llegar a evidenciarse en mayor medida cuando se elaboran programas de computadora, ya que, en éstos se utilizan secuencias o reglas lógicas para obtener tareas deseadas, en la presente investigación se buscó mediante muchas de las actividades propuestas desarrollar esta habilidad en los estudiantes.

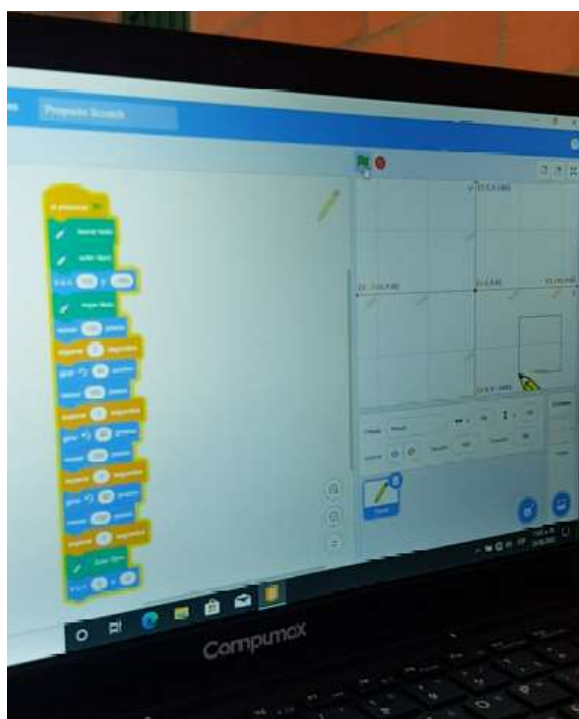
En la primera secuencia y actividad de retos de la unidad didáctica, se solicitó a los estudiantes ordenar un grupo de fichas dadas, de tal manera que, si el orden era el correcto, el lápiz digital comenzaría a dibujar un cuadrado en la posición indicada. Antes de iniciar, cada uno de los estudiantes escribieron en papel un pre-código que pudiese dar solución a lo solicitado. La figura 40 muestra lo escrito por el estudiante "E64\_G11\_M" evidenciado por el instrumento "CF1-RETOS-S1".

Figura 40. Respuesta del estudiante E64\_G11\_M según instrumento CF1-RETOS-S1



De la figura 40, se puede observar que el estudiante en la parte inferior derecha escribe el orden de cada secuencia de instrucciones para que el lápiz digital dibuje en la posición indicada el cuadrado. Esto se puede corroborar al observar la figura 41, que fue un pantallazo tomado del instrumento “VID20\_11\_S1\_ALG\_E64\_20220323” segundo “00:51” y muestra como efectivamente al ejecutar las instrucciones en ese orden el resultado obtenido fue el dibujo del cuadrado en la posición deseada, sumado a ello, entre el minuto 1:07 a 1:32 el estudiante explica como realizó la secuencia. Estos resultados indican que el estudiante formula instrucciones para seguir un orden y efecto deseado, lo cual concuerda con los indicadores planteados en las categorías del pensamiento computacional del capítulo 3.3 y en particular del pensamiento algorítmico.

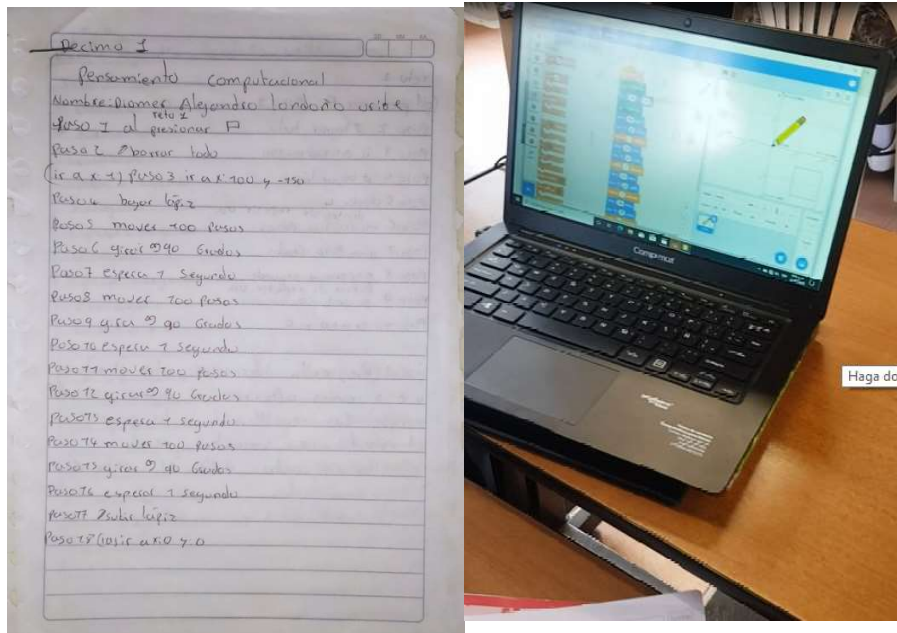
**Figura 41.** Pantallazo tomado del instrumento “VID20\_11\_S1\_ALG\_E64\_20220323”, “00:51”



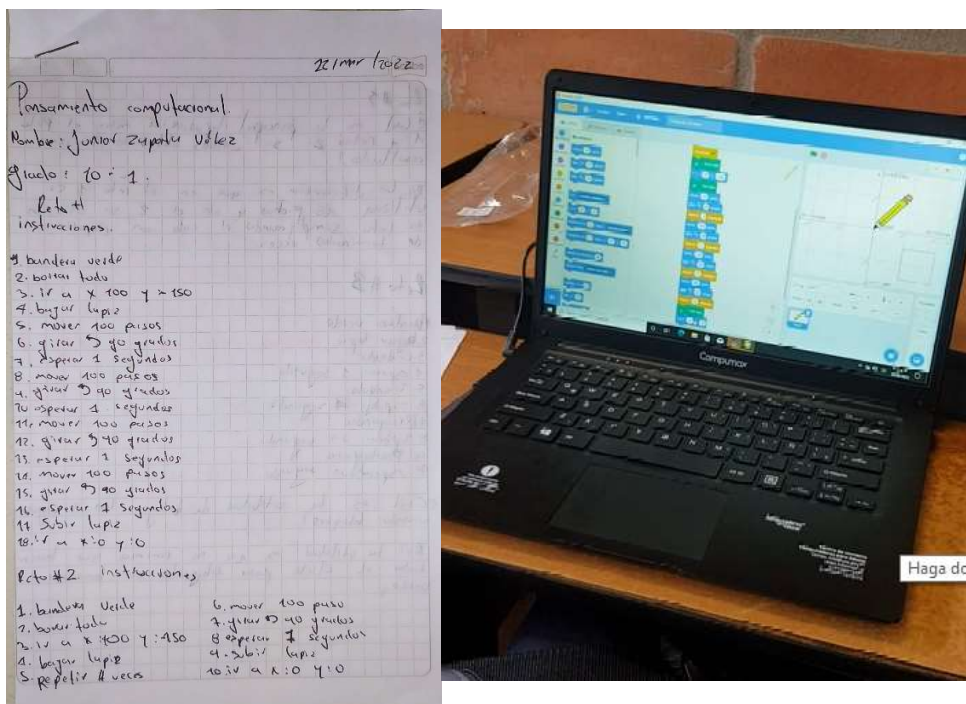


De igual manera se presentan los resultados obtenidos por otros de los estudiantes E10\_G10\_M y E19\_G10\_M en las figuras 42 y 43.

