

**DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA PRIMERA
INFANCIA**

Tesis Presentada

al

Instituto de Estudios en Educación – IESE

por

Britny Ailin Velásquez Montero.

En Cumplimiento Parcial de los Requisitos para la Titulación como
Magister en Educación

Noviembre, 2021

Universidad del Norte

Barranquilla, Colombia

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Silvio Velasquez y Ena Montero, a mis abuelitos Víctor Montero y Gladys Carrillo, a mi hermana mayor Whetney Velasquez Montero, a mi hermana menor Brenda Araujo Montero y a mi novio, quienes, con amor, paciencia y mucha amabilidad me acompañaron durante todo el tiempo que me tomó terminar mi trabajo de investigación para obtener el título de Magister. Gracias a todos ellos por ser mi apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi compañero fiel y estar presente en todo momento.

A mis docentes y en especial a mi tutor Camilo Vieira por su ayuda, paciencia y dedicación.

Agradecerles también a mis padres y toda mi familia por darme ánimo durante este proceso y confiar en que lograría grandes cosas.

A mis amigas que me deja el campus universitario por apoyarme y darme fuerza en los momentos difíciles.

Tabla de Contenido

Resumen.....	1
Introducción	3
Planteamiento del Problema	5
Justificación	5
Objetivos.....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
Revisión de Literatura.....	9
3.1 Pensamiento Computacional.....	9
4 Marco Conceptual.....	19
4.1 Brecha de género.....	19
4.2 Los estereotipos tempranos sobre el género	22
5. Marco Teórico.....	25
5.1 Embodied Cognition (Cognición incorporada).....	25
5.2. Actividades desconectadas.....	31
6. Metodología de la Investigación.....	34
6.1. Diseño Metodológico.....	34
6.2. Hipótesis	37
6.3. Población y Muestra de Estudio	37
6.4. Procedimientos - Descripción de las actividades conectadas y desconectadas	38
6.5 Instrumentos de Recolección de Información.....	46
6.6. Análisis de datos	48

6.7 Validez y Confiabilidad	52
7. Resultados	53
7.1 Resultados Actividad 2: ¡Te reto!	53
7.1.1 Resolución de Problemas de los Grupos de la Ceja y Soledad.....	53
7.2 Resultados Actividad 2: Mi ciudad.....	60
7.3. Estudio de la Equivalencia de los Grupos La Ceja y Soledad en el pretest...	65
7.4 Cambios entre el pretest y post-test	69
8. Discusión.....	71
8.1 Resolución de problemas con el uso de robots programables	72
8.2 Formas de resolución de problemas y preferencias en juguetes infantiles	75
8.3 Cambios de Interés en los Juguetes	78
9. Conclusiones	80
10. Referencias.....	82
Anexo A	91
Anexo B	92

Lista de Tablas

Tabla	Página
Tabla 1: Marco curricular de pensamiento computacional para K-2.....	12
Tabla 2: Ideas poderosas y educación infantil.....	13
Tabla 3: Diseño metodológico de la investigación.....	34
Tabla 4: Estructura de actividades realizadas en la primera sesión de trabajo.....	38
Tabla 5: Estructura de la actividad Te Reto.....	40
Tabla 6: Estructura de la actividad Mi ciudad.....	42
Tabla 7: Variables, dimensiones de las variables e instrumentos.....	47
Tabla 8: Competencias, definiciones y niveles de progresión de las formas de resolución de problemas.....	48
Tabla 9: Distribución de los indicadores del nivel de comprensión del problema de acuerdo al trayecto en la actividad Te Reto.....	51
Tabla 10: Fragmentos de las diferentes formas de resolución de problemas (frp.) utilizadas por los estudiantes en la actividad Te Reto.....	55
Tabla 11: Distribución de los indicadores del nivel de comprensión del problema de acuerdo con el trayecto en la actividad Mi ciudad.....	59
Tabla 12: Relación entre Promedio global (actividad 1 y 2) del nivel de desempeño (De), número de intentos (Ni) y tiempo (ts) por grupo y elección pretest.....	64

Tabla 13: Relación entre la preferencia de juguetes el pretest, tasa de éxito y las formas de resolución de problemas.....66

Tabla 14: Diferencias entre el postest y pretest.....67

Lista de Tablas

Figura	Página
Figura 1: Estructura de la experiencia de aprendizaje	38
Figura 2: Tapete cuadriculado	39
Figura 3: Tarjeta de movimientos que puede realizar el robot	39
Figura 4: Tapete del Mapa mi Ciudad	42
Figura 5: Opción de juguetes presentada a estudiantes.....	45
Figura 6: Distribución de las formas de resolución de problema utilizadas por los estudiantes en la actividad te reto, de acuerdo con el grupo y género	53
Figura 7: Uso de la variable Depuración por grupo (DEP) en actividad Te Reto.....	57
Figura 8: Distribución de los indicadores de prueba y error (PER) utilizadas por los estudiantes en la actividad te reto, de acuerdo con el grupo y el género	58
Figura 9: Distribución de las Formas de resolución de problema utilizadas por los estudiantes en la actividad Mi ciudad, de acuerdo con el grupo y el género.....	60
Figura 10: Distribución de los indicadores de prueba y error (PER) utilizadas por los estudiantes en la actividad mi ciudad, de acuerdo con el grupo y el género	61
Figura 11: Uso de la variable Depuración por grupo (DEP)en actividad Mi ciudad por grupo.....	62
Figura 12: Elección de juguete por grupo y género durante la entrevista de pretest.....	63

Resumen

Actualmente se reconoce que la primera infancia es una de las etapas evolutivas que más influye en el desarrollo de las personas. Ahora bien, si durante este periodo se inicia la capacitación en habilidades que permitan resolver problemas efectivamente tales como el pensamiento computacional, se contribuirá a potenciar mucho más el desarrollo de los niños. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue comprender cómo los estudiantes del grado de transición desarrollan el pensamiento computacional a través de actividades desconectadas y conectadas, y cómo influyen las creencias de género sobre estas habilidades. Para lograrlo, se llevó a cabo un estudio de casos múltiples de tipo aplicado – transversal con enfoque cualitativo y datos cuantitativos. La población estuvo conformada por dieciséis (16) estudiantes en total del grado transición; ocho (8) del Colegio Centro Educativo Aprendamos del Gran Maestro y ocho (8) del Jardín infantil El Mundo de Wari, con quienes se desarrolló la experiencia formativa en 3 sesiones destinadas a las actividades de formación y aprendizaje a través de intervenciones de 8 horas cada una. Además, se incluyeron dos sesiones de pruebas (Pretest y Postest) en las cuales se realizó la identificación y cambio de intereses y preferencias por parte de la población objeto de estudio.

Los estudiantes resolvieron en total seis retos o trayectos, divididos en dos actividades (Te reto y Mi ciudad), bajo niveles de complejidad distintos. Se pudo establecer que la estrategia de resolución de problema más utilizada fue realizar un paso a paso para solucionar los retos propuestos en las actividades (Pensamiento algorítmico), seguido de la descomposición por tramo (Descomposición); luego encontramos la de descubrir a partir de los errores y aciertos repetitivos soluciones (Prueba y error) y finalmente los niños generaron soluciones a los retos omitiendo los parámetros del problema (Heurística).

Así mismo, se propuso toda la tesis con un enfoque de género, con el fin de investigar si existe una relación de los enfoques de los estudiantes para resolver estos desafíos de pensamiento computacional con sus preferencias de juguetes. En este sentido, se pudo establecer que los una de las causas de los estereotipos de genero surgen porque durante la infancia, las niñas y los niños reciben la aprobación social cuando realizan actividades propias de su sexo, y se les corrige en sus preferencias, cuando éstas no coinciden con los estereotipos tradicionales. En esta investigación se encuentra que los estudiantes con mejor desempeño a lo largo del desarrollo de las dos actividades fueron quienes eligieron desde el inicio las Piezas Lego (juguete socialmente calificado como de niño), resaltando que dentro de este grupo se encuentra una niña.

Introducción

El progreso tecnológico, caracterizado por la creciente dependencia de la tecnología digital, ha transformado profundamente la forma en que los seres humanos viven e interactúan en el mundo actual (García-Valcárcel et al., 2014). Sin embargo, el ser humano aún no cuenta con herramientas que les permitan desenvolverse de manera óptima frente a las problemáticas que se le presentan; por lo tanto, desarrollar y potenciar habilidades que le permitan crear estrategias para la resolución de estos problemas se convierte en un foco de atención desde que los niños y niñas están en sus primeros años de vida. Caballero-Gonzales (2020) señala que, debido a la creciente integración de las TIC en los sectores social y económico, es necesario que desde los sistemas educativos se ofrezca la posibilidad de desarrollar habilidades y competencias necesarias para enfrentar con éxito los retos del entorno global, dinámico y tecnológico que nos rodea.

No obstante, además de no estar preparados para el mundo tecnológico que nos rodea, también existe una gran brecha de género frente al desarrollo de estas habilidades tecnológicas o computacionales, evidenciado en la falta de mujeres en la informática (Robertson, 2013). Desde la primera infancia, se evidencian en algunas culturas los estereotipos de género; estos, son definidos como patrones de comportamiento que se aprenden por medio de la experiencia, en el cual las niñas y niños tradicionalmente experimentan y adquieren comportamientos propios de su sexo (masculino o femenino), que se transmite por medio de prácticas y estereotipos culturales, como el juego. Lo relevante de estos estereotipos es que comprometen la calidad de la experiencia en el aprendizaje de niños y niñas, potenciando o limitando sus opciones educativas.

La UNESCO (2019) expone que a nivel mundial aproximadamente solo el 30% de los estudiantes matriculados en las carreras vinculadas a programas STEM (Ciencia, Tecnología,

Ingeniería y Matemáticas) en educación superior son mujeres, y solo el 28% de los investigadores en el mundo son mujeres.

En computación y áreas afines, la brecha es aún mayor. Actualmente, en países como EE.UU y Reino Unido se vienen presentando propuestas educativas en torno al desarrollo del pensamiento computacional (PC) a través de la definición de conceptos, enfoques y dimensiones para trabajarlo en el aula de clases desde los primeros grados de escolarización (Román-González et al., 2017), a menudo enfrentando estos estereotipos de género y cultivando el interés en grupos tradicionalmente marginados (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021). Según Wing (2006), el PC se define como el análisis, la exploración y la prueba de soluciones a problemas abiertos y a menudo complejos, basados en el proceso analítico arraigado en la disciplina de la informática; asimismo, se comprende como una habilidad fundamental para todo el mundo, no solo para los informáticos, que implica resolver problemas y diseñar soluciones. El PC entonces se convierte en una habilidad analítica del mismo modo que lo es la lectura, la escritura y la aritmética en los niños y las niñas. Este tipo de pensamiento propone como habilidades la generalización, la descomposición, la abstracción, el pensamiento algorítmico y la depuración (Rojas-López, A y García-Peñalvo, 2020).

En este sentido, resulta evidente la importancia de promover el desarrollo de habilidades del PC desde los primeros años de vida. En esta investigación se propone comprender la manera como los niños y las niñas de 5 y 6 años desarrollan habilidades de PC a través de actividades conectadas y desconectadas con el uso del Bee Bot, que es un robot educativo infantil programable para el control de la enseñanza, el lenguaje direccional y la programación. Las siguientes preguntas de investigación permitirán generar un enfoque en el propósito de este estudio:

Q1: ¿Cómo resuelven los estudiantes de cinco o seis años los desafíos del pensamiento computacional?

Q2: ¿Cómo se relacionan los enfoques de los estudiantes para resolver estos desafíos de pensamiento computacional con sus preferencias de juguetes?

Q3: ¿Cómo cambian las preferencias de los estudiantes sobre los juguetes luego de completar las actividades de pensamiento computacional?

Planteamiento del Problema

Justificación

Como se ha confirmado en diversos estudios, el periodo de la primera infancia es crucial para el desarrollo futuro de los niños. Así lo evidencia el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) citado por el Ministerio de Educación Nacional (2007), el cual contempla que la etapa comprendida entre los 0-5 años es aquella en la cual se logra el mayor desarrollo de la persona; por consiguiente, todo lo que se logre durante esta etapa acompañará al niño el resto de su vida. Así, si existiera un vacío en algún aspecto, éste podría generar barreras en el desarrollo y desempeño completo de sus capacidades. Asimismo, el Ministerio de Educación Nacional (2007) determinó que el desarrollo durante esta primera etapa educativa repercutirá en el desarrollo y desempeño educativo posterior; de esta manera, si se alcanzan buenos desempeños en las primeras etapas, esto podría reducir el fracaso y la deserción escolar en el futuro.

Por otro lado, teniendo en cuenta el avance tecnológico en el que nos encontramos ahora, es de suma importancia preparar a los niños y niñas con las herramientas necesarias para enfrentarse a cada uno de los retos que trae la era digital. Manches y Plowman (2017) señalan la importancia de la enseñanza de la educación informática en los primeros años de vida, ya que es

en este periodo cuando se puede aprovechar el potencial lo niños y niñas; es decir, durante esta etapa de su formación, el estimular los procesos de aprendizaje a partir propuestas educativas que respondan al reto digital permite generar el desarrollo de nuevas habilidades y competencias que contribuyan al pleno desarrollo de los niños y niñas en la primera infancia.

En este contexto, se plantea el reto del desarrollo del PC presentado por Wing (2006), el cual concibe como un grupo de habilidades, hábitos y enfoques que resultan necesarios en la resolución de problemas complejos, mediante el uso de una computadora, y que pueda ser aplicables a diferentes problemas de la sociedad. Este proceso potencializa un conjunto de habilidades como la abstracción, la generalización, la descomposición, el pensamiento algorítmico, pensamiento lógico y/o la depuración, que serán de gran relevancia para los niños y niñas al momento de desenvolverse en el mundo actual (y futuro). Angeli et al., (2016) resaltan que “la enseñanza del PC como una habilidad básica en todo el currículo escolar, permitirá a los estudiantes de preescolar aprender pensamiento algorítmico y lógico, preparándose para resolver problemas complejos y abiertos” (p. 47) en el futuro.

En este sentido, desarrollar actividades de aprendizaje que promuevan el desarrollo del PC desde los primeros años de escolaridad permite a los niños y niñas vivir experiencias significativas que les lleven construir aprendizajes previos a través del juego, además de aprender en conjunto con sus compañeros, construir, probar y verificar soluciones, y determinar limitaciones (Honey y Kanter, 2013; Bers et al., 2014).

Instituciones educativas en países como Reino Unido y EE. UU. vienen promoviendo estrategias de enseñanza y aprendizaje en torno al enfoque STEM a través de la robótica educativa, brindando herramientas como el desarrollo del PC a los niños y niñas, que les permita desde la etapa inicial desenvolverse en el mundo digital (Román- González et al., 2017).

En Colombia, desde el 2019 hasta la actualidad se han presentado estrategias que propician espacios de aprendizaje para desarrollar y potenciar habilidades de PC en niños y jóvenes de 9 a 14 años (British Council, s.f.). Sin embargo, hasta este año 2021, fue apenas lanzada la primera iniciativa que fomenta el desarrollo del PC en la primera infancia llamada “Jugando y creando”, con la que formaron a docentes del sector oficial de los grados de transición, primero y segundo. Éste, fue un diplomado virtual de 90 horas que les enseñó a los docentes como desarrollar el PC en sus estudiantes a través de herramientas no digitales, buscando la apropiación de metodologías basadas en el juego, la lúdica y la didáctica (Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, MinTIC, 2021). Asimismo, actualmente se encuentra en ejecución una prueba piloto del programa de formación docente en pensamiento computacional para la primera infancia, que se está realizando a través de la Red Interamericana de Educación Docente (RIED) en colaboración con la Academia Colombiana de Ciencias STEM, la Universidad del Norte y un grupo multidisciplinario e intercultural de expertos en desarrollo de habilidades computacionales provenientes de Colombia, Chile, Costa Rica y Perú.

Este proyecto de investigación busca entonces contribuir al cuerpo de conocimiento sobre cómo los estudiantes de primera infancia desarrollan sus habilidades de pensamiento computacional en el contexto colombiano. Entendiendo lo importante, así como el impacto que puede generar a largo plazo el implementar el desarrollo del PC en la primera infancia, y validando el contexto actual de nuestra sociedad en la era digital, resulta propicio y relevante hacer de éste un tema de estudio que permita comprender cómo los estudiantes más pequeños desarrollan el PC. Los resultados de esta investigación determinarán una línea base para proponer o posteriormente generar propuestas que tengan un impacto trascendente en todo sector educativo. Es decir, iniciar por programas que se puedan realizar en las instituciones educativas

tanto del sector oficial como del privado, promoviendo la accesibilidad a este tipo de aprendizajes y habilidades. Asimismo, esto permitirá comprender los procesos de aprendizaje que a futuro permitan la creación de políticas públicas que impulsen el desarrollo del PC desde la escuela en los niños y niñas a partir de los primeros años de formación escolar, y que perduren a lo largo de su vida, respondiendo desde el quehacer pedagógico de manera pertinente a uno de los retos actuales.

Objetivos

Objetivo General

Comprender cómo los estudiantes del grado de transición desarrollan el pensamiento computacional a través de actividades desconectadas y conectadas, y cómo influyen las creencias de género sobre estas habilidades

Objetivos Específicos

- Identificar las habilidades del pensamiento computacional para la primera infancia, a través de un diagnóstico del estado actual del pensamiento computacional en la literatura existente
- Diseñar e implementar estrategias para el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de transición
- Caracterizar las estrategias de solución de problemas a través de habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de transición
- Evaluar la adquisición y/o fortalecimiento de habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes de transición y la relación de estas habilidades con sus experiencias tempranas con juguetes y estereotipos de género.

Revisión de Literatura

3.1 Pensamiento Computacional

El término de pensamiento computacional (PC) hace referencia a metodologías y técnicas de resolución de problemas en las que intervienen experiencias y presaberes relacionados con la programación de computadoras (Bordignon y Iglesias, 2020). Sin embargo, no se resuelven con ello solo problemas informáticos sino también cualquier otro tipo de problema; en otras palabras, es una “metodología de resolución de problemas que se puede automatizar” (Zapata-Ros, 2015, p. 15).

De hecho, fue a partir del año 2010 que Wing (2010) definió al pensamiento computacional como un proceso de pensamiento independiente de la tecnología y, por lo tanto, configurado como un tipo específico de método de resolución de problemas. Esto implica que las soluciones a los problemas pudieran diseñarse y ejecutarse por un ser humano, una computadora o entre ambos. De ahí que, “pensamiento computacional (PC) son los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones para que estas últimas estén representadas de forma que puedan llevarse a cabo de manera efectiva por un agente procesador de información.” (Wing, 2010, p. 20).

Se considera a Jeannette Wing como la promotora del pensamiento computacional (PC) y quien popularizó este término, pues desde 2006 hasta la fecha se viene acuñando que éste crea un ambiente cognitivo donde se junta con: i). El pensamiento ingenieril, ii). El pensamiento científico y; iii). El pensamiento lógico matemático (Wing, 2006). Así las cosas, el pensamiento computacional (PC) tiene las siguientes habilidades según ISTE (2011):

- Organizar y analizar datos de forma lógica.

- Formular problemas de una manera que permita usar computadoras y otras herramientas para trabajar en pos de su solución.
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objeto de encontrar la combinación de pasos y recursos de manera más eficiente y efectiva.
- Generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a otros problemas.
- Representar datos de manera abstracta como modelos y simulaciones.
- Automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico (sobre la base de una serie de pasos ordenados).

No obstante, la ISTE no limita a que el pensamiento computacional se restrinja solamente a las características antes resaltadas, sino que también pueda irse descubriendo e identificando otras, conforme se avanza en el estudio de este tipo de método de resolución de problemas.

Por ende, para Dodero (2012) es esencial poder destruir el mito de que “(...) la computadora hace magia y de que el informático es una suerte de mago que actúa de mediador entre los usuarios y una gran fuerza oculta” (p. 7). Es decir, que la computadora puede hacer lo que se le mande y se le ordene. Es necesario entonces estudiar el pensamiento computacional como cualquier otra asignatura (matemática o física) dentro del plan de estudios, ya que permite desarrollar destrezas particulares como la persistencia al trabajar con problemas difíciles, la capacidad para lidiar con problemas abiertos y cerrados, la capacidad para comunicarse, y desarrolla también tolerancia a la ambigüedad. Asimismo, fortalece la capacidad para trabajar con otros con el fin de lograr una meta en común, así como la confianza al trabajar con la complejidad (International Society for Technology in Education, 2011).

También Villafañe et al. (2013) aseguran que el pensamiento computacional (PC) es una habilidad básica deseable de desarrollar en estudiantes específicamente de primaria y secundaria, por las ventajas que implican el desarrollarlo de cara a un futuro mediano (seres competentes profesionalmente) e inmediato (estudiantes con habilidades y destrezas en resolver todo tipo de problemas de forma ordenada, eficiente y eficaz). De igual forma, si bien el origen del pensamiento computacional (PC) está dado desde la perspectiva técnica de las ciencias informáticas, de acuerdo con varios autores el pensamiento computacional debe incorporarse al currículo escolar obligatorio desde niveles o etapas tempranas del sistema educativo (Polanco et al. 2021) por la cantidad de habilidades y destrezas que permite desarrollar.

Pensamiento Computacional en la Primera Infancia.

Aunque aún no existe un consenso sobre la definición del constructo general de PC, muchos de los investigadores coinciden en gran medida en la selección y definición de las habilidades de PC desde y para la primera infancia. Brennan y Resnick (2012) presentan un primer marco curricular donde señalan las dimensiones claves para el desarrollo del PC, divididas en: (1) conceptos computacionales con los que los diseñadores se involucran mientras programan, como una serie de pasos o instrucciones individuales que pueden ser ejecutados por la computadora, (2) prácticas computacionales, que desarrollan los diseñadores a medida que se involucran con el concepto, como depurar proyectos, y (3) perspectivas computacionales que forman los diseñadores sobre el mundo que los rodea y sobre sí mismos.

Por su parte, Angeli et al. (2016) proponen un marco curricular de PC para niños desde la primera infancia hasta la preadolescencia, que permite desarrollar un plan de estudios o diseñar actividades de aprendizaje que fomenten el desarrollo de habilidades como la abstracción, la

generalización, la descomposición, el pensamiento algorítmico y la depuración. La Tabla 1 define cada una de estas habilidades propuestas desde un marco curricular diseñado en Reino Unido para los grados Kinder a segundo (K-2).

Tabla 1.

Marco curricular de pensamiento computacional para K-2

Habilidad	Grado: K2
Abstracción	Con el uso de sistemas de referencia externos, crear un modelo / representación * para resolver un problema (es decir, usando un lenguaje direccional específico - adelante, giro a la izquierda, giro a la derecha, atrás - y giros de un grado dado (90, 180, 270, 360), los niños crean una ruta y escriben instrucciones para permitir que otros sigan la ruta.
Generalización	Identificar patrones comunes entre las tareas de resolución de problemas más antiguas y más nuevas, y use secuencias de instrucciones empleadas previamente para resolver un nuevo problema.
Descomposición	Divide una tarea compleja en una serie de sub-tareas más simples
Pensamiento algorítmico	Definir una serie de pasos para una solución. Ponga las instrucciones en la secuencia correcta.
Depuración	Reconocer cuando las instrucciones no corresponden a acciones. Eliminar y corregir errores.

Nota: Tomado de Angeli, et al. (2016, pp. 50-51)

Además, Hamilton, Clarke-Midura, Shumway, y Lee, (2018) describen cinco habilidades de PC: (1) pensamiento algorítmico, definido como una secuencia de pasos para completar una tarea; (2) depuración, definida como soporte para encontrar o fijar un errores y corregirlos, (3) descomposición, definida como dividir una meta en subtareas o acciones más sencillas; (4) abstracción, definida como definir secuencias o rutinas reutilizables; y (5) reconocimiento de patrones, definido como identificando repitiendo secuencias o estructuras.

Mientras tanto, Bers (2018) propone las ideas poderosas del PC, habilidades y contenidos que ofrecen nuevas formas de pensar, de poner en práctica el conocimiento y hacer conexiones con otras formas de expresar ese conocimiento. Según Bers (2018), estas ideas poderosas se evidencian en actividades haciendo uso de la tecnología o en actividades sin el uso de éstas (desconectadas), destinadas a promover el PC. La tabla 2 define las ideas poderosas para el PC y cómo se alinean con los conceptos y habilidades tradicionales para la primera infancia.

Tabla 2.

Ideas poderosas y educación infantil.

Ideas poderosas	Conceptos y habilidades relacionados con la primera infancia
Algoritmos	- Secuenciación/ Orden (habilidades matemáticas y de alfabetización) - Organización lógica
Modularización	- Definir un trabajo grande en pasos más pequeños - Instrucciones de escritura - Siguiendo una lista de instrucciones para completar un proyecto más grande.
Estructura de control	- Reconocer patrones y repetición - Causa y efecto
Representación	- Representación simbólica (es decir, las

	letras representan sonidos)
	- Modelos
Hardware/Software	Entender que los objetos inteligentes no funcionan por arte de magia (es decir, automóviles, computadores, relojes, tablets) Reconocer los objetos creados por humanos
Proceso de diseño	- Resolución de problemas - Perseverancia - Edición/revisión (es decir, por escrito).
Depuración	- Identificar problemas (revisar tu trabajo) - Resolución de problemas

Nota: Adaptado de Bers (2018, p 78).

Bers et al. (2019) complementan esta definición del PC describiéndolo como la capacidad de utilizar conceptos de informática para formular y resolver problemas. Según estos autores, el PC implica una serie de habilidades (por ejemplo, análisis de problemas, pensamiento algorítmico, etc.) generalmente involucrando los conceptos básicos de abstracción, algoritmos, automatizados, descomposición, depuración y generalización. Asimismo, Bers (2019) señala que la alfabetización amplía la gama de idiomas a los que están expuestos los niños, incluidos los lenguajes de programación. Al igual que con los lenguajes naturales, aprender a programar implica aprender a utilizar un sistema simbólico, su sintaxis y gramática, para expresar y comunicar ideas, e incrementa la capacidad de pensamiento de los niños a lo largo de la implementación de una solución, desarrollando habilidades y conceptos como depuración, correspondencia, secuenciación y flujos de control (Bers, 2014).

Dentro de las herramientas para el uso pedagógico en la educación inicial, Yu y Roque (2019) realizaron un análisis exhaustivo sobre los kits que permiten el desarrollo

del PC en la infancia. Estos kits se organizaron en función de sus características físicas y se clasificaron en: kits físicos, virtuales e híbridos. Los kits físicos son los kits cuyos componentes son todos tangibles, como KIBO, que consta de un robot físico y un conjunto de bloques de programación tangibles. Los kits virtuales son aplicaciones basadas en PC y / o dispositivos móviles sin componentes físicos, como Codeable Crafts, una aplicación basada en tableta para que los niños pequeños creen historias interactivas. Y los kits híbridos, que constan de partes tanto físicas como virtuales, que les piden a los niños que jueguen un videojuego manipulando mosaicos de comandos tangibles; estos kits híbridos también se pueden clasificar en dos subcategorías según la forma de bloques de programación: kits que consisten en bloques de programación virtuales o kits que consisten en bloques de programación tangibles como por ejemplo Robot Turtles y Lightbot.

Un año después, Hamilton et al. (2020) señalan que los juguetes para el desarrollo del PC en la primera infancia enfatizan en habilidades como la descomposición de problemas, la depuración y el reconocimiento de patrones. En menor medida, para la primera infancia se enfatiza en habilidades de pensamiento de orden superior como la eficiencia e iteración de un programa. Muchos de los juguetes pensados para los niños más pequeños que revisaron se centran en habilidades de PC de orden inferior, como la secuenciación y la depuración.

Ahora bien, dado que es interés para esta investigación comprender cómo los estudiantes resuelven las actividades, es necesario describir dimensiones del pensamiento computacional que se usaron para caracterizar este proceso. Estas dimensiones incluyen la planeación, la heurística, la estrategia de resolución de problemas (descomposición + pensamiento algorítmico), y la depuración.

Planeación y heurística.

La planeación es considerada una etapa de la heurística según Bordignon y Iglesias (2020), ya que, en ésta, la persona desarrolla un plan de acción que le permitirá llegar a la solución de un problema. Así las cosas, la planeación es el cómo o en qué estrategia se utilizará para resolver el problema planteado o formulado. De hecho, estas estrategias se pueden plantear a partir de ensayo y error (método de la heurística), hasta llegar a una táctica que permita generar una solución (Bordignon y Iglesias, 2020). Esto es, probar varias opciones hasta descubrir la solución del problema a partir de los errores y aciertos.

Generación y prueba = Ensayo y error

Pólya (1945) describe la resolución de problemas desde un punto de vista que permitió plantear una serie de procedimientos que se aplican en la vida cotidiana. Para este autor, la heurística es el área que trata de comprender el método que conduce a la solución del problema, centrándose en las operaciones mentales útiles en la consecución del fin, esto es, la solución. En ese sentido, la heurística hace uso de una serie de pasos que cualquier experto acudiría a estos para resolver el problema, entre estos está la planeación. Sin embargo, el primero de esos pasos es a). Comprender el problema, el segundo es b). Elaborar un plan, el tercero consiste en c). Ejecutar el plan y cuarto d). Revisar y verificar la solución.



Fuente: Pólya citado por Bordignon y Iglesias, (2020, p. 16).

Para Bordignon y Iglesias (2020), la etapa de planeación se relaciona con problemas análogos o parecidos que posean resultados útiles, de tal forma que se pueda utilizar un plan similar para conseguir la solución al mismo. Una forma adecuada de inducir a hacer este tipo de ejercicios de haciéndose preguntas como:

¿Te has encontrado con un problema semejante?

¿Conoces algún problema relacionado?

¿Has visto el mismo problema planteado en forma ligeramente diferente?

¿Podrías enunciar el problema en otra forma?

¿Podrías plantearlo en forma diferente nuevamente?

Estrategia de resolución de problemas (descomposición + pensamiento algorítmico).

En este punto se combina la descomposición y el pensamiento algorítmico como técnicas para favorecer el éxito en encontrar una solución al problema, por lo que la persona opta por descomponer las partes de aquel (descomposición) o de abstraerlo para emplear un conjunto de

pasos que están conectadas a la construcción y comprensión del mismo (pensamiento algorítmico).

Así las cosas, el pensamiento algorítmico implica la capacidad de analizar problemas dados, especificarlo de manera precisa, encontrar las acciones básicas que son adecuadas para resolverlo, construir un algoritmo correcto para resolver un problema determinado utilizando las acciones básicas; pensar en todos los posibles casos tanto especiales como normales de un problema; y mejorar la eficiencia de un algoritmo. Por ende, el pensamiento algorítmico posee un elemento creativo fuerte que es la construcción de nuevos algoritmos que resuelvan problemas dados (Mondragón, 2019).

Finalmente, se puede considerar que el pensamiento algorítmico consiste en la capacidad de operar con modelos ideales abstractos de la realidad, abstrayendo las propiedades del objeto o problema que son relevantes para el estudio (Zapata-Ros, 2015).

Por lo tanto, la estrategia de resolución de problemas que incluye la descomposición y el pensamiento algorítmico es una dimensión del pensamiento computacional donde se busca descomponer toda la situación a resolver para mejor comprensión tanto de la solución a implementar como de la esencia (características, elementos, causas, efectos) del mismo problema para documentarlas y mejorar el proceso de aprendizaje dado, facilitando la solución de problemas análogos que puedan aparecer a futuro. Asimismo, la estrategia de resolución de problemas (descomposición + pensamiento algorítmico) permite tener gran creatividad para crear una nueva forma de solucionar algo, esto es, un nuevo algoritmo desde un enfoque más técnico de las ciencias computacionales.

Depuración.

Hace referencia a la habilidad de reconocer cuando las instrucciones no concuerdan con las acciones, esto es, identificar, eliminar y corregir errores. Por ende, de acuerdo con Bordignon y Iglesias (2020), la depuración es el paso de revisar la solución, en el cual se trata de verificar el resultado obtenido a partir del proceso de solución desarrollado. A este paso también se le conoce como visión retrospectiva. De hecho, esto podría afirmarse que hace parte de la prueba y error, así como de la heurística, entendida esta última como el área que trata de comprender el método que conduce a la solución del problema (Bordignon y Iglesias, 2020).

Por consiguiente, se considera que la importancia de la depuración es poder reflexionar sobre lo que se hizo con el fin de enriquecer la experiencia de aprendizaje por medio de un proceso de retroalimentación valioso que ayudará a resolver problemas futuros (Bordignon y Iglesias, 2020), pues ya se ha identificado el método que llevará a una solución correcta del problema. Se puede afirmar entonces, que a partir de la depuración se pueden comenzar estudios o nuevas investigaciones para observar si existen métodos de resolución alternativos que responden al mismo problema o a problemas análogos.

4 Marco Conceptual

En el marco conceptual se ha utilizado la brecha de género y los estereotipos tempranos sobre el género.

4.1 Brecha de género

Según Harris (2017), la brecha de género es la diferencia de oportunidades entre mujeres y hombres que establece una desigualdad que beneficia a los hombres. Esta brecha puede ocurrir en aspectos como la política, la economía, la educación, la investigación, el mercado laboral, entre otras.

La brecha de género en las materias STEM (en inglés, Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) domina los debates actuales sobre la representación de las mujeres en el mundo académico. Sin embargo, las mujeres están bien representadas en el doctorado en algunas ciencias y pobremente representado en algunas humanidades; por ejemplo, en 2011, el 54% de los doctores en biología molecular de EE. UU. eran mujeres frente a solo el 31% en filosofía (Leslie et al., 2015).

La educación STEM, sin embargo, es uno de los campos donde más se puede evidenciar esta brecha de género, debido a que las mujeres y niñas no están bien representadas varias de las carreras relacionadas con estas áreas (Beede et al., 2011; Hill et al., 2010; Landivar, 2013). Un claro ejemplo es el presentado por la UNESCO (2020), donde se señala que en las últimas décadas aún son muy pocas las mujeres que investigan en el campo de las ciencias, resaltando que la tasa promedio mundial de mujeres investigadoras para el año 2019 fue solo del 29.3%, y que, además, la brecha se amplía según el nivel alcanzado en el escalafón, tanto así, que solo el 3% de los Premios Nobel en ciencias han sido otorgados a mujeres.

Otro ejemplo que encontramos es la brecha de género en el desempeño matemático que favorece a los hombres (Halpern, Benbow, Geary, Gur, Hyde y Gernsbacher, 2007), particularmente en habilidades espaciales (Terlecki et al, 2007), donde se señala un mayor dominio de estas habilidades por parte de los hombres. Estos ejemplos, además de resaltar la brecha a nivel educativo, también muestran una brecha a nivel laboral, debido a que algunas de las ocupaciones STEM presentan mayores ingresos (Bello, 2020, p.7).

Una de las evidencias observacionales e históricas revela asociaciones culturales omnipresentes que vinculan a los hombres, pero no a las mujeres, con talento intelectual para estas áreas. Dados estos estereotipos ambientales, las mujeres pueden estar subrepresentadas en

disciplinas académicas que se cree que requieren tal aptitud (Leslie, et al. 2015). Estas autoras tienen como hipótesis que, en todo el espectro académico, las mujeres están representadas en campos cuyos profesionales creen que el talento puro e innato es el principal requisito para el éxito, porque se asume (erróneamente) que las mujeres no poseen ese talento.

Cabe resaltar que, si bien esta diferencia de género en cuanto a la participación de niñas y mujeres en educación STEM está presente en todos los niveles educativos, en muchas partes del mundo los entes gubernamentales han comenzado a implementar acciones que garanticen que las niñas y mujeres tengan el mismo acceso a la educación STEM (UNESCO, 2019). Por ejemplo, en EE. UU se está trabajando para que esta brecha disminuya; recientemente, las mujeres han obtenido aproximadamente la mitad de todos los doctorados en biología molecular y neurociencia, pero menos del 20% de todos los doctorados en física e informática; mientras que obtienen más del 70% de todos los doctorados en historia del arte y psicología (Leslie, et al. 2015).

No obstante, a pesar de estos intentos, se evidencia que la brecha de género es visible desde una edad temprana. La UNESCO (s.f.), por ejemplo, afirma que solo el 30% de las mujeres en todo el mundo eligen programas STEM como carreras. Los programas de pregrado en tecnología e informática, ciencias naturales, matemáticas e ingeniería, logran porcentajes aún más bajos de participación femenina con un 3%, 5% y 8% respectivamente.