**Figura 42.** Pantallazo tomado del instrumento “VID10\_10\_S1\_ALG\_E10\_20220322” y foto del CF1-RETOS-S1



**Figura 43.** Pantallazo tomado del instrumento “VID15\_10\_S1\_ALG\_E19\_20220322” y foto del CF1-RETOS-S1



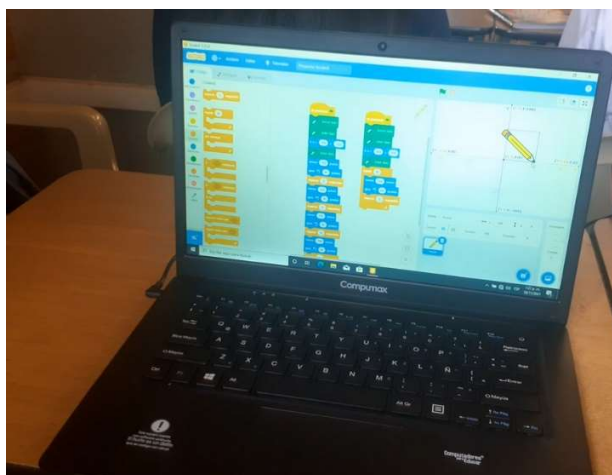
## 5.2 La generalización

En la implementación de la primera secuencia y segunda actividad o reto, se pretendió que los estudiantes desarrollaran particularmente la habilidad de la generalización, esta consiste en identificar patrones o regularidades con el objetivo de poder dar soluciones menos robustas y más eficientes.

A través del pantallazo mostrado en la figura 44, tomado del instrumento de video “VID10\_10\_S1\_ALG\_GEN\_E10\_20211110” se evidencia como el estudiante “E10\_G10\_M” aplica la habilidad de la generalización; se puede observar que el programa de la derecha es más corto, se identifica que para la construcción de un cuadrado basta con repetir las instrucciones “mover” y “girar” 4 veces, tal como el número de lados de este polígono regular.

**Figura 44.** Pantallazo a instrumento de video

“VID10\_10\_S1\_ALG\_GEN\_E10\_20211110”

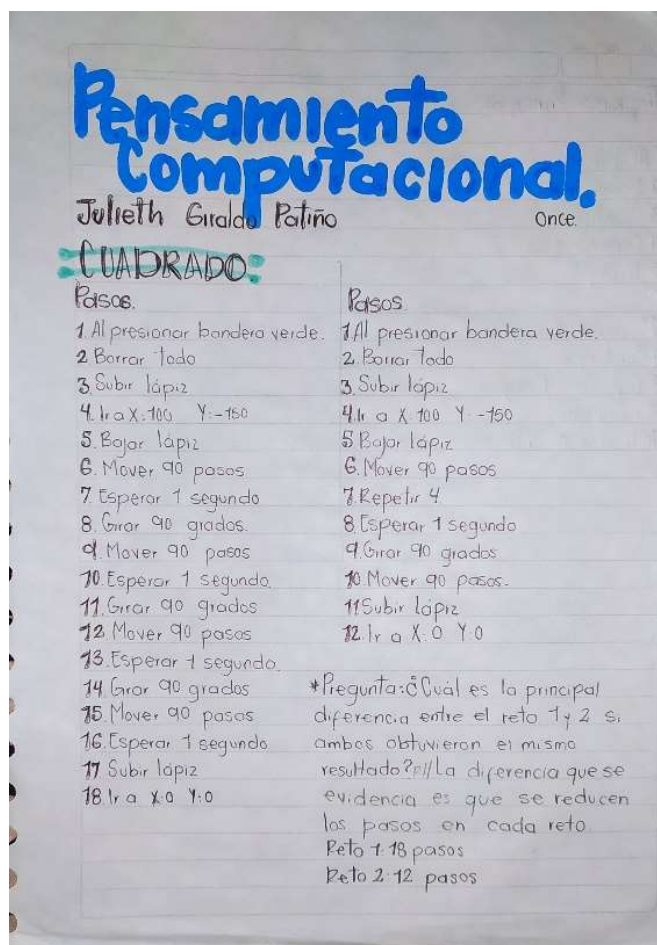


Esto se corrobora con lo respondido por el estudiante entre el minuto 00:17 y 00:40 donde el profesor pregunta: “¿Cuéntame que hiciste en el programa?” y el estudiante responde: “En el programa corto solo le coloqué repetir 4 veces y ya este lo repitió sin tener que poner todos los pasos”.

De igual manera la estudiante “E50\_G11\_F” mediante fotografía a instrumento “CF1-RETOS-S1” mostrada en la figura 45, deja ver como escribe un programa

simplificado respecto al primer reto, pero que obtiene el mismo resultado. Observación que se refuerza cuando el profesor pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre el reto 1 y 2 si ambos tuvieron el mismo resultado? A lo que la estudiante responde: “La diferencia que se evidencia es que se reducen los pasos en cada reto. Reto1: 18 pasos y reto 2: 12 pasos”.

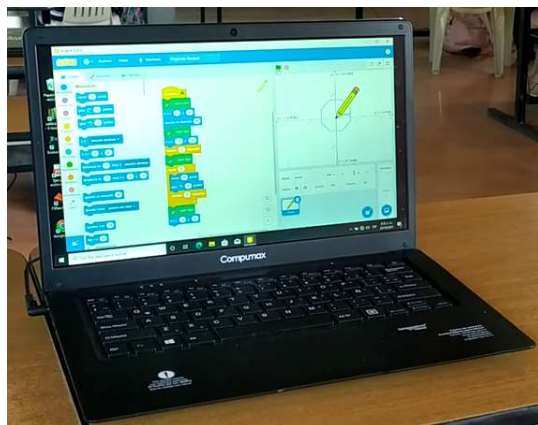
Figura 45. Respuesta del estudiante E50\_G11\_F según instrumento CF1-RETOS-S1



Sumado a lo que se muestra con los dos estudiantes anteriores, ocurre algo muy parecido a lo evidenciado con el estudiante “E106\_G11\_M”, que en entrevista registrada por el instrumento de video “VID2\_11\_S1\_GEN\_E106\_20211025” entre el minuto 00:10 y 00:36 el estudiante explicó como pudo realizar una figura geométrica de 8 lados. Al respecto este dice: “Puse a mover el lápiz 50 pasos y girar 45 grados, repitiéndolo 8 veces” cuando el docente pregunta: “¿Por qué no lo hiciste paso a paso?” el estudiante responde: “Porque así es un proceso más fácil de hacer la figura”. El resultado obtenido en el programa de computadora se muestra en la figura 46.

Tanto en este último estudiante como los dos anteriores, se desarrolló la habilidad del pensamiento computacional denominada la generalización, ya que con los resultados obtenidos se verificó el cumplimiento de los siguientes indicadores: La identificación de patrones, la adaptación de soluciones similares a otro problema y el traslado de ideas en la solución de un problema a otro.

**Figura 46.** Pantallazo a instrumento de video “VID2\_11\_S1\_GEN\_E106\_20211025”

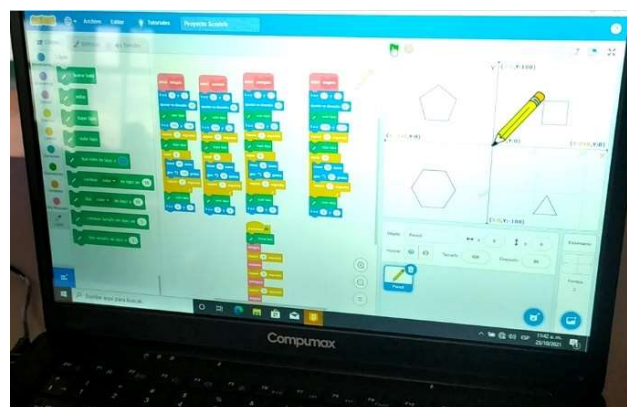


### 5.3 La descomposición

Como se manifestó en el marco de referencia, la descomposición es una habilidad del pensamiento computacional que consiste en dividir tareas complejas en otras más simples, que incluso pueden ser realizadas por varias personas y al final la suma de cada uno de dichos aportes, contribuirán a la solución general. Con el diseño e implementación de la actividad o reto tres de la primera secuencia, se pretendió lograr desarrollar esta habilidad en los estudiantes, proponiéndoles que dibujaran en el plano cuatro polígonos regulares, para que de esta manera experimentaran la necesidad de descomponer la actividad propuesta e incluso que logran trabajar en equipo, pudiendo compartir tramos de la actividad con otros compañeros.

En la aplicación de esta actividad o reto se pudo identificar, según el pantallazo tomado al instrumento de video “VID3\_11\_S1\_DES-ABS\_E107\_20211025” en el minuto 00:18 y que se muestra en la figura 47, como el estudiante “E107\_G11\_F” y su equipo lograron dibujar en el plano los 4 polígonos, haciendo uso de cuatro programas independientes (uno por cada polígono) y un programa principal que va llamando cada uno de los bloques a voluntad del estudiante.

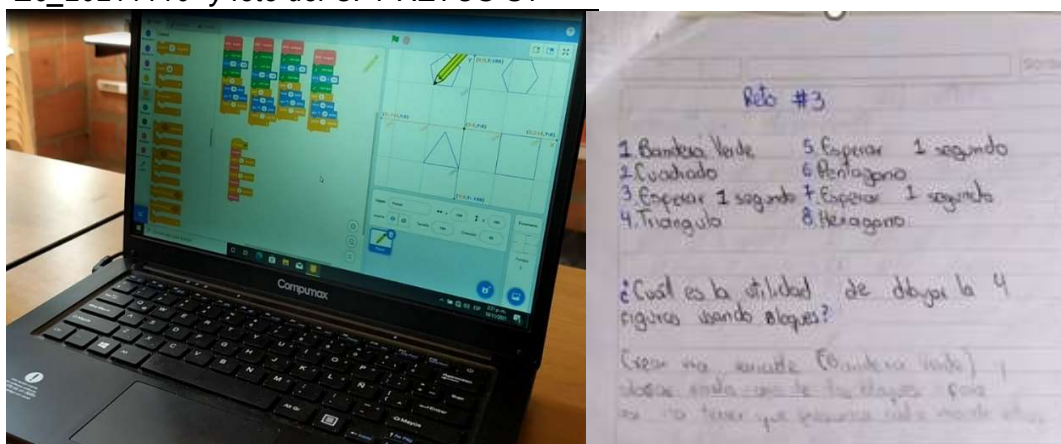
**Figura 47.** Pantallazo a instrumento de video “VID3\_11\_S1\_DES-ABS\_E107\_20211025”



Esto se corrobora cuando el profesor pregunta a la estudiante: “¿Explícame como realizaste la actividad?” A lo que ella responde:” Primero que todo utilizamos diferentes bloques, tanto para el pentágono como para el cuadrado y ya utilizamos un programa aparte que nos permite llamar solamente los bloques que necesitamos” (Tomado desde el minuto 00:45 a 1:02).

En el mismo orden de ideas los estudiantes “E6\_G10\_M” y “E12\_G10\_M” según lo encontrado en los instrumentos de video “VID14\_10\_S1\_DES\_ABS\_E12-E6\_20211110” y cuestionario físico “CF1-RETOS-S1” mostrados en la figura 48, lograron realizar la actividad descomponiéndola en programas independientes, los cuales luego son llamados por un programa principal. Esto también se corrobora cuando el profesor pregunta a los estudiantes: “¿Cómo realizaron la actividad? A lo que responden: “Cogimos 4 bloques que dibujaran un triángulo, un cuadrado, un pentágono y un hexágono. Con el cuadrado hicimos una serie con un repetidor cuatro veces y lo pusimos a girar 90 grados, porque 360 dividido 4 da 90 grados, en el triángulo es lo mismo pero 120, en el pentágono es lo mismo pero con 72 y en el hexágono es lo mismo pero con 60”. Toma la palabra otra estudiante y dice: “Y ya utilizamos bandera verde para darle un inicio a todo, para poder que se repitiera por sí solo”. (tomado de minuto 00:34 a 1:36). Esto también se corresponde a lo que respondieron en el cuestionario físico mostrado en la figura 48, donde ante la pregunta del profesor: ¿Cuál es la utilidad de dibujar 4 figuras usando bloques?, a lo que ellos responden: “Crear una variable y colocar cada uno de los bloques para así no tener que presionar cada uno de ellos”. Probablemente ellos se referían con esta respuesta a que, si no hubiese un programa principal, no se podrían ver los polígonos dibujados en el plano, se debería ejecutar uno por uno cada programa, generando así más demora y enredos en la solución final.

**Figura 48.** Pantallazo tomado del instrumento “VID14\_10\_S1\_DES\_ABS\_E12-E6\_20211110” y foto del CF1-RETOS-S1



En las experiencias presentadas en esta actividad, se pudo evidenciar la habilidad del pensamiento computacional llamada la descomposición, ya que se manifestaron los siguientes indicadores en la realización de esta: Los estudiantes separaron elementos de un problema para que estos fueran más fáciles de trabajar y también separaron versiones más simples de un mismo problema para lograr resolverlo. Esto según lo definido en el capítulo de las categorías de investigación.