En un estudio realizado por UNESCO se resalta que la brecha de género por áreas STEM y el acceso a éstas puede estar presente desde los primeros años de vida, y pueden estar determinados por barreras, como las expectativas y presupuestos de los padres, que son indicadores que influyen sobre las niñas al momento de los estudios profesionales (Bello, 2020).

El Informe temático de la Administración de Economía y Estadística (2011) señala que hay muchos factores posibles que contribuyen a la discrepancia de mujeres y hombres en trabajos STEM, que incluyen: falta de modelos femeninos a seguir, estereotipos de género y menos flexibilidad familiar en los campos STEM.

Algunos investigadores determinan que esta brecha está relacionada con los estereotipos o ideas que se construyen a medida que los niños crecen, y que además puede ser dada por las preferencias que tienen los estudiantes, el autoconcepto que construyen a lo largo de sus vidas, y las actitudes positivas o negativas hacia las áreas STEM (Breda y Napp, 2019). Estos estereotipos son creencias sobre las características o atributos de hombres y mujeres que diferencian los dos grupos de entre sí. (Halim y Ruble, 2010).

4.2 Los estereotipos tempranos sobre el género

Un ejemplo de estos estereotipos se evidencia a través de los juguetes; los niños y las niñas generalmente tienen juguetes diferentes, sin embargo, resulta importante saber cómo esos juguetes afectan su desarrollo (Owen-Blakemore y Centeres, 2005).

Otros investigadores han descubierto ciertos estereotipos masculinos y femeninos al describir espontáneamente lo que son las niñas y los niños (Miller, Lurye, Zosuls y Ruble, 2009). En su estudio describen que los niños describen a las niñas principalmente en términos relacionados con la apariencia; esto incluye cosas como vestidos, joyería, peluquería, maquillaje y perfumería; y que, por el contrario, al describir espontáneamente a los niños lo hacen principalmente en términos relacionados con la actividad o el comportamiento; esto incluye descripciones como golpes, luchas, juegos rudos y juegos de acción y fantasía. Así, categorizan a las niñas según lo que parecen, mientras que los niños según lo que hacen.

En un estudio, realizado por Owen-Blakemore y Centeres (2005) en torno a los juguetes en la primera infancia, encontraron que los niños tenían juguetes más "espacio-temporales" (por ejemplo, juguetes de ordenación de formas, relojes, imanes, juguetes del espacio exterior), mientras que las niñas tenían más muñecas, casas de muñecas y artículos domésticos (por ejemplo, fregaderos, platos, estufas). Estos autores, señalan que los juguetes de los niños fomentan un juego de fantasía más simbólico o alejado de la vida doméstica diaria, mientras que los juguetes de las niñas fomentan el juego de fantasía que se centra en la vida doméstica. En otras palabras, los niños pueden usar sus juguetes para construir algo nuevo o imaginarse volando al espacio exterior, mientras que las niñas pueden usar las suyas para fingir que planchaban ropa y lavaban platos.

Leslie et al., (2015) señalan que las mujeres a menudo son estereotipadas negativamente; además, que existen varios mecanismos mediante los cuales estas creencias sobre habilidades específicas de cada campo pueden influir en la participación de las mujeres, mostrando prejuicios contra ellas. Sin embargo, lo realmente importante es que esto puede activar los estereotipos negativos en la propia mente de las mujeres, haciéndolas vulnerables, puesto que internalizan los estereotipos y deciden que estos campos no son para ellas.

En este sentido, se demuestra la importancia que tienen los juguetes que proporcionamos a los niños y las niñas desde sus primeros años de vida para el desarrollo de habilidades básicas como la lógica matemática o la ubicación espacial. Block (1983) sugirió una vez que los juguetes de los niños tienen más probabilidades de proporcionar retroalimentación a los niños que los juguetes de las niñas; por ejemplo, los juguetes como los corredores de coches tragamonedas, los coches radiocontrolados o los trenes eléctricos, que responden a las manipulaciones de los controles por parte de un niño brindándole oportunidades diferentes a los niños.

Manches y Plowman (2017) determinaron que involucrar a los niños desde una edad temprana para que sepan y aprendan a programar, permite que adquieran habilidades necesarias para el futuro. Estos procesos también pueden promover su interés en las áreas STEM, confrontando los estereotipos de género comunes en torno a la idea de aprender a programar.

Aunque aún existen pocos estudios que demuestran el impacto positivo del desarrollo de habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes desde la primera infancia, ya se han hecho algunos avances en torno al tema. Por ejemplo, Bers et al. (2014) señalan que los niños pequeños pueden participar activamente en el aprendizaje de la programación informática aplicada al campo de la robótica y así lograr dar sus primeros pasos para desarrollar el pensamiento computacional. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el currículum y las pedagogías sean apropiadas para la edad.

El desarrollo del pensamiento computacional en la primera infancia es, hasta ahora, un campo muy poco explorado en Colombia; sin embargo, en países como Reino Unido y Estados Unidos se ha demostrado que proponer ambientes de aprendizaje que fomenten el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional, trae ventajas a futuro para los niños y su proceso de aprendizaje puesto que ayuda con la cognición de los niños desde que sus primeros años, aumentando sus representaciones concretas (Moore, Brophy, Tank, Lopez, Johntson, Hynes y Gajdzik, 2020).

Este marco conceptual contribuirá al análisis de estereotipos de género presentes en los niños desde edades tempranas, y cómo sus preferencias de juguetes están correlacionadas con sus contextos educativos y con el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional.

5.Marco Teórico

La Cognición Incorporada (en inglés, Embodied Cognition) y su implementación a través de actividades desconectadas, son el marco teórico que guiará este proceso de investigación, para enfatizar en la importancia del cuerpo dentro del proceso de aprendizaje.

5.1 Embodied Cognition (Cognición incorporada)

Inicialmente, la teoría de la cognición incorporada establece que muchos aspectos de la cognición humana se basan en experiencias físicas e interactivas del alumno con el entorno en escenarios de aprendizaje concretos; este es el caso de cuando el cuerpo y la mente del alumno juegan un papel causal significativo en la dinámica situada experimentada (contexto) durante un momento específico; si se cambiará el tiempo o el contexto, esto afectaría al cuerpo (sensor y motor) y a también a la mente. En consecuencia, las actividades de aprendizaje en las que los alumnos adquieren conocimientos y competencias a través de la interacción física o la manipulación de objetos físicos se conocen como aprendizaje incorporado (Leslie et al, 2015). Cabe resaltar que los métodos de enseñanza y aprendizaje incorporados pueden facilitar el aprendizaje implícito y pueden tener un efecto positivo en la comprensión y la retención al organizar y representar espacialmente el contenido conceptual.

Por otro lado, la ciencia cognitiva otorga al cuerpo un papel importante en la configuración de la mente. Los defensores de la cognición incorporada toman como punto de partida teórico, no una mente que trabaje en problemas abstractos, sino un cuerpo que requiere una mente para funcionar (Wilson, 2002). En este sentido, la cognición incorporada afirmarí que el aprendizaje no depende del establecimiento de un conjunto complejo de reglas simbólicas que son descontextualizadas de las experiencias sensoriomotoras y del entorno, sino que el

aprendizaje depende de la actividad cognitiva que es desencadenado por el medio ambiente y que además está determinado por la naturaleza dinámica de la vida como seres humanos (Shapiro y Stolz, 2019).

Para Wilson (2002), este tipo de enfoque ha alcanzado una gran visibilidad bajo el estándar de la cognición incorporada; se argumenta que hemos evolucionado a partir de criaturas cuyos recursos neuronales se dedicaron principalmente al procesamiento perceptivo y motor, y cuya actividad cognitiva consistió en gran parte en una interacción inmediata y en línea con el entorno.

La idea de que el cuerpo y el medio ambiente desempeñan un papel en la asistencia a la actividad cognitiva ha llevado a algunos autores a afirmar que la cognición no es una actividad de la mente solo, sino que se distribuye en toda la situación de interacción, incluida la mente, el cuerpo y el entorno (Wilson, 2002).

Esta teoría de cognición incorporada consiste en la relación entre percepción y acción, así como las imágenes y el entorno que influyen en la persona para resolver un problema (Noë, 2004). De hecho, también está relacionada con la emoción, recompensa, afecto y la gestión de objetivos.

Asimismo, se puede afirmar que la forma de conceptualizar esta teoría está dada por los avances de la neurociencia cognitiva, y se cree que el ser humano tiene la capacidad de crear simulaciones coherentes o factibles a partir de procesos como la *cognición en línea* y la *cognición fuera de línea*, también denominada ‘cognición sin conexión’, que se describen a continuación. La cognición fuera de línea, para Noë (2004), consiste en la representación de objetos y el procesamiento de estos cuando dichos objetos están ausentes físicamente. Un ejemplo que ilustra la cognición en línea y fuera de línea es el siguiente:

(...) Se presentó una narrativa descriptiva donde un sujeto, tras la observación visual de un estímulo emocional (como el rugido amenazador de un oso pardo), generó activaciones de neuronas dentro de los sistemas visuales, auditivos y afectivos (lo que se llamaría un estado cognitivo en línea). Más tarde, después de una indicación de un cómplice, el mismo sujeto es instruido para imaginar el estímulo emocional del estado cognitivo en línea (que se clasificaría como un estado cognitivo) y, nuevamente, las mismas (o muchas de las mismas) neuronas de los tres sistemas (visual, auditiva y afectiva) se reactivan. En resumen, la imaginación fue capaz de generar un estado cognitivo (cognición fuera de línea) que produjo muchos de los mismos neurológicos comportamientos en respuesta a un estímulo si hubiera estado presente (Niedenthal, Barsalou, Winkielman, Krauth-Gruber y Ric, 2005)

Así las cosas, la teoría de la cognición incorporada podría evidenciar cómo las personas aprenden a través del cuerpo, y las representaciones que el ser humano hace en su mente sobre los objetos, los cuales recuerda ya sea por emoción, o por afecto e incluso por la recompensa recibida al solucionar algo y gestionar objetivos establecidos. Lo anterior, puede hacerse existiendo un estímulo real o uno imaginario que recuerde a la persona situaciones análogas que ha vivido en el pasado.

Ahora bien, para la cognición fuera de línea, dicho estímulo puede ser positivo o negativo. Un ejemplo de estímulo positivo puede ser el asentir con la cabeza en afirmación o escuchar mensajes persuasivos, que conducen a una persona hacia actitudes más positivas y a un efecto de congruencia en las emociones (Niedenthal, Barsalou, Ric y Krauth-Gruber, 2005). Por lo tanto, las respuestas a señales positivas y negativas tienen efecto directo en el procesamiento

cognitivo, dando lugar a la confirmación de que sí hay representaciones de objetos en ausencia de ellos.

Por su parte, un estado cognitivo en línea supone un compromiso activo con un objeto dentro de un entorno actual (Niedenthal et al., 2005; Robbins & Aydede, 2009), donde los gestos son efectivos para revelar el comportamiento implícito de los niños. Lo anterior, se sostiene sobre la base de que la cognición es comprendida desde conceptos abstractos encarnados en objetos y espacios físicos. De hecho, se cree que los niños, al participar en el conocimiento sobre un tema y al haber movimientos encarnados en línea a través de un gesto, son más receptivos a la instrucción que conduce al aprendizaje (Broaders, Cook, Mitchell y GoldinMeadow, 2007).

Habiéndose dicho lo anterior, vale la pena preguntarse ¿qué pasa con el movimiento en objetos físicos? ¿Cómo funciona la cognición en línea con objetos físicos? ¿Acaso conduce a una mejor comprensión de conceptos abstractos? Para autores como Schwartz y Holton (2000), al aumentar la representación de un objeto físico con un entorno interactivo, por ejemplo, un dispositivo de mano que responda a una pantalla visual interactiva, el sujeto es capaz de experimentar y explorar físicamente el concepto abstracto de razón y proporcionalidad, pudiendo con ello vivir un entorno tan real que pudiera sentirse inmerso en él.

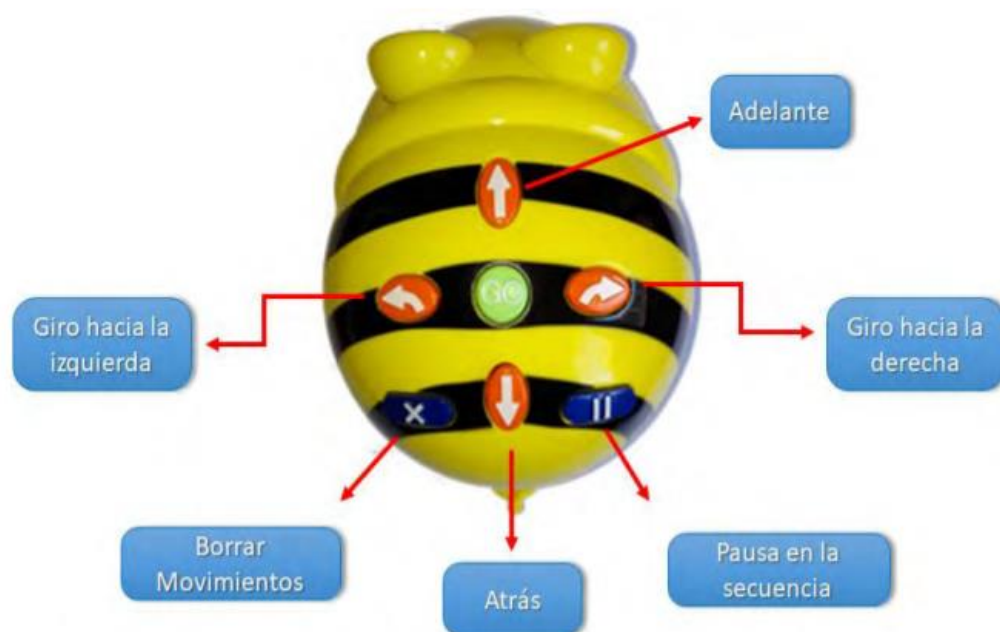
Por último, existe la cognición combinada, es decir, la que combina a la sin conexión y a la cognición en línea, donde se pasa de lo simbólico/representativo por un objeto físico a lo imaginado en ausencia de los primeros. Por ejemplo, el lenguaje al ser utilizado para expresar una oración y luego pasar a la acción es una situación que representa muy bien a la cognición combinada.

Sin embargo, en este punto se añade que los manipulativos físicos utilizados por la población de estudio fueron: (1) el Bee Bot y (2) las tarjetas de comando. El primero consiste en

un robot educativo infantil programable para el control de la enseñanza, el lenguaje direccional y la programación, a través un aprendizaje significativo basado en el juego y de actividades transdisciplinarias con instrucciones como “izquierda, izquierda, derecha, derecha, adelante, atrás, un, dos, tres...”. En otras palabras, esto es, el lenguaje direccional, giros, lateralidad y otros conceptos espaciales básicos.

Ilustración X.

Descripción de funciones y botones del robot Bee-Bot



Fuente. Robótica Infantil, 2021.

Por otro lado, las cartas con los movimientos del robot o tarjetas de comando representan los botones del Bee Bot en actividades desconectadas, donde los niños no utilizan en sí el robot.

Ilustración X.

Tarjeta de comando del Bee Bot



Fuente. Robótica Infantil, 2021.

De igual forma, se agrega que la observación, la información tangible, el uso del cuerpo o niveles de embodiment, gestos y hasta los dedos de las manos para contar contribuyen a la resolución de una situación planteada con los manipulativos físicos asignados.

Así las cosas, los manipulativos físicos están directamente relacionados con el aprendizaje según Andrade et Al. (2012), ya que existen procesos cognitivos a partir de la manipulación física de objetos o incluso de información tangible entregada. Es así, como la utilización de cierta información podría ayudar a resolver alguna tarea o también el uso de imágenes que transmitan la misma información pero de forma tangible, no solo con palabras. De tal suerte, que se pueda comparar el aprendizaje con o sin manipulación física. De ahí que, para Andrade et Al. (2012) exista un gran recorrido en el uso de materiales tangibles en educación, generando una relación directa entre la cognición y la manipulación física hasta llegar a la teoría del embodied cognition o la cognición incorporada, también entendida como *pensar con el cuerpo*.

La cognición incorporada, entonces, da paso para el sustento de las actividades desconectadas, actividades que permiten a los niños y niñas desde edad temprana acercarse a las habilidades de pensamiento computacional sin necesidad de usar dispositivos electrónicos.

5.2. Actividades desconectadas

Las actividades desconectadas se originaron con un programa de educación denominado Computer Science Unplugged (CS Unplugged), el cual buscaba involucrar a estudiantes de escuela desde grados iniciales con contenidos propios de la disciplina de la computación y la programación, sin necesidad de hacer uso de la computación o tener que aprender a programar (Bell et al., 2012)

Las actividades desconectadas se definen como una colección de actividades e ideas que permiten involucrar a niños, niñas y jóvenes con grandes ideas de la informática, sin tener que aprender a programar o incluso utilizar un dispositivo digital (Bell & Vahrenhold, 2018).

Estas actividades tienen ciertas características distintivas en comparación con otras actividades utilizadas para enseñar informática. Un ejemplo es que las computadoras no se usan directamente mientras se implementan las actividades desconectadas; sin embargo, se pueden utilizar como herramientas para el desarrollo y publicación de materiales. Además, se desarrollan en el contexto de juegos, trabajo en equipo, trucos u otros métodos agradables como los desafíos (Battal, Afacan-Adanir y Yasemin-Gülbahar, 2021)

Un ejemplo popular que fomenta el desarrollo del PC a través de actividades desconectadas (<http://www.csunplugged.org>) fue desarrollado inicialmente a finales de los 90 por el grupo de investigación en educación en Ciencias de la Computación, de la Universidad de Canterbury en Nueva Zelanda, y promueve el aprendizaje conceptos de informática sin ordenadores usando estrategias constructivistas de aprendizaje (Aranda y Ferguson, 2018).

El sitio web de CS Unplugged articula una serie de principios, sin necesidad de computadoras o informática real, en este sitio web se proponen actividades que permiten aprender haciendo actividades divertidas y kinestésicas. Cabe resaltar que el material

"desconectado" no está destinado a ser utilizado como un plan de estudios o programa de estudio, sino como una forma de pedagogía que brinda beneficios potenciales en el aprendizaje de los estudiantes (Bell & Vahrenhold, 2018).