## 5.4 La abstracción

En la realización del tercer reto de la primera secuencia, los estudiantes no solo tuvieron la posibilidad de pensar en términos de descomposición, sino también de desarrollar la habilidad de la abstracción.

La abstracción, como se definió en el presente proyecto de investigación, se manifiesta cuando se representan sistemas a través de esquemas, gráficos o programas eliminando detalles innecesarios en el proceso.

Cuando los estudiantes “E6\_G10\_M”, “E12\_G10\_M” y “E107\_G11\_F” construyeron bloques de programas para cada uno de los polígonos regulares, aplicaron la habilidad de la abstracción, ya que de cada bloque solo importaban las entradas y salidas, mas no detalles internos al momento de ser llamados por el programa principal para dibujar los polígonos.

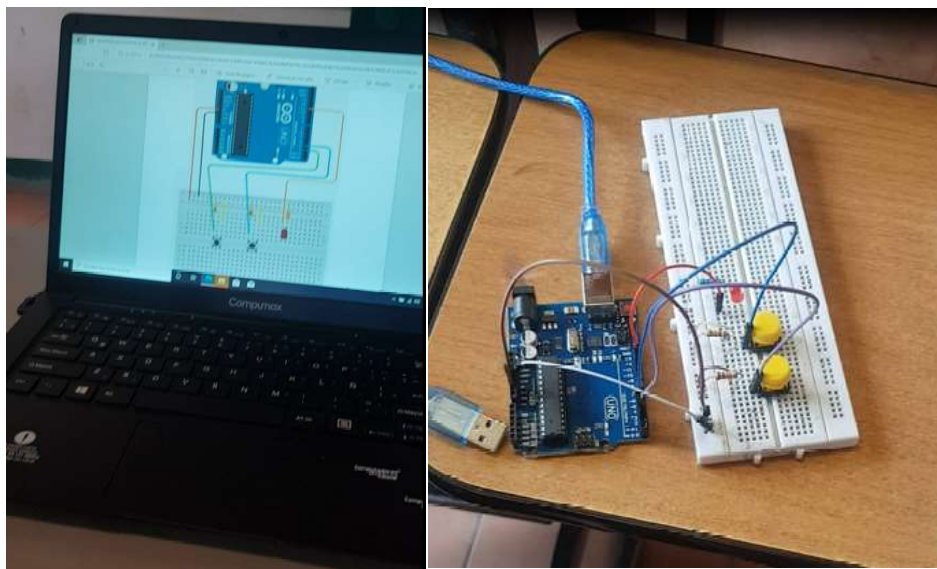
Así mismo en la aplicación de la unidad didáctica, secuencia 2, los estudiantes realizaron un proyecto guiado llamado: sensores y sentidos. En su segunda etapa de desarrollo, se solicitó a los estudiantes realizar el montaje de un circuito físico, a través de replicar el esquema de un diseño electrónico. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

En el video “VID1\_10\_S2\_ABS\_E1-E10\_20220420” de donde se extrae pantallazo mostrado en la figura 49, los estudiantes “E1\_G10\_F” y “E10\_G10\_M” extrapolan lo que interpretan de un esquema y lo plasman en la construcción de un prototipo electrónico con los elementos físicos. Esto se corrobora cuando el docente pregunta por la forma en como habrían instalado varios de los componentes, como el

caso del diodo led, a lo que los estudiantes responden: “La pata más larga es el positivo y la más pequeña es el negativo” (minuto 00:40 a 1:15).

De igual manera los estudiantes “E5\_G10\_M”, “E11\_G10\_M” y “E19\_G10\_M” pudieron realizar el montaje de manera similar al de la figura 49 como se evidencia en el video “VID2\_10\_S2\_ABS\_E5-E11-E19\_20220420” y cuando el docente les pregunta por la forma de conectar el bombillo led, ellos responden: “Tiene una forma positiva y negativa, la positiva es más larga y la negativa más corta” (minuto 00:45 a 00:51). Lo que permite inferir que los estudiantes lograron identificar y armar el plano con sus respectivos componentes, pero también pudieron identificarlos en términos de entradas y salidas, tal como se hace necesario al momento de pensar de manera abstracta. Finalmente, con estas evidencias se pudieron corroborar los siguientes indicadores: Representan sistemas a partir de esquemas y reducen la complejidad mediante la eliminación de detalles innecesarios. Lo que confirmarían el desarrollo de la habilidad de la abstracción por parte de los estudiantes en la realización del proyecto guiado.

**Figura 49.** Pantallazo tomado del instrumento “VID1\_10\_S2\_ABS\_E1-E10\_20220420”



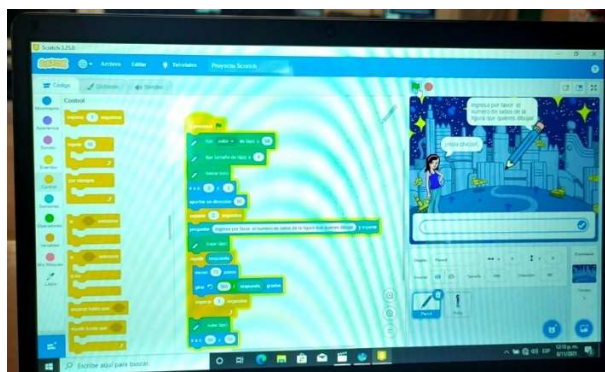


## 5.5 Pensar en términos de evaluación

En la realización del cuarto reto de la secuencia 1, se buscó cuestionar a los estudiantes con las siguientes preguntas: ¿Qué tan eficientes fueron las soluciones planteadas en los anteriores retos, al dibujar en el lienzo digital las figuras geométricas?, ¿Qué tan pertinentes y aceptables podrían ser para las demás personas las soluciones implementadas? La habilidad para pensar en términos de evaluación consiste precisamente en dar respuestas a estas preguntas.

En la implementación de la actividad se encontraron los siguientes resultados: Según entrevista registrada en el instrumento de video: “VID9\_11\_S1\_EVAL\_E45-E68\_20211108” las estudiantes “E45\_G11\_F” y “E68\_G11\_F” cuando el profesor les pregunta: ¿Cómo se sintieron en la realización de la actividad? una de ellas responde lo siguiente: “Esto es super increíble, uno se siente super importante haciendo este tipo de cosas...tener nosotros la oportunidad de poderlo hacer es super importante” (min 00:49 a 1:09). Las estudiantes atendiendo a lo indicado en la actividad lograron construir un programa que responde a las dos preguntas iniciales que definen el pensar en términos de evaluación. Ellas pudieron construir un programa capaz de mejorar todos los construidos anteriormente y que fuera útil e intuitivo para cualquier otro usuario, ya que el mismo programa realiza la pregunta: ¿Cuál es el número de lados del polígono que desea dibujar? Se puede observar en pantallazo tomado del video (figura 50) que incluso le colocaron un fondo, personajes y globos de texto, simulando a una profesora que quiere enseñar las figuras geométricas a sus estudiantes, presentándose de esta manera como un producto de software que podría llegar a ser ofrecido a un público para su aplicación y uso.