El valor agregado que presentan este tipo de actividades para los estudiantes es que los involucra con ideas duraderas, aunque la investigación muestra que debe estar vinculado a la tecnología actual y no debe utilizarse de forma aislada; además, dentro de las actividades desconectadas se pueden evidenciar algunos principios entre los que se encuentran que estas actividades. (Bell & Vahrenhold, 2018; Bordignon y Iglesias, 2019):

- No utilizan computadoras
- Da un sentido de juego o desafío para que los estudiantes exploren
- Son altamente kinestésicas
- Incorporar elementos de trabajo manual o corporal
- Promueven el desarrollo del pensamiento computacional
- Ser cortas y simples de explicar
- Poseen un enfoque constructivista

En otras palabras, las actividades desconectadas permiten superar las barreras del aprendizaje de la programación e involucrar a los estudiantes de manera significativa en la solución de los muchos problemas que aborda la informática, maximizando la idea de que el PC consiste en algo más que solo programar.

Estas actividades, al no implicar el uso de la computación, pueden ser utilizadas en diversos contextos, incluso aquellos donde no llega la conexión a internet o se encuentran en situación de vulnerabilidad.

Saxena, Kwan-Lo, Foon-Hew y Wai-Wong (2020) resaltan que las experiencias concretas de PC en actividades desconectadas permiten a los estudiantes en edad preescolar desarrollar habilidades de PC en diversos contextos. Estos autores concluyen que los estudiantes aprenden mejor los conceptos como secuenciación y lenguaje direccional a través de actividades desconectadas. Según Csunplugged (s.f), la enseñanza del PC a través de actividades desconectadas enseña a los estudiantes a:

- Describir un problema
- Identificar los detalles importantes necesarios para resolver este problema
- Descomponer el problema en pequeños y lógicos pasos,
- Utilizar estos pasos para crear un proceso (algoritmo) que resuelva el problema,
- Depurar este proceso.

Las actividades desconectadas también podrían apoyar la evaluación de aprendizajes en la primera infancia. Por ejemplo, Relkin et al. (2021) crearon y evaluaron una nueva versión de la evaluación “TechCheck” diseñada específicamente para niños y niñas de kínder. La versión original de TechCheck se validó en primer y segundo grado. Esta prueba consta de 15 preguntas de selección múltiple y son desafíos desconectados. Para la versión para la primera infancia redujeron el número de opciones de respuesta de cuatro a tres y utilizaron exclusivamente material no verbal en las respuestas para acomodar niños más pequeños.

Battal et al. (2021) señalan que estas actividades pueden ser consideradas más apropiadas y significativas para las niñas y los niños, ya que no se limitan a aprender de una pantalla. Además, no todos los niños tienen la suerte de tener acceso a herramientas y juguetes tecnológicos. Este enfoque también tiene un papel importante en la educación informática, ya que brinda igualdad de oportunidades en todos los alumnos como individuos. Por lo tanto,

podrían aplicarse como una primera estrategia, y que pueden ser implementadas para cualquier grupo de edad de estudiantes.

Teniendo en cuenta que el PC y las ciencias de la computación se han introducido en diversas formas en los planes de estudio en muchos países, y desde los primeros grados de escolaridad, se propone esta investigación, en la cual las actividades desconectadas toman relevancia debido a que son una alternativa para desarrollar habilidades de PC en la primera infancia. La naturaleza kinestésica y lúdica de las actividades desconectadas las hace candidatas para entornos de divulgación, como campamentos o eventos de capacitación breves y actividades de aprendizaje en el aula (Bell & Vahrenhold, 2018).

6. Metodología de la Investigación

6.1. Diseño Metodológico

Para el desarrollo de la investigación titulada “desarrollo del pensamiento computacional en la primera infancia” se utilizó el estudio de casos múltiples como enfoque metodológico. En este estudio, los casos son situaciones donde los niños de la población objeto de estudio vivieron la experiencia de aprendizaje de actividades desconectadas y conectadas en sus escuelas.

Para analizar las formas en que los estudiantes resuelven los retos de pensamiento computacional, se utilizó un enfoque cualitativo con datos cuantitativos para comprender cómo ocurre el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional en la primera infancia. Lo anterior, se hizo con ocho (8) estudiantes del grado transición del Colegio Centro Educativo Aprendamos del Gran Maestro, ubicado en el municipio de Soledad, Atlántico; y con ocho (8) estudiantes más del Jardín infantil El Mundo de Wari, ubicado en La Ceja, del departamento de

Antioquia; para un total de dieciséis (16) estudiantes del nivel escolar de transición como población de estudio.

Se considera que la investigación es de tipo aplicado porque intenta resolver o mejorar una situación o fenómeno, en este caso el pensamiento computacional en estudiantes del nivel escolar de transición. Asimismo, fue una investigación transversal porque se ejecutó en un solo intervalo de tiempo que fue durante todo el año 2021, donde los datos se recolectaron entre los meses de mayo y junio del mismo año mencionado.

Así las cosas, la investigación se desarrolló en las siguientes etapas:

Etapas 1. Se identificaron las habilidades del pensamiento computacional en la primera infancia, a través de un diagnóstico del estado actual del pensamiento computacional en la literatura existente.

Etapas 2. Se diseñaron e implementaron actividades desconectadas y conectadas como estrategias para el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de transición.

Etapas 3. Se caracterizaron las estrategias de solución de problemas a través de habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de transición (pregunta de investigación 1).

Etapas 4. Se evaluó la adquisición y/o fortalecimiento de habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes de transición y la relación de estas habilidades con sus experiencias tempranas con juguetes y estereotipos de género (pregunta de investigación 2), y cómo cambian estas preferencias luego de participar en la actividad (pregunta de investigación 3).

La Tabla 3 resume el diseño metodológico para este proyecto de investigación.

Tabla 3

Diseño metodológico de la investigación

Criterio	Condición	Justificación
Tipo de estudio	Estudio de casos Múltiples	Se estudiaron casos de 16 estudiantes de dos colegios diferentes del grado transición.
Enfoque	Cualitativo con datos cuantitativo	<p>Es cualitativo porque se describieron las formas de solución de problemas (pensamiento computacional) en la población objeto.</p> <p>Los datos cuantitativos están dados por la tasa de éxito, integrada por el desempeño que tienen la población objeto, el tiempo que demoran en completar cada actividad conectada y el número de intentos por resolver el problema.</p>
Método	Estudio pretest-postest y análisis de contenido.	Porque se utilizaron para diagnosticar los intereses de la población objeto de estudio antes y después de aplicadas las actividades conectadas.
Utilidad	Aplicada	Los resultados de investigación contribuyen con una mejor comprensión del pensamiento computacional y la necesidad de enseñarlo desde los planes de estudio a un nivel escolar de primaria y secundaria.
Temporalidad	Transversal	Porque esta investigación se desarrolló durante todo el año 2021 y durante los meses de mayo y junio se recolectaron los datos objeto de análisis.
Población	Dieciséis (16) estudiantes en total del grado transición del Colegio Centro Educativo Aprendamos del Gran Maestro y del Jardín infantil El Mundo de Wari.	<p>✓ Ocho (08) estudiantes del Colegio Centro Educativo Aprendamos del Gran Maestro, ubicado en el municipio de Soledad, departamento del Atlántico.</p> <p>✓ Ocho (08) estudiantes del Jardín infantil El Mundo de Wari, ubicado en el municipio de La Ceja, departamento de Antioquia.</p>
Muestra y tipos de fuentes de datos	<p>✓ Fuente primaria o muestra poblacional.</p> <p>✓ Fuentes secundarias.</p>	Las fuentes primarias de recolección de datos fue la muestra poblacional de dieciséis (16) estudiantes de transición; y por otro lado, las fuentes secundarias fueron todos los artículos, libros y publicaciones tanto físicas como electrónicas utilizadas para revisar la literatura existente sobre pensamiento computacional.

Nota: Elaboración propia, según Hurtado (2000); Baptista, Hernández y Sampieri (2014).

6.2. Hipótesis

Como hipótesis de partida se estableció que *al desarrollar actividades de aprendizaje desconectadas y con robótica educativa se contribuye significativamente a la adquisición de habilidades de pensamiento computacional, así como también al cambio de preferencias y gustos en escolares de educación infantil.*

6.3. Población y Muestra de Estudio

La población de estudio estuvo conformada por los estudiantes matriculados en el I ciclo 2021, del grado transición de los Colegios Centro Educativo Aprendamos del Gran maestro, ubicado en el municipio de Soledad, Atlántico; y el Jardín infantil El Mundo de Wari, ubicado en La Ceja, del departamento de Antioquia.

En el desarrollo de la investigación participaron 16 estudiantes de ambos sexos pertenecientes al Grado transición de los Colegios Centro Educativo Aprendamos del Gran maestro, ubicado en el municipio de Soledad, Atlántico; y el Jardín infantil el mundo de wari, ubicado en La Ceja, del departamento de Antioquia. El rango de edad de los estudiantes participantes en el estudio estuvo entre los 5 y 6 años.

Los tipos de muestras que suelen utilizarse en las investigaciones de estudio de caso son las no probabilísticas o dirigidas, cuya finalidad no es la generalización en términos de probabilidad. También se les conoce como “guiadas por uno o varios propósitos”, pues la elección de los elementos depende de razones relacionadas con las características de la investigación (Ragin, 2013, Saumure y Given, 2008a y Palys, 2008). En este caso, la asignación

de los sujetos a los grupos no se pudo realizar de forma aleatoria, ya que la intervención permitida por el centro educativo exigía trabajar con los estudiantes que accedieran a realizar las pruebas de forma voluntaria.

La distribución de los participantes según la ubicación geográfica fue de ocho (08) estudiantes para Centro Educativo Aprendamos del Gran maestro en Soledad, Atlántico, lo que representa el 50% de toda la muestra y ocho (08) estudiantes en el Jardín infantil el mundo de wari ubicado en el municipio de la Ceja, en el departamento de Antioquia, que representa el 50% restante.

Todos los participantes son informados de los objetivos del estudio y se recopilaron los consentimientos informados de los padres/tutores de los menores (Anexo X) con la colaboración de los centros escolares.

6.4. Procedimientos - Descripción de las actividades conectadas y desconectadas

Las actividades propuestas para el desarrollo de la experiencia formativa se organizaron utilizando un total de 32 horas (Figura 2). Se estructuraron 3 sesiones destinadas a las actividades de formación y aprendizaje a través de intervenciones de 8 horas cada una, para un total de 24 horas.

- *La primera sesión*, se desarrolló una actividad desconectada. Algunos de los niños actuaron como el robot abeja y siguieron las instrucciones dadas por otro estudiante, quien actuó como programador.
- *La segunda sesión*, consistió en el diseño y programación de secuencias de movimientos de nivel básico. los estudiantes trabajaron en tres desafíos con un nivel de dificultad creciente. En el primer desafío, los estudiantes movieron el robot abeja 5 veces hacia adelante. En el segundo desafío, los estudiantes programaron el robot

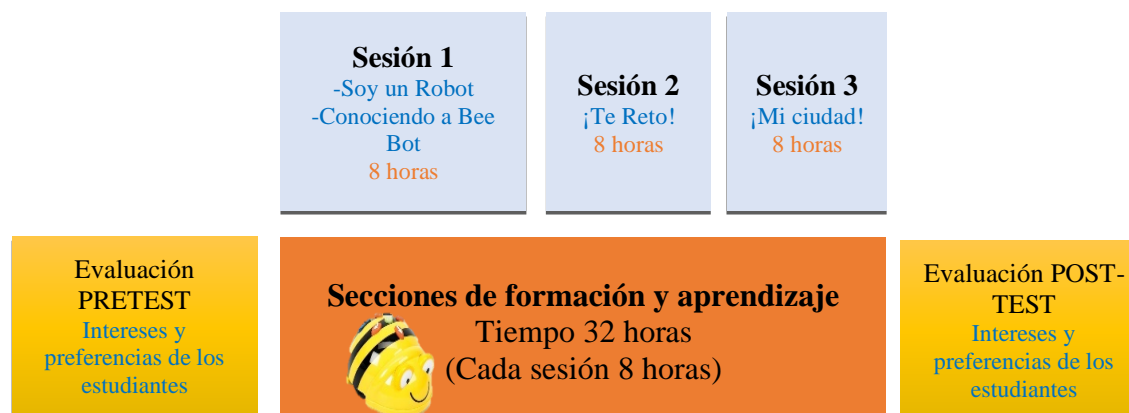
abeja para que se moviera cuatro veces hacia adelante, girara a la derecha y avanzara cuatro veces hacia adelante. El último desafío fue más complejo. Cada estudiante programo el robot abeja de la siguiente manera: un movimiento hacia adelante, giro a la derecha, un movimiento hacia adelante, giro a la izquierda, dos movimientos hacia adelante, un giro a la derecha y dos movimientos hacia adelante. Para cada alumno se tendrá en cuenta el número de intentos y el tiempo que tardó en completar el desafío.

- *En la última sesión*, la complejidad de las secuencias fue de un nivel más avanzado. Para esta última actividad, los estudiantes programaron por si solos el recorrido a hacer con ayuda del Bee Bot, es decir, cada uno los niños y las niñas diseño los algoritmos en el Bee Bot que le permitieran responder ante el reto propuesto por el investigador. En esta actividad, los estudiantes calcularon la distancia a recorrer con el Bee Bot y buscaron las rutas más eficientes.

Además, se incluyeron dos sesiones de pruebas, mediante evaluaciones Pre y Postest, utilizando 4 horas para cada una; es decir, un total de 8 horas. Las pruebas consistieron en la identificación y cambio de intereses y preferencias de la población objeto. A continuación, podrán observar la estructura de la experiencia de aprendizaje (Figura 1) y la descripción de las actividades (Tabla 4).

Figura 1.

Estructura de la experiencia de aprendizaje



Sesión 1: Actividades desconectadas y reconocimiento de herramienta. Sesión preliminar o de iniciación, en la que se trabajaría una actividad desconectada denominada: *Soy un robot*. Para iniciar se dividirá a los estudiantes en dos grupos, a cada grupo se le dará un rol; es decir, la mitad de los estudiantes serán Bee Bot y la otra mitad serán los encargados de decir los comandos (programadores).

Tabla 4.

Estructura de actividades realizadas en la primera sesión de trabajo

Nombre	Objetivo	Materiales
Soy un robot	Comprender el uso del Bee Bot a través del cuerpo	- Tarjetas de comandos - Tapete cuadriculado

Figura 2.

Tapete cuadriculado

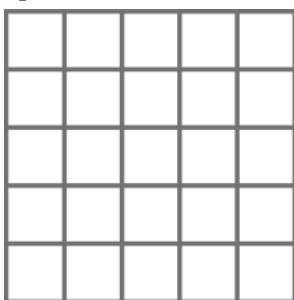


Figura 3.

Tarjeta de movimientos que puede realizar el robot



En el piso se encontraron un tapete dividido en cuadros por los cuales se moverán los estudiantes que son un Bee Bot; además encontraron las tarjetas de movimientos que puede realizar el robot, y que utilizan los estudiantes con el papel de programadores para dar las instrucciones. Nuestro robot tiene que cumplir las siguientes normas:

- No puede ir en diagonal.
- Tiene tres movimientos: avanzar, girar a la derecha y girar a la izquierda.
- Sólo puede dar un paso cada vez: tiene que girar y luego avanzar.
- No puede ir hacia atrás

La profesora dio el primer movimiento del Bee Bot como ejemplo: *“Bee Bot, avanzar tres pasos hacia adelante, moverse un paso a tu derecha, dos adelante nuevamente, uno a tu izquierda y por*

último dos hacia adelante”. Posterior a esto, se le permitirá al otro grupo de estudiantes (programadores) empezar a decir los comandos para sus compañeros.

Luego de realizar la actividad desconectada, los estudiantes tuvieron la oportunidad de utilizar el robot Bee Bot®, explorando sus características operativas, logrando una comprensión general de las funcionalidades operativas necesarias para su posterior utilización durante la *actividad Conociendo a Bee Bot*.

Sesión 2: Actividad Te Reto. En la actividad se planificaron 3 retos o tramos diferentes; con el propósito de que los estudiantes construyeran una secuencia de movimientos para desplazar el robot hasta un punto específico (Tabla 5). Los estudiantes trabajaron en su espacio de clases habitual y de forma individual. Esta actividad es la primera que se propone para evaluar toda la intervención.

Tabla 5.

Estructura de la actividad Te Reto

Nombre de la actividad	Objetivo	Materiales
¡Te reto!	Permitir la construcción de secuencias de programación, logrando que el robot se desplace hasta un punto específico conforme a los retos propuestos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tres (3) cartulinas con mapa de tramos ✓ Robot Bee Bots ✓ Tarjetas de comandos

¿Podrás ayudar a Bee Bot, programando sus movimientos, para que pueda ir hasta el final del circuito? ¿cuántos pasos necesita Bee Bot para llegar hasta la meta?

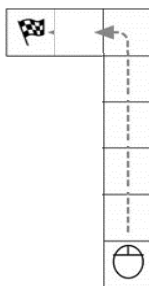
Reto 1: Bee Bot Básico



Posible solución:

Adelante, adelante, adelante, adelante, adelante, andar.

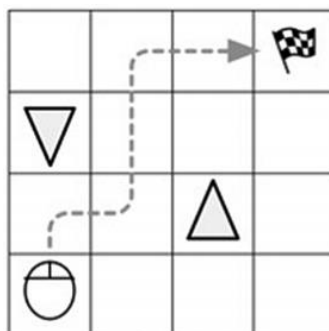
Reto 2: Bee Bot Intermedio



Posible solución:

Adelante, adelante, adelante, adelante,
adelante, giro a la izquierda, adelante,
adelante, andar.

Reto 3: Bee Bot Avanzado



Posible solución:

Adelante, giro a la derecha, adelante,
giro a la izquierda, adelante, adelante,
giro a la derecha, adelante, adelante,
andar.

Sesión 3: Actividad mi ciudad. Durante las actividades que se estructuraron los estudiantes trabajaron en pequeños grupos (2-4 integrantes) de forma colaborativa mientras realizan las prácticas con el kit de robótica educativa Bee Bot®, utilizando los escenarios o tapetes diseñados (Figura 4) para resolver cada uno de los retos de programación que se organizaron para la actividad, desplazando al robot hasta un punto específico de la ciudad (Tabla 6). Esta actividad es la segunda que se propone para evaluar toda la intervención.

Figura 4.

Tapete del Mapa mi Ciudad

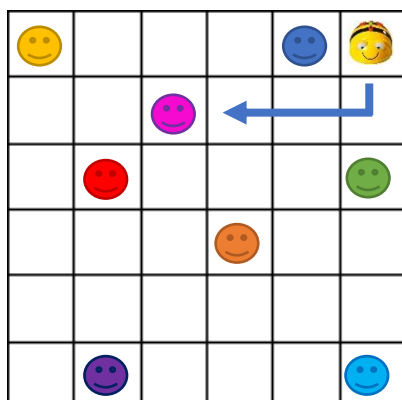


Tabla 6.

Estructura de la actividad Mi ciudad

Nombre de la actividad	Objetivo	Materiales
¡Mi ciudad! ¡El Zoológico!	Lograr que los niños construyan pequeñas secuencias de programación, con los botones de movimiento del robot, permitiendo que Bee Bot® pueda desplazarse a través del tapete hasta un punto específico conforme se le indique.	✓ Cartulina con Mapa de ciudad ✓ Robot Bee Bot Tarjetas de comandos
<p>NOTA: En esta actividad los estudiantes podrían realizar el recorrido que ellos quisiera, sin embargo, una vez que encontraban todas las posibles soluciones el investigador los ayudaba en encontrar la solución más eficiente.</p>		
<p>Tramo 1 ¿Podrás ayudar a Bee Bot, programando sus movimientos, para que pueda ir hasta la carita feliz rosada?</p>		

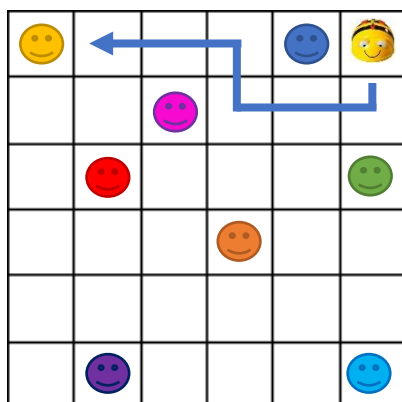
Posible solución:



Adelante, giro a la derecha, adelante, adelante, andar

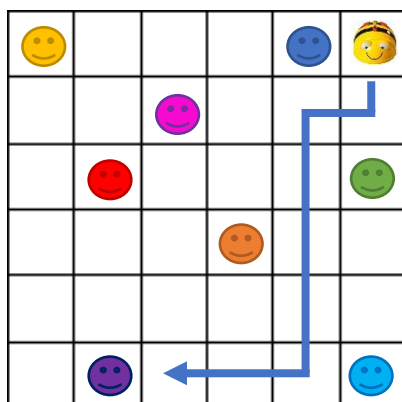
Tramo 2 ¿Podrás ayudar a Bee Bot, programando sus movimientos, para que pueda ir hasta carita feliz amarilla?

Posible solución:



Adelante, giro a la derecha, adelante, adelante, giro a la derecha, adelante, giro a la izquierda, adelante, adelante, andar.

Tramo 3 ¿Podrás ayudar a Bee Bot, programando sus movimientos, para que pueda ir hasta la carita feliz morada?



Posible solución:

Adelante, giro a la derecha, adelante, giro a la izquierda, adelante, adelante, adelante, adelante, giro a la derecha, adelante, adelante, adelante, andar.

6.5 Instrumentos de Recolección de Información

En la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos.

Instrumento 1: Pretest/Post-test. Consta de una entrevista semiestructurada en la que se le dio la opción a cada estudiante de escoger un juguete de interés (Pieza lego, muñeca, robot Bee Bot) para valorar sus preferencias antes (pretest) y después (post-test) de realizar las actividades. En esta entrevista, además de seleccionar el juguete, los niños y niñas respondían preguntas como ¿Quién elige tus juguetes?, ¿Quién te compra los juguetes?, ¿Por qué no elegiste los otros juguetes que están aquí?, ¿Cuál es tu juguete favorito?, entre otras.

Los juguetes propuestos lo conforman una muñeca (juguete comúnmente solo para niñas), legos de diferentes tamaños y colore (juguetes comúnmente solo para niños) y el Bee Bot (juguete diseñado para ambos géneros). Esta categorización está sustentada en las investigaciones anteriores (ej. Owen-Blakemore y Centeres, 2005), que han identificado que los juguetes culturalmente asociados a los niños les permiten construir cosas, y dan más

retroalimentación, mientras los juguetes asociados a las niñas tienen más conexión con el cuidado. A continuación, se presentan un ejemplo de los juguetes utilizados (Ver figura 5).

Figura 5.

Opción de juguetes presentada a estudiantes

Muñeca



BeeBot



Lego



Instrumento 2: Registro de observaciones. Para poder realizar el registro cualitativo de la forma en que los estudiantes resuelven los retos en cada una de las dos actividades conectadas propuestas que se describen más adelante, el instrumento principal que se utilizó fue la observación directa mediante su registro en el diario cualitativo de las sesiones (Anexo 1), las cuales fueron grabadas en video para validación de los datos. Estas observaciones se analizan haciendo uso de los diferentes niveles de progresión expuestos en la Tabla 5 y 6.

Instrumento 3: Registro del desempeño de los estudiantes. El instrumento de evaluación utilizado (Anexo 2) para valorar el nivel de desempeño que alcanzaron los niños en cada una de las actividades conectadas propuestas, es una adaptación de la rúbrica SSS empleada en el programa TangibleK (Bers, 2010). La rúbrica es aplicada por el investigador a través de la observación directa del proceso y las acciones realizadas en la resolución de las dos actividades; luego, se realiza la valoración de los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes en

todas las dimensiones: el número de intentos, el tiempo y desempeño que demuestra cada participante, en la construcción y programación del robot Bee Bot para resolver el reto propuesto.

Para valorar el nivel de dominio o desempeño que alcanzan los niños en relación con las habilidades de pensamiento computacional, se utiliza una rúbrica por actividad en la que cada reto recibe una puntuación de 0 a 5 puntos, en función de la autonomía del sujeto para resolver el reto y el éxito alcanzado (desempeño). Los criterios formulados en la rúbrica implican valorar con el puntaje máximo (5), si el niño/a logra completamente el reto asignado sin ninguna ayuda del investigador. En el caso de que el estudiante logre de forma significativa el reto asignado, es decir, con mínimas ayudas del investigador, se puntúa el logro obtenido con un 4. Si el desarrollo del reto resulta medianamente satisfactorio, recibiendo ayudas periódicas del investigador, pero no paso a paso, el valor asignado es de 3 puntos. Cuando el niño/a presenta una respuesta mínima al reto asignado, obteniendo del investigador ayuda paso a paso durante el desarrollo, se le asigna un 2. En el caso de que el estudiante inicia el desarrollo del reto, pero no lo completa, se asigna un puntaje de 1 y cuando el participante no intenta resolver el reto asignado, la valoración asignada es de 0 puntos. Para el presente estudio se fijó el valor 4, como el nivel de logro objetivo para superar satisfactoriamente cada reto.

6.6. Análisis de datos

Para realizar el análisis de la información que se utilizó un esquema de codificación cualitativa que permitiera caracterizar la forma en que los estudiantes resolvían los retos. Además, se tomó en cuenta la naturaleza de los datos generados en las pruebas pretest y posttest,

para determinar si la población objeto tuvo un cambio de preferencia en la escogencia del juguete una vez realizada las actividades.

Conforme a los argumentos teóricos propuestos por Brennan y Resnick (2012), así como la clasificación presentada por Bers et al. (2014) en relación con las dimensiones y características asociadas a las estrategias de resolución de problemas, se establecieron variables de estudio específicas para esta investigación (ver Tabla 7).

Tabla 7.

Variables, dimensiones de las variables e instrumentos

ACTIVIDADES PARA ANALIZAR	VARIABLES	DIMENSIONES DE LA VARIABLE	INSTRUMENTOS
Aplicar Pre-Test: Identificando preferencias	<i>Intereses estudiantes</i>	Piezas lego	
		Muñecas	
		Robot	
Te reto: • Bee Bot Básico • Bee Bot Intermedio • Bee Bot Avanzado	<i>Formas de resolución de problemas</i>	Planeación (PAI)	Categorizaciones variables cualitativas
		Estrategias de Resolución de problemas (ERP)	
		Depuración (DEP)	Registro de observaciones
		Prueba y Error (PE)	
Mi ciudad • Trayecto 1 • Trayecto 2 • Trayecto 3	<i>Tasa de éxito</i>	Desempeño	Registro del desempeño que tuvieron los estudiantes durante el desarrollo de las actividades
		Tiempo	
		Número de intentos	
Aplicar Post-Test: Identificando preferencias	Intereses estudiantes	Piezas lego	Entrevista Identificando preferencia.
		Muñecas	
		Robot	Tabulación de entrevista en Intereses y preferencias de los estudiantes

Las variables que se establecieron para la investigación en cuanto a las aproximaciones para resolver problemas por parte de los estudiantes están vinculadas a las siguientes características del pensamiento computacional (ver Tabla 8).

Tabla 8.

Competencias, definiciones y niveles de progresión de las formas de resolución de problemas.

FORMAS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS (FSP)	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	COD	EJEMPLO
Planeación (PAI)	Desarrolla un plan de acción que le permitirá llegar a la solución.	Determina cuál es el objetivo del reto propuesto.	DO	El niño o la niña entiende lo que debe hacer en el reto, de donde a donde debe llevar el Bee Bot
		Comprende las condiciones impuestas y limitaciones asociadas al problema.	CP	El niño o la niña entiende por donde no debe hacer pasar el Bee Bot
		Diseña el recorrido del Bee Bot de acuerdo con una estrategia.	DE	El niño o la niña cuenta los pasos hasta donde quiere dirigir el Bee Bot, ahí nos fijamos si lo hace hasta el final o hasta cierto tramo, o sea, el niño define si va a descomponer, a completar la tarea de un solo o a usar heurística
		Realiza movimientos programados sin analizar el problema. (No planea)	NP	El niño o la niña definió utilizar la estrategia ensayo y error; Programa el Bee Bot sin una planeación previa.
Estrategias de Resolución de problemas (ERP)	Utiliza técnicas para favorecer el éxito en encontrar una solución al problema	Realiza un paso a paso para solucionar el problema	PP	El niño o la niña desplaza al Bee Bot de una casilla en una casilla para resolver el problema
		Realiza descomposiciones por tramo.	DB	El niño o la niña desplaza al Bee Bot en más de una casilla pero no hasta un cambio de dirección para resolver el problema
		Realiza movimientos programados hasta un cambio de dirección.	DA	La niña o el niño descompone hasta donde haya un cambio de dirección
		Genera una solución omitiendo los parámetros del problema.	HE	Realiza movimientos fuera de las limitaciones establecidas sin embargo llega hasta el punto del final del recorrido
		Traduce el recorrido diseñado a un algoritmo que entiende el Bee Bot.	TA	La niña o el niño diseña el recorrido y logra programar al Bee Bot para realizar el recorrido planeado

Depuración (DEP)	Reconoce cuando las instrucciones no concuerdan con las acciones. (Eliminar y corregir errores)	Reconoce que la instrucción dada al Bee Bot no concuerda con la planeación diseñada debido a errores al accionar el Bee Bot. Reconoce que la planeación diseñada no concuerda con la solución del problema.	EB	La planeación de la niña o del niño está bien, pero se le olvidó borrar el Código anterior, o no presionó bien la secuencia o quiso hacer la secuencia completa planeo bien, contó bien los pasos, determinó bien el giro que debía hacer el Bee Bot pero se equivocó al darle la instrucción al Bee Bot. Cuando el error tiene más que ver con el funcionamiento del Bee Bot que con la planeación.
		Predice lo que debe suceder y anticipa errores.	AE	La niña o el niño antes de accionar el Bee Bot o antes de que el Bee Bot termine su recorrido el niño reconoce que programó el Bee Bot mal o planeo mal el recorrido.
		No corrige desde donde ocurrió el error, se regresa al tramo más cercano	EP	La niña o el niño programa mal y se regresa al último lugar donde hizo la programación
		Elimina toda la secuencia y vuelve a empezar para corregir errores.	EE	La niña o el niño vuelve al principio del recorrido y corrige el error de acuerdo con el movimiento pasado
		Trabaja nuevamente donde algo salió mal hasta arreglarlo.	TE	La niña o el niño no acierta a la solución del problema y trabaja desde donde algo salió mal hasta arreglarlo.
Prueba y error (PER)	Prueba varias opciones y descubre a partir de los errores y aciertos la solución al problema.	No comprende completamente la instrucción, diseña el algoritmo a partir de instrucciones dadas	ID	La niña o el niño no sabe por dónde iniciar, realiza el intento luego de recibir alguna instrucción
		Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos la solución al problema.	DS	La niña o el niño realiza varios intentos y al final descubre como realizar el tramo completo
		Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un tramo correcto del recorrido.	DT	La niña o el niño realiza varios intentos y al final descubre como realizar un tramo del recorrido de forma correcta
		Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un cambio de dirección correcto.	DC	La niña o el niño realiza varios intentos y al final descubre como realizar un cambio de dirección hacia el lugar correcto
		Realiza movimientos programados repetitivos hasta frustrarse y necesitando ayuda del investigador para solucionar el problema.	AY	La niña o el niño realiza varios intentos sin conseguir resolver el problema, por lo que necesita ayuda del investigador. Este ítem permite evaluar qué niños recibieron más ayuda que otros.

6.7 Validez y Confiabilidad

Para asegurar la validez de los análisis cualitativo y cuantitativo se seleccionaron dos jueces, que realizaron el análisis en paralelo de las dos actividades conectadas: *te reto* y *mi ciudad*, haciendo uso del esquema de codificación. Posteriormente, se diseñaron tablas de resultados para comparar y analizar el resultado que obtuvo cada juez en cada uno de los ítems del instrumento: *Planeación (PAI)*, *Estrategias de Resolución de problemas (ERP)*, *Depuración (DEP)*, *Prueba y error (PER)*. Estas tablas fueron un insumo importante para comparar y negociar la codificación o nivel de progresión poco clara, y refinar el proceso de análisis de datos.

Específicamente, se observaron discrepancias entre algunos códigos específicos por actividad. Durante la actividad 1: *te reto*, en los códigos EB, EP, PP, DC, DT, y durante la actividad 2: *Mi ciudad*, en los códigos DE y PP. Por ejemplo, uno de los jueces no había categorizado que el participante identificaba la estrategia desde el inicio (DE) porque no lo hacía a través de sus manos; sin embargo, al revisar el video, se identificó que sí lo hacía a través de gestos y expresiones verbales, y se acordó que esto se debería considerar como la identificación de la estrategia (DE). En otro ejemplo, uno de los jueces había identificado que, aunque al principio el participante lo resolvía paso a paso (PP), luego utilizaba descomposiciones por tramo (DB), y asumió que únicamente debía codificar la segunda estrategia (DB). Durante la negociación, se acordó que ambas categorías debían marcarse para el análisis de los datos. Una vez negociadas las discrepancias, la investigadora principal completó el análisis de los datos teniendo en cuenta estos acuerdos.

7. Resultados

Como ya se mencionó en la metodología, procedemos a realizar el análisis de las dos actividades propuestas para evaluar toda la intervención: actividad **¡Te reto!** y actividad **¡Mi ciudad!** (Ver tablas 5 y 6)

7.1 Resultados Actividad 2: ¡Te reto!

7.1.1 Resolución de Problemas de los Grupos de la Ceja y Soledad.

Para analizar las diferentes formas de resolución de problemas (FSP) que tiene la población, lo primero es analizar si los estudiantes **comprendieron los problemas** propuestos en la actividad.

7.1.1.1 Comprensión del Problema. El análisis del nivel de comprensión que tuvieron los estudiantes para cada trayecto de la actividad se realizó de acuerdo con el esquema de códigos presentado en la Tabla 8. La Tabla 9 resume el número de estudiantes que utilizaron cada una de las categorías para comprender el problema en los tres niveles de dificultad de la actividad Te Reto.

Tabla 9.

Distribución de los indicadores del nivel de comprensión del problema de acuerdo con el trayecto en la actividad te reto (n=16)

Comprensión del problema	Básico	Intermedio	Avanzado
DO	13	9	9
CP	0	0	1
ID	1	0	0

Nota: *DO* indica la cantidad de estudiantes que determinan cuál es el objetivo del reto propuesto.

CP indica la cantidad de estudiantes que comprenden las condiciones impuestas y limitaciones asociadas al problema.

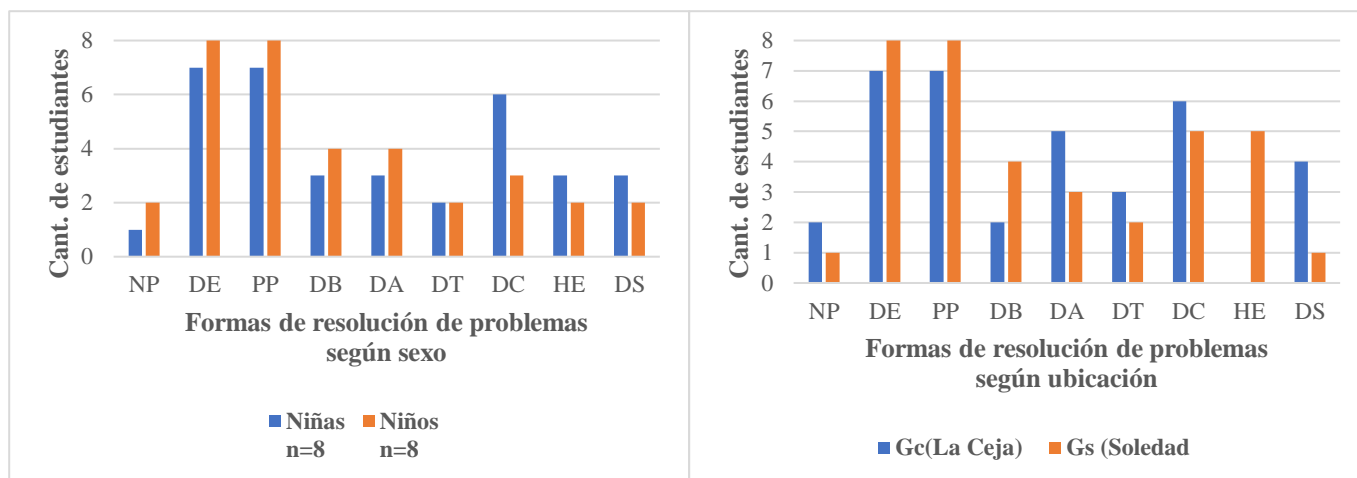
ID indica la cantidad de estudiantes que no comprenden completamente la instrucción y diseñan el algoritmo a partir de instrucciones dadas.