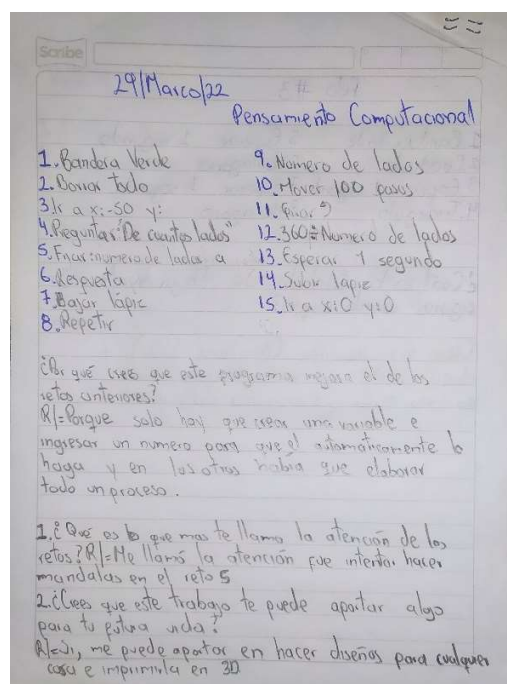
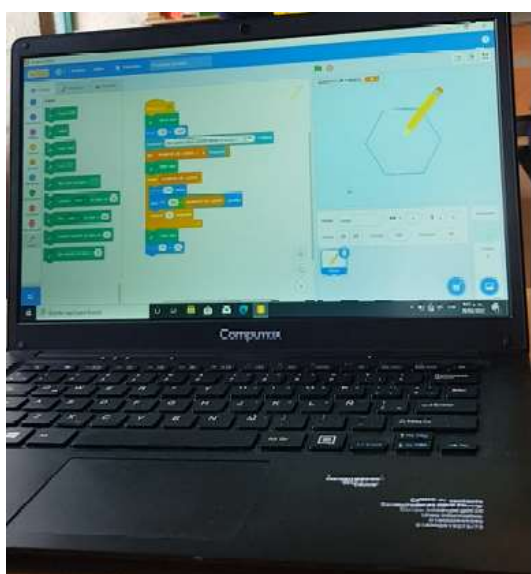
**Figura 50.** Pantallazo tomado del instrumento “VID9\_11\_S1\_EVAL\_E45-E68\_20211108”



Corroborando lo antes explicado, cuando el docente le pregunta a una de ellas: ¿Cuál es la diferencia entre lo realizado en el presente programa y los pasados? La estudiante responde: “En los retos pasados teníamos que poner para cada figura los grados y todo lo que contiene, aquí lo único que tuvimos que poner fue la pregunta y la respuesta, en este caso el estudiante nada más ingresa el número y automáticamente se hace la figura que en este caso tendría aquí cinco lados” (minuto 1:40 a 2:05).

Sumado a estos resultados con las anteriores estudiantes, se evidencia también en instrumento de video “VID22\_10\_S1\_EVAL\_E12\_20220329” como el estudiante “E12\_G10\_M” pudo lograr construir el programa atendiendo a lo buscado en la realización de la actividad, eficacia y pertinencia en la solución implementada; y cuando en instrumento “CF1-RETOS-S1” se le pregunta: ¿Por qué crees que este programa mejora el de los retos anteriores? El responde: “Porque solo hay que crear una variable e ingresar un número para que el automáticamente lo haga y en los otros había que elaborar todo un proceso”. En la figura 51, se muestra el pantallazo del programa y la foto de la respuesta en el cuestionario.

**Figura 51.** Pantallazo tomado del instrumento “VID22\_10\_S1\_EVAL\_E12\_20220329” y foto del CF1-RETOS-S1



## 5.6 Actitudes

Como se planteó en el marco de referencia, las habilidades en pensamiento computacional también se complementan por unas actitudes entre las que se encuentran:

- Persistencia en trabajar con problemas difíciles.
- La capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común.
- Confianza para afrontar la complejidad.
- La capacidad de enfrentar con problemas abiertos.

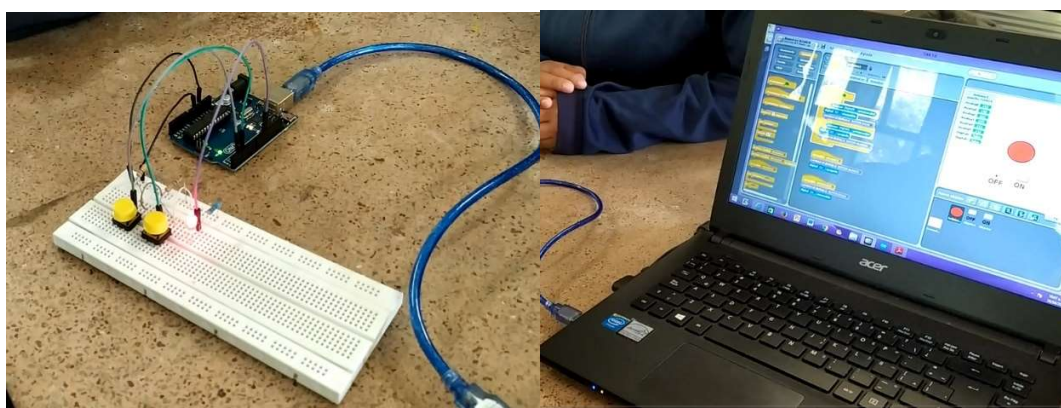
En la presente investigación, estas actitudes se vieron evidenciadas en mayor medida con la realización de la segunda secuencia de la unidad didáctica. Esta se llevó a cabo mediante el modelo de aprendizaje basado en proyectos, conforme a este se implementó un proyecto tecnológico de manera guiada y otros a libre elección del estudiante, pero con las bases conceptuales y metodológicas del proyecto guiado. La secuencia 1, jugó un papel muy importante al momento de pasar a la realización de los proyectos, ya que permitió a los estudiantes desarrollar las habilidades básicas en pensamiento computacional para luego aplicarlas en estos.

Respecto a la persistencia para trabajar con problemas difíciles, se pudo evidenciar en instrumento de video “VID17\_10\_S2\_ACT-E1-E10-E16\_20220426” que los estudiantes “E1\_G10\_F” y “E10\_G10\_M” mostraron actitudes de perseverancia al momento de encontrar diversas dificultades en la realización del proyecto guiado, esto se vio reflejado específicamente cuando entre el minuto 00:26 y el 1:36 los estudiantes le refieren una dificultad al docente, quien a modo de orientación les plantea la siguiente pregunta: “¿Si del hardware prendo y apago el bombillo simulado en software, pero sin consecuencia en el bombillo físico, donde podría estar el problema? A lo que una de las estudiantes responde acertadamente: “Pues en el bombillo que está mal ubicado” para luego proceder a corregir la dificultad que durante bastante tiempo los tenía sin poder obtener los resultados deseados. En la figura 52 se observan los pantallazos del video donde se muestra al estudiante tratando de identificar el error y en la figura 53 el proyecto corregido y funcionando.