De la Tabla 9, observamos que, en promedio, el 65% de la muestra poblacional objeto ($n=16$) entendió el objetivo de cada reto propuesto en la actividad (DO), sin requerir una segunda explicación; especialmente en el trayecto básico (81.25%, $n=13$), es decir, más de la mitad de los participantes ($n=13$) entendió de dónde a dónde debían llevar el Robot Bee Bot para completar cada trayecto en la actividad. Sin embargo, tan sólo un 6.25% ($n=1$) de los estudiantes reconocieron las condiciones impuestas y limitaciones asociadas al problema (CP); dicho con otras palabras, sólo un estudiante entendió por dónde no debe hacer pasar el Bee Bot. Además, un (1) sólo estudiante no comprendió completamente la instrucción (ID) en el trayecto básico, por lo que requirió ayuda del investigador para empezar.

7.1.1.2 Formas de resolución de Problemas (FSP). Luego de analizar el nivel de comprensión de las actividades por parte de los estudiantes, es hora de entrar a describir las diferentes formas o **estrategias que utilizaron** para resolver los retos propuestos. La Figura 6 reúne los resultados a nivel general de las formas de resolución de problemas utilizadas por los estudiantes de acuerdo con el Género (niños y niñas) y los grupos poblacionales (Soledad y La Ceja) en la primera actividad de reto.

Figura 6.

Distribución de las formas de resolución de problema utilizadas por los estudiantes en la actividad te reto, de acuerdo al sexo y la ubicación (n=16)



Nota:

NP indica la cantidad de estudiantes que realiza movimientos programados sin analizar el problema (No planea).

DE indica la cantidad de estudiantes que diseña el recorrido del Bee Bot de acuerdo a una estrategia (Planea).

PP indica la cantidad de estudiantes que realiza un paso a paso para solucionar el problema.

DB indica la cantidad de estudiantes que realiza descomposiciones por tramo.

DA indica la cantidad de estudiantes que realiza movimientos programados hasta un cambio de dirección.

HE indica la cantidad de estudiantes que genera una solución omitiendo los parámetros del problema.

DS indica la cantidad de estudiantes que descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos la solución al problema.

DT indica la cantidad de estudiantes que descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un tramo correcto del recorrido.

DC indica la cantidad de estudiantes que descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un cambio de dirección correcto.

Implementar un paso a paso para encontrarle solución a los tramos de la actividad (PP) fue tendencia dentro de los casos de estudio, pues el 93.75% de los estudiantes utilizaron esta estrategia a lo largo del desarrollo de la actividad te reto. Entre estos, siete (7) estudiantes son del grupo de La Ceja y ocho (8) estudiantes del grupo de Soledad. En segundo lugar, 56.25%, seis (6) niñas y tres (3) niños, la mayoría del grupo de La Ceja, descubren a partir de los errores y aciertos repetitivos cómo hacer un cambio de dirección correcto en el Robot Bee Bot (DC); y un 43.75% (4 niños y 3 niñas) de la población, prefirió realizar descomposiciones por tramo (DB).

Además, el 50% de los participantes realizó movimientos programados hasta un cambio de dirección (DA); seguido del 31.25% de los participantes que descubrieron a partir de errores y aciertos repetitivos hacer un tramo correcto del recorrido (DT). Finalmente, sólo el 31,25% descubrió a partir de los errores y aciertos repetitivos la solución al problema (DS), y en la misma proporción, con 31,25%, tres (3) niñas y dos (2) niños, todos del grupo de Soledad, generaron soluciones a los retos omitiendo los parámetros del problema (HE).

Por otro lado, en la Figura 6, también se observa que tres (3) estudiantes, específicamente una (1) niña del grupo de la Ceja y dos (2) niños, uno (1) de soledad y otro de la Ceja, no planearon (NP); es decir, realizaron movimientos programados sin analizar el problema por lo menos una vez al intentar resolver los retos propuestos en la actividad te reto. Sin embargo, quince (15) de los dieciséis (16) estudiantes participantes, en algún tramo de la primera actividad, diseñaron el recorrido del Bee Bot de acuerdo con una estrategia (DE), es decir, elaboraron un plan para lograr desplazar el Bee Bot hasta el final de los tramos (básico, intermedio y avanzado). Además, en esta actividad, los niños (5 estudiantes) mostraron planear más que las niñas (4 estudiantes); y la mitad de estudiantes del grupo de Soledad (4 estudiantes) mostraron planear más el recorrido del robot a lo largo de la actividad te reto, que los estudiantes del grupo de La Ceja (2). En esta instancia, es importante señalar, que una (1) niña (E3_niña) del grupo de la Ceja optó por no descomponer (PP, DB, DA) los problemas en ningún tramo de la actividad te reto. La Tabla 10 resume algunos ejemplos de las nueve formas de resolución de problemas utilizadas por algunos de ellos.

Tabla 10.

Fragmentos de las diferentes formas de resolución de problemas (frp.) utilizadas por los estudiantes en la actividad te reto.

Estudiante	Tramo de actividad	Descripción de Solución*	Indicador
E10_niña	Intermedio	La niña desplaza al Bee Bot de una casilla en una casilla hasta el final, en total el tapete tenía siete cuadrados en forma de L, por lo que utilizó ocho (8) veces el indicador, uno por cada cuadro y otro para el giro.	PP
E8_niño	Intermedio	El niño realiza varios intentos y al final descubre como realizar un cambio de dirección hacia el lugar correcto	DC
E7_niño	Tramo 3	El niño cuenta los pasos hasta donde quiere dirigir el Bee Bot, luego se da cuenta de lo largo que es el tramo y decide descomponer hasta el primer giro, de esa forma lo hace hasta el final del recorrido.	DE
E12_niña	Intermedio	La niña desplaza al Bee Bot tres cuadros hacia adelante, pero no hasta un cambio de dirección para resolver el problema.	DB
E1_niña	Tramo 2	La niña programa el Bee Bot cuadro por cuadro (descompone) hasta el cundo le toca cambiar la dirección, sigue este proceso hasta el final del tramo.	DA
E4_niña	Avanzado	El niño realiza varios intentos y al final descubre como realizar un tramo del recorrido de forma correcta.	DT
E2_niña	Avanzado	La niña realiza varios intentos de solucionar el problema, y al final a través de errores y aciertos consigue realizar el tramo completo.	DS
E14_niño	Tramo 2	El niño desplazó al Bee Bot en diagonal hasta el final del recorrido, desafiando las limitaciones establecidas.	HE
E3_niña	Básico	El niño definió utilizar la estrategia ensayo y error; Programa el Bee Bot sin una planeación previa.	NP

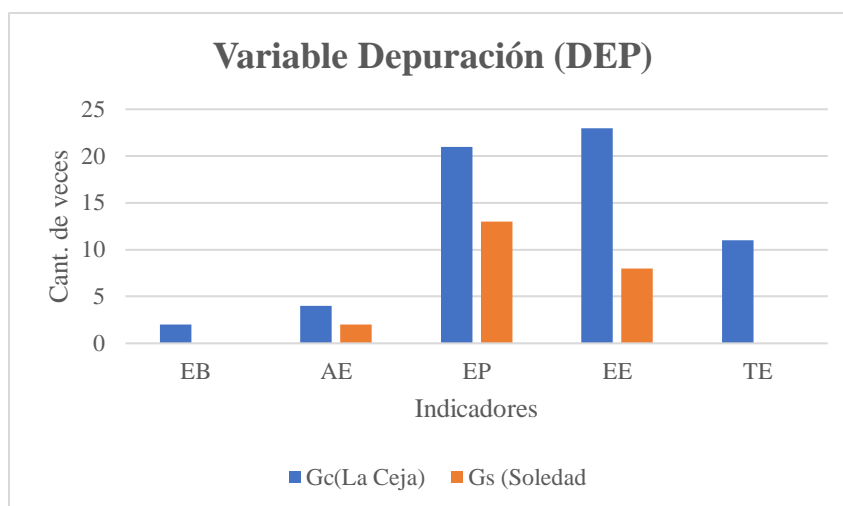
** Descripción de las acciones llevadas a cabo por los estudiantes en la resolución de cada reto de la actividad.*

7.1.1.3 Depuración. Otra importante estrategia distinguida durante el desarrollo de la actividad Te Reto, es la depuración (DEP). Lo que nos lleva a observar la Figura 7 en la que se muestra la cantidad de veces que la población usó la depuración (DEP) mientras intentaban resolver los problemas de la actividad. Se marcó una clara diferencia en el uso por parte de los estudiantes de La Ceja.

El grupo de la Ceja llegó a eliminar toda la secuencia y volvió a empezar para corregir errores (EE) veintitrés (23) veces, frente a ocho (8) veces que lo hicieron los estudiantes de Soledad. Veintiún (21) veces los estudiantes de La Ceja y trece (13) veces los estudiantes de Soledad, no corrigieron desde donde ocurrió el error, sino que se regresaron al tramo más cercano (EP). Incluso, hubo indicadores de la depuración (DEP) en que los estudiantes de Soledad no hicieron presencia; los estudiantes de la Ceja realizaron dos (2) veces la acción de trabajar nuevamente donde algo salió mal hasta arreglarlo (TE); y once (11) veces reconocieron que la instrucción dada al Bee Bot no concordaba con la planeación que ellos habían diseñado, debido a errores al accionar el Bee Bot (EB). Todo lo anterior pudo deberse a que más cantidad de estudiantes de La Ceja utilizaron la estrategia de Prueba y Error (PER) para resolver la actividad, como puede observarse en la Figura 8.

Figura 7.

Uso de la variable Depuración por grupo (DEP) en actividad de reto



Nota: Reconoce que la instrucción dada al Beebot no concuerda con la planeación diseñada debido a errores al accionar el Beebot.

Reconoce que la planeación diseñada no concuerda con la solución del problema (EB)

Predice lo que debe suceder y anticipa errores (AE)

No corrige desde donde ocurrió el error, se regresa al tramo más cercano (EP)

Elimina toda la secuencia y vuelve a empezar para corregir errores (EE)

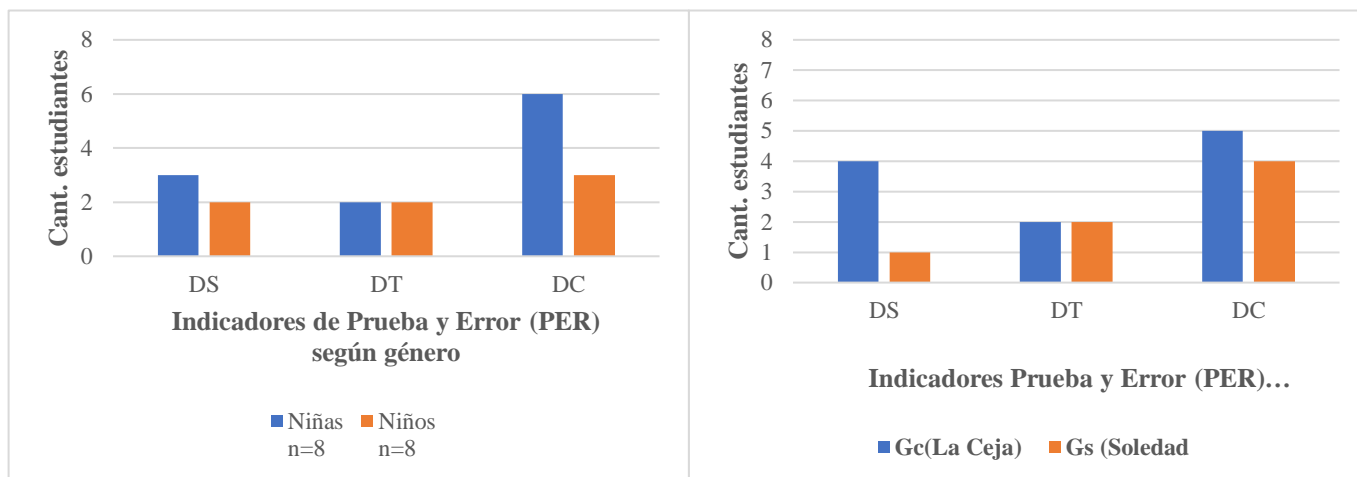
Trabaja nuevamente donde algo salió mal hasta arreglarlo (TE).

7.1.1.4 Prueba y Error A partir la estrategia Prueba y Error (PER) los participantes empezaron a conocer y a familiarizarse cada vez más con los movimientos del Bee Bot, es decir, empezaron un proceso de autodescubrimiento; es así como en esta actividad es donde hay más presencia del uso de esta técnica. El uso de la estrategia de prueba y error (PER) se evidenció mayoritariamente en las estudiantes niñas, como puede observarse en la Figura 8; cinco (5) participantes, tres (3) niñas y dos (2) niños, descubrieron a partir de errores y aciertos repetitivos la solución completa a los problemas de la actividad (DS). También observamos en la gráfica a nueve (9) estudiantes de la población, de los cuales hay seis (6) niñas y tres (3) niños, que, si bien no encontraron solución a un recorrido completo, utilizaron prueba y error (PER) para hacer de forma correcta un cambio de dirección con el Bee Bot (DC). Además, cuatro (4) participantes,

dos (2) niñas y dos (2) niños, descubrieron a partir prueba y error hacer un tramo del recorrido de forma correcta (DT).

Figura 8

Distribución de los indicadores de prueba y error (PER) utilizadas por los estudiantes en la actividad te reto, de acuerdo con el grupo y género.



*Nota: Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos la solución al problema (DS).
 Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un tramo correcto del recorrido (DT).
 Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un cambio de dirección correcto (DC)*

7.2 Resultados Actividad 2: Mi ciudad

7.2.1 Resolución de Problemas de los Grupos de la Ceja y Soledad.

7.2.1.1 Comprensión del problema. La Tabla 11 muestra el nivel de comprensión que tuvieron los estudiantes para cada trayecto de la actividad Mi ciudad. Observamos que, en promedio, el 58,33% de la población objeto entendió el objetivo de cada reto propuesto en la actividad (DO), sin requerir una segunda explicación; especialmente en el trayecto básico, es decir, más de la mitad de los participantes entendió desde dónde y hasta dónde debían llevar el Robot Bee Bot para completar cada trayecto en la actividad. Sin embargo, tan sólo un 10,42% de los estudiantes reconocieron las condiciones impuestas y limitaciones asociadas al problema (CP); dicho con otras palabras, sólo un estudiante entendió por dónde no debe hacer pasar el Bee

Bot. Además, un (1) sólo estudiante no comprendió completamente la instrucción (ID) en el trayecto básico, por lo que requirió ayuda del investigador para empezar.

Tabla 11.

Distribución de los indicadores del nivel de comprensión del problema de acuerdo con el trayecto en la actividad Mi ciudad

Comprensión del problema	Trayecto 1 (n=16)	Trayecto 2 (n=16)	Trayecto 3 (n=16)
DO	10	10	8
CP	2	1	2
ID	4	1	1

Nota: *DO* indica la cantidad de estudiantes que determinan cuál es el objetivo del reto propuesto.

CP indica la cantidad de estudiantes que comprenden las condiciones impuestas y limitaciones asociadas al problema.

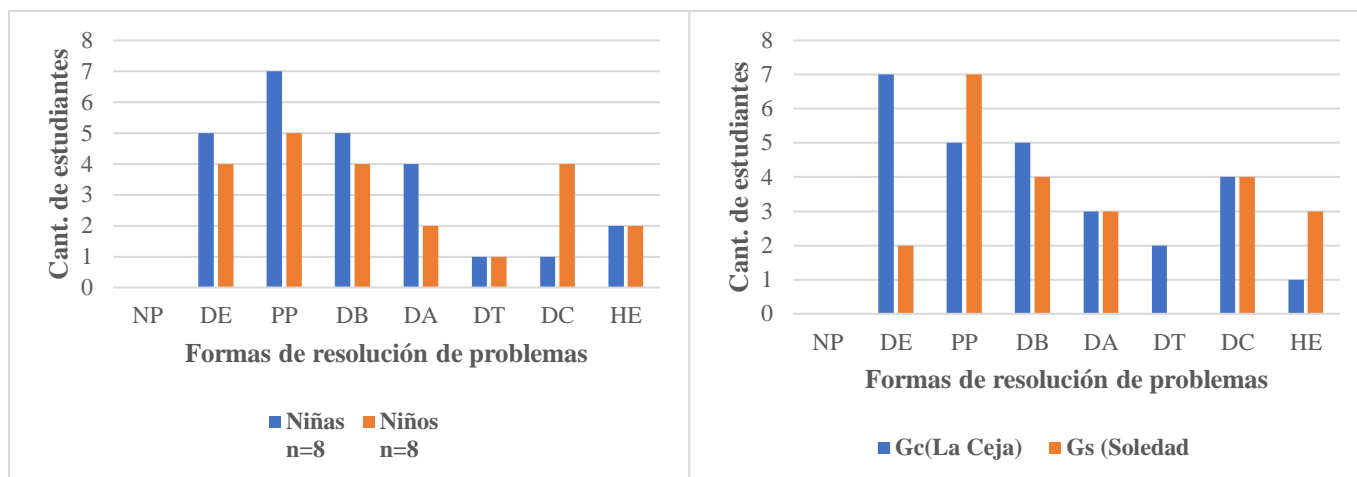
ID indica la cantidad de estudiantes que no comprenden completamente la instrucción y diseñan el algoritmo a partir de instrucciones dadas.

6.2.1.2 Formas de resolución de Problemas (FSP).

Al igual que en la actividad anterior, se analizó en detalle cada solución realizada por los participantes en la actividad, y se identificaron los indicadores de las formas de resolución de problemas (FSP). En la Figura 9 se muestra las formas de resolución de problemas utilizadas por los participantes de acuerdo con el Género (niños y niñas) y el contexto (Soledad y La Ceja) en la segunda actividad Mi ciudad.

Figura 9.

Distribución de las Formas de resolución de problema utilizadas por los estudiantes en la actividad Mi ciudad, de acuerdo con el grupo y género.



Los resultados evidenciaron que el 56.25% de los participantes optaron por elaborar un plan que logrará desplazar el Robot Bee Bot hasta el final de cada tramo (DE); mientras que ningún estudiante realizó movimientos programados con el Bee Bot sin analizar el problema en esta segunda actividad (NP), lo que representó una notable diferencia respecto a la primera actividad Te Reto.

Por otra parte, resultados similares a la primera actividad se dieron respecto a la distribución de los enfoques o formas de resolución de problemas empleados al solucionar cada uno de los tramos de la actividad. El resolver los retos de la actividad realizando un paso a paso (PP) fue nuevamente la estrategia más utilizada por la población con un 75%, de los cuales, siete (7) estudiantes son del grupo de Soledad y cinco (5) estudiantes del grupo de La Ceja. Seguidamente, el 50% de la población prefirió descubrir a partir de los errores y aciertos repetitivos, como hacer un cambio de dirección correcto (DC); y un 56.5% realizó descomposiciones por tramo (DB), seguido del 37.5% que realizó movimientos programados hasta un cambio de dirección (DA). El 25%, dos (2) niñas y dos (2) niños, generaron más

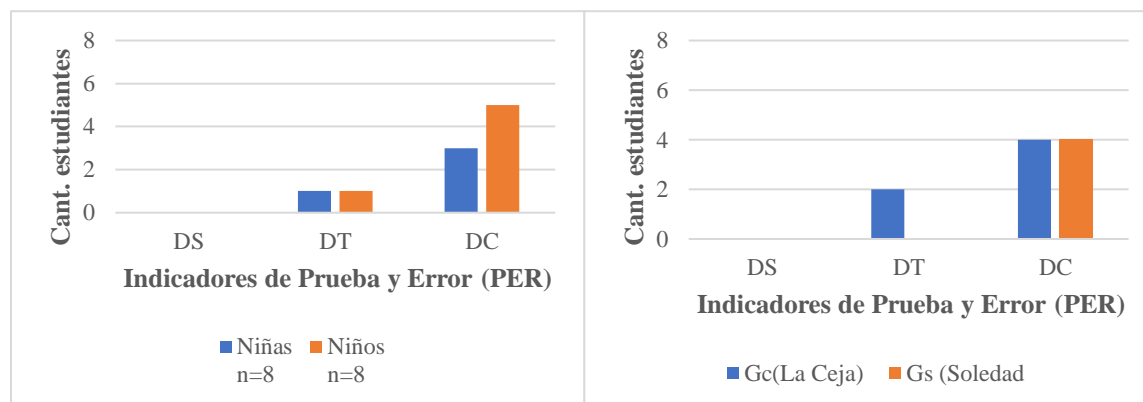
soluciones creativas a los retos; por ejemplo, realizaron movimientos en diagonales (no permitidos) para llegar a la meta (HE). Por último, sólo el 12,5% descubrió a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un tramo correcto del recorrido (DT).

7.2.1.3 Prueba y Error

A diferencia que, en la actividad anterior Te Reto, el uso de la estrategia Prueba y Error (PER) en la actividad Mi ciudad fue en menor proporción. La Figura 10 muestra; que el 37,5% de los estudiantes de La Ceja usaron esta estrategia, frente al 25% de los estudiantes de Soledad; además, ningún grupo poblacional descubrió a partir de los errores y aciertos repetitivos la solución completa a ningún tramo de esta actividad (DS). No obstante, una (1) niña y un (1) niño, ambos de La Ceja, descubrieron a partir prueba y error hacer de forma correcta una parte de alguno de los tres tramos que tenía la actividad (DT); y, ocho (8) estudiantes, tres (3) niñas y cinco (5) niños, utilizaron prueba y error (PER) para hacer de forma correcta un cambio de dirección con el Bee Bot (DC).

Figura 10

Distribución de los indicadores de prueba y error (PER) utilizadas por los estudiantes en la actividad mi ciudad, de acuerdo con el grupo y género.



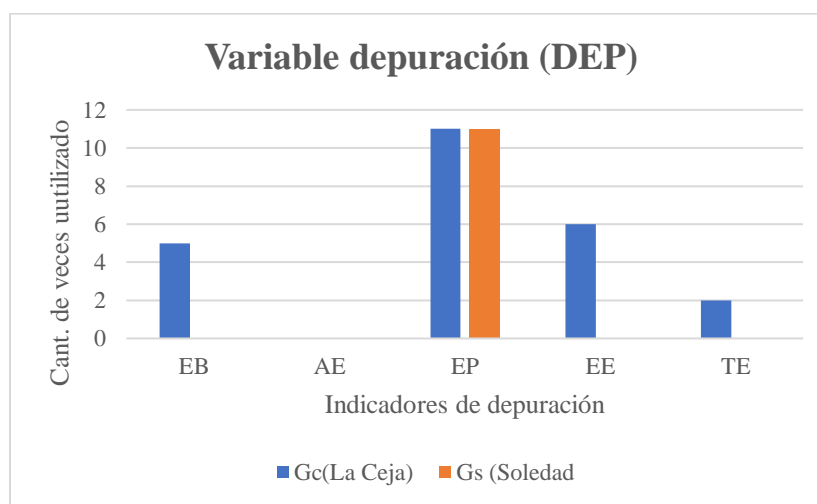
Nota: Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos la solución al problema (DS).

*Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un tramo correcto del recorrido (DT).
 Descubre a partir de los errores y aciertos repetitivos hacer un cambio de dirección correcto (DC)*

7.2.1.4 Depuración. En la Figura 11, se muestra otra de las estrategias usadas durante las soluciones de los tramos, la depuración (DEP). Los estudiantes de La Ceja usaron más veces la depuración, marcándose una clara diferencia en la mayoría de sus indicadores (ED, EE, TE) con respecto al grupo de Soledad; el único tipo de depuración en la que no se vio diferencia es donde no corrige desde donde ocurrió el error, sino que se regresa al tramo más cercano (EP); en esta los estudiantes de Soledad realizaron la acción igual número de veces que los de La Ceja. Sobre la acción de predecir lo que debe suceder y anticipar errores (AE), ningún estudiante demostró hacerlo durante el desarrollo de toda la actividad.

Figura 11.

Uso de la variable Depuración por grupo (DEP) en actividad Mi ciudad por grupo



Nota: Reconoce que la instrucción dada al Bee Bot no concuerda con la planeación diseñada debido a errores al accionar el Bee Bot (EB)

Predice lo que debe suceder y anticipa errores (AE)

No corrige desde donde ocurrió el error, se regresa al tramo más cercano (EP)

Elimina toda la secuencia y vuelve a empezar para corregir errores (EE).

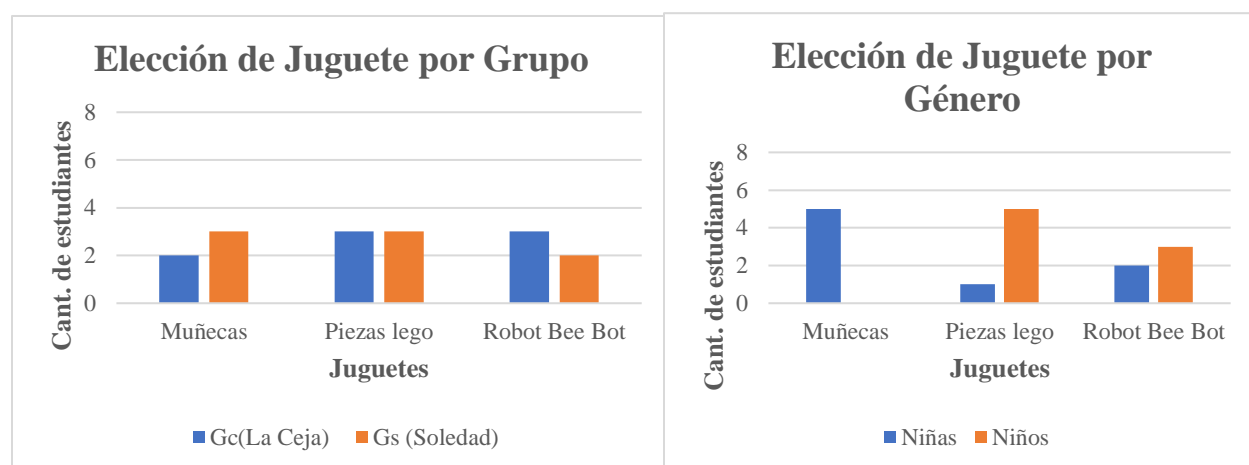
Trabaja nuevamente donde algo salió mal hasta arreglarlo (TE).

7.3. Estudio de la Equivalencia de los Grupos La Ceja y Soledad en el pretest

La entrevista realizada a los estudiantes de ambos grupos (La ceja y Soledad) antes de empezar la experiencia de aprendizaje, permitió conocer su preferencia acerca del juguete de interés. En la Figura 12, se observan los resultados que se obtuvieron cuando se les pidió escoger el juguete que más le gustara.

Figura 12

Elección de juguete por grupo y género durante la entrevista de pretest



El juguete más elegido por niños fue las piezas Lego™ con un total de seis (6) niños, dos (2) de La Ceja y tres (3) de Soledad, de los cuales sólo tuvo presencia de una niña perteneciente al municipio de La Ceja. Seguido de las muñecas y el Robot Bee Bot, en la misma proporción con cinco (5) estudiantes cada uno. El juguete muñeca sólo fue una elección realizada por niñas, dos (2) de la Ceja y tres (3) de Soledad; mientras que en la elección del robot Bee Bot, observamos presencia de ambos géneros, pues dos (2) niñas prefirieron jugar con el robot, una de soledad y otra de la Ceja, y tres (3) niños también lo eligieron, en su mayoría estudiantes de la

Ceja. Lo anterior nos muestra un nivel de preferencia más alto, en un 60%, de los estudiantes de la Ceja, en cuanto al uso de la tecnología, con respecto a los estudiantes de Soledad.

Es importante en esta instancia mencionar que los estudiantes con mejor desempeño a lo largo del desarrollo de las dos actividades son niñas; una de soledad con un nivel de desempeño promedio de 4.50, un número de intentos (N_i) de 1.17 por tramo, demoró en completar las dos actividades conectadas en un tiempo de siete (7) minutos minuto y 38 segundos y su elección inicial de juguete fue Muñecas. La segunda niña del grupo la Ceja, obtuvo el mismo promedio de desempeño y número de intentos (N_i) por tramo, de 4.50 y 1.17 respectivamente; sin embargo, completó las dos actividades en nueve (9) minutos y la elección inicial de juguete fueron las de piezas lego. Mientras que en el grupo de Soledad los estudiantes con peor desempeño (inferior a 3) tuvieron una elección del Bee Bot como juguete a preferir. Como puede observarse en la Tabla 12, que muestra la relación entre la tasa de éxito de cada estudiante y la elección de juguete realizada antes de someterse a la experiencia de aprendizaje diseñada.

Tabla 12.

Relación entre Promedio global (actividad 1 y 2) del nivel de desempeño (De), número de intentos (N_i) y tiempo (ts) por grupo y elección pretest.

Estudiante	Promedio global			Pretest
	De	N_i	t(s)	
<i>Grupo la Ceja (Gc)</i>				
E1_niña	2,67	8,33	158,17	Robot Bee Bot
E2_niña	3,00	5,00	128,00	Muñecas
E3_niña	4,50	3,00	542,00	Piezas Lego
E4_niña	3,17	8,67	132,67	Muñecas
E5_niño	3,83	6,17	215,00	Piezas Lego

E6_niño	2,67	7,50	168,33	Robot Bee Bot
E7_niño	3,00	8,33	158,67	Piezas Lego
E8_niño	3,33	4,17	179,33	Robot Bee Bot
<i>Grupo Soledad (Gs)</i>				
E9_niña	3,83	5,83	73,17	Robot Bee Bot
E10_niña	2,33	7,67	116,50	Muñecas
E11_niña	2,50	7,33	100,67	Muñecas
E12_niña	4,17	3,33	443,00	Muñecas
E13_niño	4,00	4,00	61,50	Piezas Lego
E14_niño	3,17	4,67	71,50	Piezas Lego
E15_niño	2,17	10,33	130,50	Piezas Lego
E16_niño	2,83	7,83	77,33	Robot Bee Bot

A partir de la Tabla 12, podremos empezar a darle respuesta a la segunda pregunta problema. Los estudiantes con mejor desempeño a lo largo del desarrollo de las dos actividades fueron quienes eligieron en el pretest las Piezas Lego (E3_niña, E5_niño, E7_niño, E13_niño, E14_niño, E15_niño). Estos estudiantes mostraron un nivel de desempeño promedio de 3.44 y un número de intentos (Ni) de 6,08 por tramo. Además, en cuanto a las estrategias de resolución de problemas, estos estudiantes fueron los que menos utilizaron la descomposición (PP, DB, DA) y el método de prueba y error (PER) para resolver las actividades. Esto es consecuente con que sean los del mayor nivel de planeación (PAI) y en el que más casos de pensamiento divergente se presentó (HE).

Los participantes con elección inicial del Robot Bee Bot (E1_niña, E6_niño, E8_niño, E9_niña, E16_niño) tienen un promedio de 3.07 y el número de intentos (Ni) más elevado (6.73) por tramo; dentro de las estrategias de resolución de este grupo encontramos el más alto nivel del uso de la depuración (DEP), lo que es entendible pues usaron muchas más veces la estrategia

prueba y error (PER). Por último, la población que tuvo la elección de juguete muñecas (E2_niña, E4_niña, E10_niña, E11_niña, E12_niña) antes de iniciar la experiencia de enseñanza-aprendizaje, con un promedio de 3.03 y el número de intentos más bajo (6,08). No obstante, tienen la tasa de descomposición (PP, DB, DA) más alta y generaron algunas soluciones omitiendo los parámetros del problema (HE) (Ver tabla 13).

Tabla 13

Relación entre la preferencia de juguetes el pretest, tasa de éxito y las formas de resolución de problemas

Preferencia Juguetes (Pretest)	Promedio tasa de éxito		Formas de resolución de problemas
	Desempeño (De)	Número de intentos (Ni)	
Muñecas	3,03	6,40	PP,EP,DE,DB,DA,EE,DC
Piezas Lego	3,44	6,08	PP,EP,DE,DB,EE,DC,DA
Robot Bee Bot	3,07	6,73	PP,EP,DE,DB,EE,DC,DA

Por otra parte, los estudiantes que tuvieron como elección final de juguete la muñeca (E1_niña y E9_niña) y las piezas Lego (E6_niño, E7_niño y E15_niño), utilizaron en promedio un mayor número de veces la depuración (9), el pensamiento algorítmico (12,40), la resolución por prueba y error (4,20) y la descomposición. Mientras que los que eligieron el robot como elección final tuvieron un promedio ligeramente mayor de planeación, apenas por 0.53 décimas; se presentaron más casos de resolución creativa de problemas (pensamiento divergente), y su descomposición fue mucho más baja, pues intentaban solucionar el problema haciendo tramos más largos o en un solo intento. Este resultado también se vio reflejado en un promedio de número de intentos menor. Además, su desempeño en el desarrollo de las actividades estuvo por encima de los niños con preferencias de juguetes muñecas y piezas lego.

7.4 Cambios entre el pretest y post-test

Con el propósito de conocer la incidencia de las actividades conectadas y desconectadas realizadas sobre las preferencias e intereses de los estudiantes en la elección de juguetes, se toma la decisión de analizar las diferencias producidas entre la elección de juguete realizada durante la entrevista de pretest y el escogido en la entrevista posttest, para los dos grupos La Ceja (Gc) y el grupo de Soledad (Gs) (Tabla 14).

Tabla 14.

Diferencias entre el postest y pretest

Estudiantes	Medidas	
	Pre-test	Post-test
<i>Grupo la Ceja (Gc)</i>		
E1_niña	Robot Bee Bot	Muñecas
E2_niña	Muñecas	Robot Bee Bot
E3_niña	Piezas Lego	Robot Bee Bot
E4_niña	Muñecas	Robot Bee Bot
E5_niño	Piezas Lego	Robot Bee Bot
E6_niño	Robot Bee Bot	Piezas Lego
E7_niño	Piezas Lego	Piezas Lego
E8_niño	Robot Bee Bot	Robot Bee Bot
<i>Grupo Soledad (Gs)</i>		
E9_niña	Robot Bee Bot	Muñecas
E10_niña	Muñecas	Robot Bee Bot
E11_niña	Muñecas	Robot Bee Bot

E12_niña	Muñecas	Robot Bee Bot
E13_niño	Piezas Lego	Robot Bee Bot
E14_niño	Piezas Lego	Robot Bee Bot
E15_niño	Piezas Lego	Piezas Lego
E16_niño	Robot Bee Bot	Robot Bee Bot

Para lograrlo se definen nuevas variables:

- *CambioPreferencia*, estudiantes que cambiaron la elección de su juguete del pretest al post-test.
- *NoCambio*, estudiantes que NO cambiaron la elección de su juguete del pretest al post-test.
- *FinalBeeBot*, estudiantes que en el post-test eligieron el juguete Robot Bee Bot.
- *PrincBeeBot*, estudiantes que en el pretest eligieron el juguete Robot Bee Bot
- *CambBeeBot*, estudiantes que cambiaron su elección de juguete inicial del Robot Bee Bot a otro, entre el pretest y post-test.

Con lo cual es posible observar que en total cuatro (4) estudiantes de género masculino prefirieron no hacer cambios en cuanto a la elección inicial de su juguete (*NoCambio*). Mientras que, doce (12) estudiantes cambiaron su preferencia de juguete (*CambioPreferencia*) entre el pretest y post-test en la misma proporción, seis (6) estudiantes de la Ceja y otros seis (6) estudiantes de Soledad; de los cuales ocho (8) son niñas y cuatro (4) son niños.

Por otra parte, de los cinco (5) estudiantes que escogieron inicialmente jugar con el robot Bee Bot (*PrincBeeBot*), dos (2) eran niñas y tres (3) niños. No obstante, las dos (2) niñas al final cambiaron su preferencia (*CambBeeBot*) al juguete de muñeca y de los tres (3) niños dos (2) se mantuvieron (*NoCambio*) en la elección del Robot Bee Bot y uno (1) optó por jugar con piezas lego.