**Figura 52.** Pantallazos de la dificultad, tomados del instrumento “VID17\_10\_S2\_ACT-E1-E10-E16\_20220426”



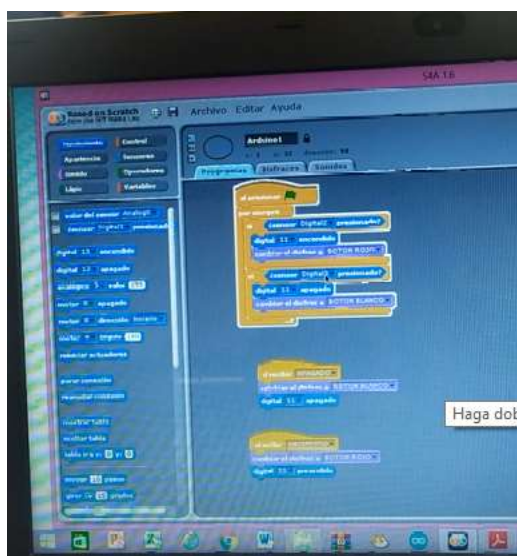
**Figura 53.** Pantallazos de la solución, tomados del instrumento “VID17\_10\_S2\_ACT-E1-E10-E16\_20220426”



De igual manera, los estudiantes “E6\_G10\_M” y “E12\_G10\_M” en el desarrollo de la práctica guiada presentaron una gran dificultad; esta quedó registrada en el video “VID18\_10\_S2\_ACT-1-2-3-4-ERROR\_G2-E6-E12-E20\_20220426” entre los minutos 00:19 y 1:18 los estudiantes tuvieron una dificultad parecida a la del anterior caso, incluso cuando el profesor pregunta por el posible lugar donde se encuentra el problema, ellos afirman que es en el bombillo, pero en esta ocasión el docente les refuta diciendo: “pero por qué el bombillo si está encendiendo”, lo que causa bastante

curiosidad en ellos y después de buscar la posible causa del error, encuentran como se registró en instrumento de video “VID19\_10\_S2\_ACT-1-2-3-4-SOLUCION\_G2-E6-E12-E20\_20220426” lo siguiente: “El error estaba en el programa del ARDUINO el cual tenía las dos en encendido, debería ir el digital 2 en encendido y el digital 3 en apagado” (minuto 00:10 a 00:25). Es de aclarar que cuando el estudiante expresa que “tenía las dos en encendido” se refería a los dos ciclos de repetición “SI” del software, como se muestra en la figura 54.

**Figura 54.** Pantallazo de la solución, tomado del instrumento “VID19\_10\_S2\_ACT-1-2-3-4-SOLUCION\_G2-E6-E12-E20\_20220426”

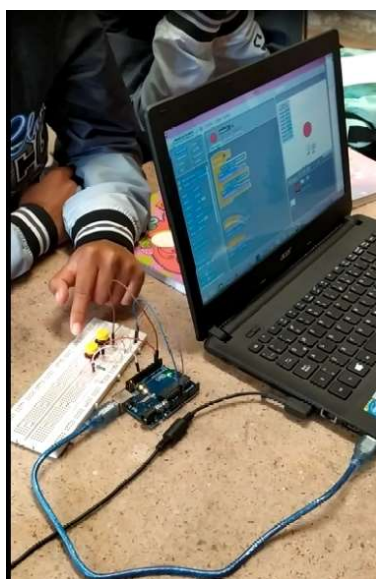


Se resalta de acuerdo con las evidencias anteriores, que los estudiantes en la implementación del proyecto guiado de la secuencia 2, presentaron diversas dificultades tanto en software como en hardware, pero mostraron cierto nivel de persistencia ante los errores, sacando adelante la solución deseada de la práctica propuesta.

Por otro lado, cuando se trató de indagar en la presente investigación por la capacidad que podían tener los estudiantes para comunicarse, trabajar con otros y lograr objetivos o soluciones en común, se encontró que precisamente el desarrollo de las actividades por proyectos favoreció en gran medida esta actitud del pensamiento computacional, se mencionaran dos casos que apuntan a evidenciarlo:

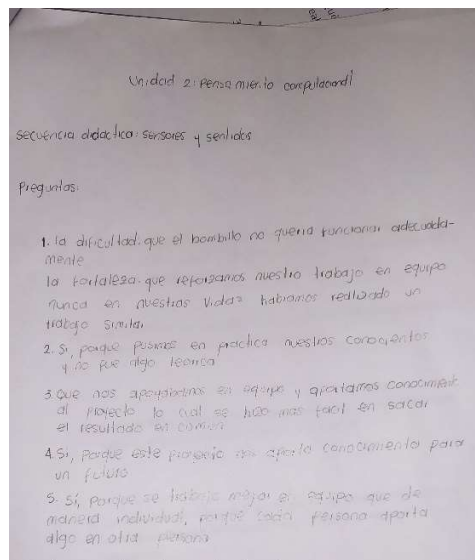
En el primer video “VID17\_10\_S2\_ACT-1-2-3-4\_G3-E1-E10-E16\_20220426” se muestra como el grupo de estudiantes “E1\_G10\_F” y “E10\_G10\_M” logran terminar satisfactoriamente el proyecto guiado (figura 55) y cuando el docente pregunta: “¿este trabajo les permitió trabajar en equipo para llegar a solución común? A lo que una de las estudiantes responde: “si, porque todos hicimos un trabajo en equipo” (minuto 2:30 a 2:35).

**Figura 55.** Pantallazo tomado del instrumento VID17\_10\_S2\_ACT-1-2-3-4\_G3-E1-E10-E16\_20220426



Este mismo grupo de estudiantes según cuestionario CF1-PRACTICA-S2 cuando el docente pregunta: ¿Qué ventajas encontraron al trabajar en un proyecto por equipos, teniendo que sacar un objetivo en común? A lo que ellos responden: “Que nos apoyábamos en equipo y aportábamos al proyecto, lo cual hizo más fácil sacar el resultado en común” (Figura 56).

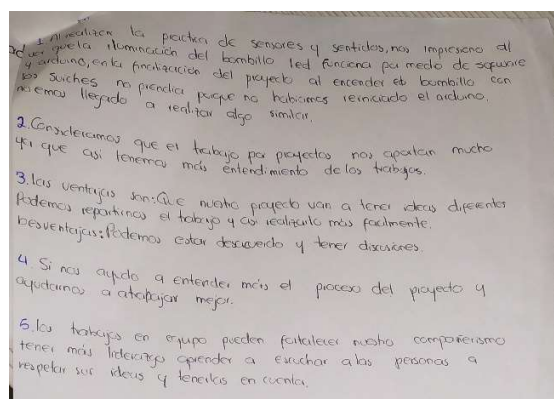
Figura 56. Foto instrumento “CF1-PRACTICA-S2”



Y finalmente en un segundo video” VID21\_10\_S2\_ACT-1-2-3-4\_G4-E3-E14-E17\_20220426” se muestra como el grupo de estudiantes “E3\_G10\_F”, “E14\_G10\_F” y “E17\_G10\_F” logran terminar satisfactoriamente el proyecto guiado y cuando el docente pregunta: “¿Este trabajo les permitió trabajar en equipo para llegar a solución común? A lo que una de las estudiantes responde: “sí, porque si encontrábamos una dificultad, podía que la otra supiera como resolverla” (minuto 1:20 a 1:28).

Este mismo grupo de estudiantes según cuestionario CF1-PRACTICA-S2 cuando el docente pregunta: ¿Qué ventajas encontraron al trabajar en un proyecto por equipos, teniendo que sacar un objetivo en común? A lo que ellos responden: “Que nuestro proyecto va a tener ideas diferentes, podemos repartirnos el trabajo y así realizarlo más fácilmente” (Figura 57).

Figura 57. Foto instrumento “CF1-PRACTICA-S2”



Tenemos de esta manera dos grupos de estudiantes con dos tipos de instrumentos diferentes, sobre los cuales tenemos como resultados comunes lo que queríamos verificar, la capacidad de los estudiantes para comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común.

Con la puesta en práctica de la secuencia didáctica 2, se dejó una actividad para que los estudiantes implementaran sus propios proyectos basados en el guiado, los resultados obtenidos fueron socializados por los estudiantes en evento institucional. De esta manera se pudieron evidenciar las otras dos actitudes del pensamiento computacional que se quisieron desarrollar: Confianza para afrontar la complejidad y la capacidad de enfrentar problemas abiertos. Los proyectos finales presentados fueron 8 en total, y se realizaron siguiendo cada una de las etapas diseñadas en la guía de aprendizaje. Cada uno de los proyectos utilizó el software S4A y la tarjeta de desarrollo ARDUINO, se pudo evidenciar también un nivel de complejidad más alto, se utilizó el concepto de entradas y salidas (Interruptores y bombillos) pero extrapolados hacia otros sensores más complejos como los de nivel, humedad, ultrasonido, entre otros y respecto a las salidas, algunos usaron motores paso a paso en lugar de bombillos. También se resaltan algunos proyectos que se construyeron para dar soluciones en contexto, como lo fue el sensor de humedad de suelo y el medidor de nivel de agua. Con estos resultados se cierra un ciclo, que inicia desde el desarrollo de las habilidades básicas de pensamiento computacional y sus respectivas actitudes, para finalmente con todas esas herramientas adquiridas poder tratar de construir prototipos útiles a su contexto. A continuación, se muestran las pruebas fotográficas de cada uno de los proyectos finales.

**Figura 58.** Proyecto final 1: Carro led





**Figura 59.** Proyecto final 2: Luces automáticas de dormitorio



**Figura 60.** Proyecto final 3: Semáforo



**Figura 61.** Proyecto final 4: Cubo led 3x3x3



**Figura 62.** Proyecto final 5: Grúa robótica



**Figura 63.** Proyecto final 6: Murciélago con ultrasonido



**Figura 64.** Proyecto final 7: Sensor de humedad en suelo



**Figura 65.** *Proyecto final 8: Sensor de nivel de agua*



## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

La realización de los proyectos tecnológicos finales, implicó en los estudiantes un proceso de adquisición y desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional, lo cual redundó en la construcción de prototipos a escala, para dar solución a algunas problemáticas en contexto y que después de ser socializados al resto de la institución educativa, se evidenció la necesidad de incorporar en el currículo de la educación media el pensamiento computacional, máxime cuando los estudiantes en este nivel de grado, están próximos a egresar e incorporarse a la educación superior o al campo laboral, lo cual demandará habilidades acordes a las necesidades presentes y futuras de una era digital.

El diseño de la unidad didáctica, con sus respectivas secuencias de actividades, permitió generar un ambiente propicio para que los estudiantes desarrollaran habilidades y actitudes en pensamiento computacional. Las actividades motivadas por retos movilizó en ellos: el Pensamiento algorítmico, la generalización, la abstracción, la descomposición y la evaluación. A su vez el pensar una propuesta metodológica de trabajo por proyectos, además de favorecer en los estudiantes el desarrollo esas habilidades en pensamiento computacional, también lo hizo con las siguientes actitudes: Persistencia en trabajar con problemas difíciles, capacidad de comunicarse y trabajar con otros y confianza para afrontar la complejidad y problemas abiertos.

La implementación de la unidad didáctica permitió evidenciar la pertinencia de su diseño en estudiantes de la educación media, ya que mediante el desarrollo de algunas habilidades y actitudes en pensamiento computacional, en compañía del método de aprendizaje basado en proyectos, pudieron construir prototipos funcionales, muchos de ellos pensados para satisfacer necesidades presentes y futuras en su contexto, lo cual podría resultarles muy útil al momento de acceder a la educación superior y al mercado laboral que demande la sociedad actual.

El diseño e implementación del presente proyecto de investigación, generó una transformación en la manera como se venía ejerciendo la práctica docente en el área de tecnología; el profesor se asumió como investigador, al planear, documentar y sistematizar las experiencias desarrolladas en las actividades propuestas, para luego reflexionar sobre su práctica y poder transformarla, conforme a lo planteado por el método de Investigación Acción Educativa, que orientó la puesta en práctica de la unidad didáctica.

Según lo obtenido en el capítulo de análisis de resultados, se puede concluir que mediante la realización de una primera serie de actividades se incentivó en los estudiantes el desarrollo de habilidades y actitudes en pensamiento computacional, permitiendo durante la segunda secuencia de actividades, tener una mayor confianza y mejor desempeño, esto se pudo evidenciar con los buenos resultados en las presentaciones de los proyectos finales.

Las actividades desarrolladas conformaron una unidad didáctica armónica, que permitió en todo momento propender por generar información que pudiera darle criterios al investigador, para tener elementos de análisis y evidenciar o no, si se desarrollaron en el proyecto de investigación las habilidades y actitudes del pensamiento computacional en los estudiantes de la educación media.

En la institución educativa y en especial en el área de tecnología no se estaba propendiendo por desarrollar adecuadamente algunas de las habilidades de pensamiento computacional, se estaba enfatizando desde su plan de estudios solamente en lo algorítmico, dejando de lado la generalización, abstracción, la descomposición y la

evaluación. El presente proyecto de investigación permitió identificar esta dificultad y aportar una unidad didáctica que mostró la importancia de incluir las otras habilidades y actitudes del pensamiento computacional. Con este trabajo, se plantea a la institución educativa comenzar una posible reforma en su plan de estudios, donde se incorpore el pensamiento computacional como elemento fundamental de la educación media en el área de tecnología.

## **6.2 Recomendaciones**

Este proyecto de investigación fue diseñado para ser implementado en estudiantes de grados 10° y 11°, niveles de grado que corresponden a la media académica, es por ello que se recomienda con el ánimo de hacer futuros análisis, implementarlo en los niveles de básica primaria y básica secundaria; para a largo tiempo tratar de obtener evidencias que permitan comparar los resultados de los estudiantes intervenidos desde ciclos formativos iniciales y los que se intervinieron al final del ciclo.

## Referencias

- Adell Segura, J., Llopis Nebot, M. Á., Esteve Mon, F., & Valdeolivas Novella, M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 171-186.
- Ambrós, A. (2009). La programación de unidades didácticas. *Aula de innovación educativa*, 26-32.
- Badilla Saxe, E., & Chacón Murillo, A. (2004). Construccinismo: Objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Actualidades Investigativas en Educación*, 1-12.
- Balladares Burgos, J. A., Avilés Salvador, M. R., & Pérez Narváez, H. O. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: retos para la educación contemporánea. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 143-159.
- Basogain, X., Olabe, M., Olabe, J., Rico, M. J., Rodríguez, R., & Amórtegui, M. (2017). <https://www.renata.edu.co>. Obtenido de <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/5188.pdf>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*. Luxemburgo: Joint Research Centre.

- 
- Bordignon, F., & Iglesias, A. (2020). *Introducción al pensamiento computacional*. Buenos Aires: EDUCAR.
- CSTA. (2011). *K-12 estándares para las ciencias de la computación*. New York. Recuperado el 22 de 01 de 2021, de <https://silo.tips/download/k-12-estandares-para-las-ciencias-de-la-computacion>
- Duarte, V., Carrillo, G., Carrera, Á., & Falcones, C. M. (2020). Experiencias sobre la inducción de tecnologías programables para el desarrollo del pensamiento computacional en escuelas de zonas rurales y urbano marginales. *Vínculos-ESPE*, 67-81.
- Elliot, J. (2005). *El cambio educativo desde la educación-acción*. Madrid: Morata.
- Flick, U. (2015). *Diseño de investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.
- Gobierno de Colombia. (2019). *Informe de la misión internacional de sabios 2019 por la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación*. Bogotá.
- Gobierno de España. (2015). *Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y secundaria*. Obtenido de <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/PdfServlet?pdf=VP17667.pdf&area=E>
- Gómez, N. S. (2020). Pensamiento computacional, innovación y perspectivas interdisciplinarias en ámbitos educativos. (*Tesis de Maestría*). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.



IFTF. (2018). *AL Forces Shaping Work & Learning in 2030: Report on Expert Convenings*.

Lunina Foundation. Recuperado el 21 de 02 de 2021, de [http://www.iff.org/fileadmin/user\\_upload/images/ourwork/Work\\_\\_Learn/IFTF\\_Lumi](http://www.iff.org/fileadmin/user_upload/images/ourwork/Work__Learn/IFTF_Lumi)

ISTE & CSTA. (2011). *Computational Thinking in K–12 Education. leadership toolkit*.

National Science Foundation. Recuperado el 12 de 02 de 2021, de [https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE\\_CT\\_Leadership\\_Toolkit\\_booklet.pdf?\\_ga=2.44647780.1521567904.1617127183-1559047111.1616458417](https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf?_ga=2.44647780.1521567904.1617127183-1559047111.1616458417)

Kilpatrick, W. H. (1918). The Project Method. *Teachers College Record*, 319-334.

Labrador, C. (1998). William H, Kilpatrick y la nueva educación. *Padres Y Maestros*, 36-39.

Lloscos, M. (2015). La metodología basada en proyectos: Una solución innovadora para

afrontar los cambios sociológicos del siglo XXI. (*Tesis Maestro en Educación Primaria*). Universidad de la Rioja, Córdoba. Obtenido de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3401/LLOSCOS%20AUDI%2C%20MARTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. (2003). *Project-Based Learning Handbook: A Guide to Standards Focused Project-Based Learning for Middle and High School Teachers*. Novato: Buck Institute for Education.

MEN. (2004). *Articulación de la educación con el mundo productivo. Competencias*

*Laborales Generales*. Obtenido de [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-106706\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-106706_archivo_pdf.pdf)

- 
- MEN. (2008). *Guía N° 30. Ser competente en tecnología: ¿ Una necesidad para el desarrollo!* Obtenido de [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-160915\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf)
- Mergendoller, J. R., Markham, T., Ravitz, J., & Larmer, J. (2006). Pervasive Management of Project Based Learning: Teachers as Guides an Facilitators. En C. M. Evertson, & C. S. Weinstein, *Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues* (págs. 583-615). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- MinTIC. (2019). *Guía para la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional*. Obtenido de <https://aulatic21.files.wordpress.com/2019/05/guc3ada-para-la-ensec3b1anza-y-el-aprendizaje-del-pensamiento-computacional.pdf>
- Miñana Blasco, C. (1999). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de [http://www.humanas.unal.edu.co/red/files/9612/7248/4193/Articulos-metodo\\_proyectos.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/red/files/9612/7248/4193/Articulos-metodo_proyectos.pdf)
- MIT News*. (1 de Agosto de 2016). Obtenido de <https://news.mit.edu/2016/seymour-papert-pioneer-of-constructionist-learning-dies-0801>
- National Research Council. (2010). *Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking*. Washington DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2011). *Report of a Workshop on the pedagogical aspect of Computational Thinking*. Washington DC: The National Academies Press.
- Papert, S. (1980). *MIND-STORMS Children, computers and powerful ideas*. Cambridge: Basic Books.

- Restrepo, B. (1996). *Módulo siete: Investigación en educación*. Bogotá: ICFES.
- Ríos, G. C. (2015). Scratch + ABP, como estrategia para el desarrollo del pensamiento computacional. (*Tesis de Maestría*). Universidad Eafit, Medellín.
- Rodríguez, R. A. (2007). *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes*. Madrid: FARESO S.A.
- Rondón, G. A. (2020). Propuesta para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del Colegio Facundo Navas Mantilla. (*Tesis de Maestría*). Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga.
- Sanmarti, N. (2000). Diseño de unidades didácticas. En F. Perales Palacios, & P. Cañal de León, *Didáctica de las ciencia experimentales* (págs. 239-265). Barcelona: Marfil.
- UNESCO. (2011). *EDUCACIÓN DE CALIDAD EN LA ERA DIGITAL - Una oportunidad de cooperación para UNESCO en América Latina y el Caribe*. Buenos Aires. Recuperado el 15 de 04 de 2021, de <https://www.un.org/en/ecosoc/newfunct/pdf/4.desafios.para.la.educacion.en.la.era.digital.pdf>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM.*, 33-35. Recuperado el 01 de 04 de 2021, de <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *En RED (Revista de Educación a Distancia)*, 1-47.

Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society*, 1-29.