En el caso de las niñas que obtuvieron el mejor desempeño durante el desarrollo de las actividades conectadas, observamos que su preferencia cambió, pasaron de querer jugar con muñecas y piezas lego, a escoger el Robot Bee Bot.

Finalmente, podemos observar que, al finalizar nuestro estudio, un 69% de la población total prefirió quedarse con el juguete Robot Bee Bot (*FinalBeeBot*) como su elección final, de los cuales cinco (5) son del grupo de la Ceja (tres niñas y dos niños), y seis (6) son del grupo de soledad (tres niñas y tres niños). El 12.5% escogió como elección final la muñeca (E1_niña y E9_niña) y el 18.75% las piezas lego (E6_niño, E7_niño y E15_niño); utilizaron en promedio un mayor número de veces la depuración (9), el pensamiento algorítmico (12,40), la resolución por prueba y error (4,20) y la descomposición.

8. Discusión

Esta investigación exploró las diferentes formas de resolución de problemas empleadas por niños en temprana edad. Se llevó a cabo contemplando dos entornos de estudio: los colegios Aprendamos del Gran Maestro de soledad y el jardín El Mundo de Wari de la Ceja. Los estudiantes resolvieron en total seis retos o trayectos, divididos en dos actividades (Te reto y Mi ciudad), bajo niveles de complejidad distintos, los cuales fueron: básico (trayecto 1), intermedio (trayecto 2) y avanzado (Trayecto 3). Se analizaron las diversas estrategias de resolución de

problemas, el pensamiento computacional y la relación con la tasa de éxito, y la preferencia de elección de juguetes según el entorno de estudio y el género de los participantes. Para ello, tres etapas principales se identificaron para interpretar los resultados obtenidos.

Inicialmente, se analizó el nivel de comprensión de los retos propuestos; posteriormente se caracteriza cada tipo de resolución de problema observada en los estudiantes. Luego, se expusieron los resultados obtenidos en las entrevistas semiestructuradas, acerca de la preferencia de juguetes por parte de los estudiantes, antes de empezar la experiencia de aprendizaje (Pretest) y luego de ella (Post-test), resaltando las diferencias entre las decisiones tomadas en cuanto a la elección de juguete, y su relación con el desempeño y las formas de resolución de problemas.

8.1 Resolución de problemas con el uso de robots programables

El diseño de experiencias de enseñanza-aprendizaje basadas en el uso de robots programables permite iniciar el aprendizaje de la resolución de problemas desde un enfoque tecnológico, que podemos ligar a los pasos de resolución de problemas de Pólya (1945), a partir de tres de las exigencias que impone y permite el propio robot:

1. Comprender el reto de programación propuesto en cada actividad.
2. Buscar una estrategia previa a la programación del robot, con la conveniencia de usar una representación formal para el mismo (un lenguaje visual de programación por bloques) y;
3. La posibilidad de realizar una valoración del plan ideado a partir de la respuesta proporcionada por el movimiento del robot.

En términos generales, se puede afirmar que las actividades desarrolladas han permitido extraer las diferentes formas de resolución de problemas en el grupo de estudiantes que participó

de las actividades. Partiendo de este hecho, daremos respuesta a nuestra primera pregunta de investigación que dictó lo siguiente:

¿Cómo resuelven los estudiantes de cinco o seis años los desafíos del pensamiento computacional?

Los estudiantes que participaron en el desarrollo de la experiencia de aprendizaje inicialmente determinaron en su mayoría cuál era el objetivo del reto propuesto (DO) y comprendieron las condiciones impuestas y limitaciones asociadas al problema (CP); sobre todo en la segunda actividad.

Ahora bien, dentro de las estrategias elegidas por parte de la población para darle solución a las actividades conectadas, los estudiantes prefirieron: realizar paso a paso para solucionar los retos propuestos (PP), realizar descomposiciones por tramo (DB), descubrir a partir de los errores y aciertos repetitivos cómo hacer un cambio de dirección correcto (DC), realizar movimientos programados hasta un cambio de dirección (DA), generar soluciones a los retos omitiendo los parámetros del problema (HE) y, a partir de los errores y aciertos repetitivos, hacer un tramo correcto del recorrido (DT). Dentro de esta investigación quedan abiertas las posibilidades para trabajos futuros que permitan identificar, por ejemplo, qué tipo de retroalimentación o apoyo puede ayudar a los estudiantes para pasar de una solución paso a paso (PP) hasta una solución algorítmica completa que entienda el Bee Bot (TA).

Durante la experiencia de aprendizaje, todos los estudiantes decidieron en algún punto diseñar el recorrido del Bee Bot de acuerdo con una estrategia (DE), ya sea a través de descomposición, prueba y error, o pensamiento divergente; especialmente en el nivel básico e intermedio de la primera actividad Te reto, pudiéndose deber al proceso de familiarización de los

participantes, pues algunos no conocían siquiera el Robot Bee Bot. También ocurrió en el último tramo de la segunda actividad Mi ciudad, pues su nivel de complejidad fue el más avanzado de toda la experiencia.

Por último, la población usó en repetidas ocasiones para corregir errores la depuración (DEP), que se refiere a la posibilidad de explorar la programación realizada con el propósito de poder detectar fallos en las instrucciones creadas, modificar dichas instrucciones erróneas a través de la inclusión de nuevas o la modificación de los errores detectados (EB, AE, EE, EP, TE). Esta característica es parte de la dimensión práctica del pensamiento computacional, de acuerdo a la clasificación propuesta por Brennan y Resnick (2012).

En ese sentido, se definió el pensamiento computacional como una aproximación a la resolución de problemas mediante el uso de estrategias de descomposición, diseño de algoritmos, abstracción y razonamiento lógico (Wing, 2006). Así, el pensamiento computacional queda desligado de las ciencias de la computación, y pasa a constituir un conjunto de destrezas y competencias que se pueden desarrollar y trabajar, coincidiendo con los datos e investigaciones previas que destacan las actividades desconectadas y conectadas para generar pensamiento computacional de alto nivel como una herramienta efectiva que ayuda a fortalecer los procesos lógicos que permiten la modelación correcta de solución de problemas, además de fomentar habilidades como la creatividad (Montaño, & Barrera, 2015; Caballero, & García, 2020; Diago, Arnau, & González, 2018). De esa manera, se sugiere, además, la comprobación de la hipótesis planteada: *al desarrollar actividades de aprendizaje desconectadas y con robótica educativa se contribuye significativamente a la adquisición de habilidades de pensamiento computacional, así como también al cambio de preferencias y gustos en escolares de educación infantil.*

Por último, si bien no fue objeto central de estudio en esta investigación el análisis de gestos; a través del uso de la observación directa y reposando en las notas del registro de observaciones, llamo especial atención la forma en que los estudiantes utilizaron las actividades desconectadas dentro del desarrollo de las actividades conectadas, debido a que los estudiantes, al planear la solución de un trayecto, normalmente utilizaban sus dedos o pies para contar los recuadros del tapiz, y de esta forma relacionarlo con la programación del Robot Bee Bot. Un estudio de Broaders, Cook, Mitchell y Goldin-Meadow (2007) muestra que al estimular a niños a utilizar gestos estos encuentran nuevas soluciones a problemas, y se benefician más de las clases de matemáticas que aquellos niños que no recibieron instrucciones de gesticular. Aplicar el enfoque de la cognición incorporada a la educación infantil es bastante razonable, puesto que muchos conceptos matemáticos revelan de inmediato su origen metafórico. En la investigación, por ejemplo, en el diseño de las actividades, habían enunciados como “cuántos pasos necesita Bee Bot para llegar hasta la meta”, insinuándole al niño indirectamente introducirlo a la práctica de contar; o, “Podrías ayudar a Bee Bot a llegar a la carita feliz morada, y luego regresar a la amarilla” se refería a que el niño debía intentar desplazar el robot en Zig-zag y mejorar su ubicación espacial. En este sentido, las actividades desconectadas, dieron una ayuda a los estudiantes al momento de diseñar su estrategia para solucionar los retos

8.2 Formas de resolución de problemas y preferencias en juguetes infantiles

En el estudio participaron un total de ocho (8) niñas y (8) niños, que, durante la prueba de pretest, a través de una entrevista semiestructurada se les dio la opción de escoger entre muñecas, piezas Lego™ y el Robot Bee Bot, el juguete con el que les gustaría jugar. Los resultados mostraron que la mayoría de las niñas, cinco (5) en total, escogieron muñeca como preferencia de juguete y todos los niños escogieron entre robot y piezas lego. En este sentido, podemos

establecer que en el desarrollo de la entrevista en el pretest existe una gran diferencia entre los juguetes elegidos por los niños y por las niñas, coincidiendo casi en la totalidad de los casos con los estereotipos clásicos. Resultados que concuerdan con las conclusiones de otras investigaciones (Callejo, & Pérez, 2020; Martínez, & Vélez, 2008). Los arquetipos de género sugieren mayoritariamente a las mujeres en cuestiones de cuidado; por su parte, algunos niños de la población ya habían jugado con robots, caso contrario a las niñas.

En el estudio participaron un total de ocho (8) niñas y (8) niños, que, durante la prueba de pretest, a través de una entrevista semiestructurada se les dio la opción de escoger entre muñecas, piezas Lego™ y el Robot Bee Bot, el juguete con el que les gustaría jugar. Experiencia que nos llevó a darle respuesta a nuestra segunda pregunta de investigación:

¿Cómo se relacionan los enfoques de los estudiantes para resolver estos desafíos de pensamiento computacional con sus preferencias de juguetes?

Los resultados mostraron que la mayoría de las niñas, cinco (5) en total, escogieron muñeca como preferencia de juguete y todos los niños escogieron entre robot y piezas lego, solo una niña de la Ceja eligió legos y una de Soledad eligió Bee Bot. En este sentido, podemos establecer que en el desarrollo de la entrevista en el pretest existe una gran diferencia entre los juguetes elegidos por los niños y por las niñas, coincidiendo casi en la totalidad de los casos con los estereotipos clásicos. Resultados que concuerdan con las conclusiones de otras investigaciones (Callejo, & Pérez, 2020; Martínez, & Vélez, 2008).

Las personas, durante la infancia, reciben la aprobación social cuando realizan actividades propias de su sexo, y se les corrige en sus preferencias, cuando éstas no coinciden con los estereotipos tradicionales. En esta etapa de la infancia las personas interiorizan

progresivamente las normas de conducta propias de su género, para poder actuar conforme a ellas. Toman conciencia del concepto género, al diferenciar a qué juegan los chicos y a qué las chicas, utilizando como referencia las personas de su entorno familiar, social, educativo, e incluso personajes televisivos (Martin, 1989; Biernat 1991; Vasta et al., 2001).

En esta investigación, los estudiantes con mejor desempeño a lo largo del desarrollo de las dos actividades fueron quienes eligieron desde el inicio las Piezas Lego, resaltando que dentro de este grupo se encuentra una niña. Cabe resaltar que, en cuanto a las estrategias de resolución de problemas, estos estudiantes fueron los que menos utilizaron la descomposición y el método de prueba y error para resolver las actividades. Esto es consecuente con que sean los del mayor nivel de planeación y una de las razones podría ser por los juguetes con los que se estimulan a diario. Owen-Blakemore y Centeres (2005) resaltan que, aunque los niños y las niñas se ven expuestos casi que al mismo número de juguetes, los niños tienen una mayor variedad de juguetes, que además de propician el desarrollo de diferentes habilidades cognitivas, ofrecen a los niños una mayor retroalimentación.

No obstante, es importante mencionar que los juguetes no tienen género, es la cultura y la sociedad quien los etiqueta para un sexo u otro (Martínez, & Vélez, 2008); y contribuir desde la inmensa posibilidad del juego y la robótica educativa a cambiar imaginarios, es posible. Pues los resultados alcanzados en trabajos de otras investigaciones (ej., Lee, Sullivan, y Bers, 2013; Elkin, Sullivan, y Bers, 2014; Diago y Arnau, 2017) acerca del diseño e implementación de estrategias de aprendizaje que favorezcan el desarrollo del pensamiento computacional en etapas educativas tempranas, arrojaron conclusiones que manifiestan los efectos positivos de la introducción de recursos de robótica para fomentar el desarrollo de habilidades e intereses vinculados a las áreas de conocimiento STEM (Science, Technology, Engineering and

Mathematics) y el pensamiento computacional en niños pequeños; hasta el punto de hacer que un niño rompa los estereotipos que existen alrededor de los juguetes en cuanto al género, y cambie su preferencia.

8.3 Cambios de Interés en los Juguetes

Durante la infancia los niños y las niñas reciben multitud de estímulos sobre los juguetes que deben usar y a lo que deben jugar según su género. Desde los libros y cuentos al marketing de juguetes, pasando por la televisión o las películas, se pueden encontrar elementos que retratan representaciones estereotipadas de los intereses de los niños y las niñas (King et al., 2020). Sin embargo, luego de vivir la experiencia de desarrollar las actividades conectadas y desconectadas (Post-test), un total de doce (12) estudiantes, que representan más el 75% de la población total, cambiaron su preferencia en cuanto a la elección del juguete.

Ahora bien, once (11) de los (16) estudiantes participantes terminaron prefiriendo jugar con el robot Bee Bot, y todas las mujeres cambiaron su elección final, donde ahora seis (6) de ellas prefieren el robot. Los resultados anteriores evidencian el impacto e influencia que tuvo en el cambio de preferencia de juguetes, la integración de las actividades de aprendizaje basadas en retos de programación y robótica educativa diseñadas.

La robótica educativa es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores (Pozo, 2005). Si esos cambios son visibles en la práctica cotidiana, entonces estamos ante una innovación porque la robótica habrá trascendido sus intuiciones y se reflejará en sus acciones y producto (Zúñiga, 2006).

Además, la lúdica tiene una fuerte presencia en las actividades de aprendizaje mediadas por Robótica y las actividades desconectadas (Resnick y Rosenbaum, 2013; Angel-Fernandez y Vincze, 2018); de este modo la experiencia provocó en los estudiantes de transición de los dos Colegios, entusiasmo por desarrollar habilidades que les permitan la construcción de saberes, para dar un uso fundamentado, responsable y crítico a la tecnología (Gómez-Bustamantey Martínez-Cogollo, 2018).

Finalmente, son varios los estudios que intentan determinar el impacto que tiene el uso de herramientas propias de las ciencias de la computación en el desarrollo las habilidades y procesos matemáticos como la resolución de problemas, el razonamiento abstracto, la producción de algoritmos o la generalización de patrones. Muchos de estos trabajos, además, están centrados en primeras edades escolares (Alberto et al., 2015; Bers et al., 2014; Fessakis, Gouli y Mavroudi, 2013; Kazakoff, Sullivan y Bers, 2013; Sáez y Cózar, 2017). El uso de la robótica educativa, y desde el punto de vista de la resolución de problemas, es un entorno privilegiado para la aparición de destrezas (por ejemplo, los medios de representación de la trayectoria) y herramientas heurísticas (por ejemplo, dividir el problema en partes, reducir el problema a otro conocido, o transformar el problema en otro problema). El potencial de esta vía puede apreciarse, al menos, desde dos exigencias que impone el entorno y que podemos ligar a los pasos de Pólya (1945). En definitiva, esta secuencia de enseñanza permitirá a los estudiantes iniciarse en las estructuras básicas de la programación secuencial en entornos tecnológicos, potenciando los procesos de toma de decisiones y el uso de estrategias heurísticas, como un paso más hacia la resolución de problemas.

9. Conclusiones

Este proyecto buscó comprender cómo los estudiantes del grado de transición desarrollan el pensamiento computacional a través de actividades desconectadas y conectadas, y cómo influyen las creencias de género sobre estas habilidades.

Luego de llevar a cabo este tipo de experiencia con actividades o problemas no trabajados en las escuelas, y en relación con la experiencia vivida y los datos analizados, podemos concluir:

- Los estudiantes del colegio Aprendamos del gran Maestro de Soledad Atlántico, en términos generales tuvieron un nivel de desempeño (De) ligeramente mejor, frente a los estudiantes del jardín el Mundo De Wari de la Ceja.
- La estrategia de resolución de problemas más utilizada fue realizar un paso a paso para solucionar los retos propuestos en las actividades (Pensamiento algorítmico), seguido de la descomposición por tramo (Descomposición), luego encontramos la de descubrir a partir de los errores y aciertos repetitivos soluciones (Prueba y error) y finalmente los niños generaron soluciones a los retos omitiendo los parámetros del problema (Heurística).
- Dentro de las dificultades detectadas en los procesos de resolución de problemas de la población, el principal aspecto a discutir es la presencia del giro, que se presentó a partir del tramo intermedio de la actividad uno Te reto. Se observó que algunos estudiantes tuvieron problemas, al menos inicialmente, para entender el giro del robot Bee Bot como una acción que no traslada al robot de posición, sino que se realiza sobre la misma casilla.
- Se ha visto que en estos estudiantes el factor topológico de la distancia a la que se encuentren los trayectos es crucial y determina la posterior actuación en la resolución del problema. Utilizan más que todo estrategias de descomposición ó ensayo-error; por lo

que resulta más sencillo ejecutar códigos por separado, ver el resultado y corregirlo si es necesario; con esta estrategia los participantes resolvían las tareas planificadas con mayor eficiencia. Sin embargo, es importante investigar cómo los estudiantes pueden avanzar hacia procesos más sofisticados, que permitan diseñar un algoritmo completo desde el inicio.

- Los niños de entre cinco y seis años tienden a relacionar los juguetes con su género. Sin embargo, la experiencia de emplear estrategia de resolución de problemas junto a desafíos de pensamiento computacional en ambos contextos (Soledad y La Ceja) demostró impactar positivamente en gran parte de la población, hasta el punto de romper estereotipos y cambiar la preferencia de juguete al Robot Bee Bot en la mayoría de la población. En esta línea, futuras investigaciones deben explorar en qué medida los cambios de intereses por otros juguetes se mantienen en el tiempo.
- Las actividades desconectadas, dieron una ayuda a los estudiantes al momento de diseñar su estrategia para solucionar los retos; pues al planear soluciones a las actividades, por ejemplo, utilizaban sus dedos o pies para contar los recuadros del tapiz, y de esta forma relacionarlo con la programación del Robot Bee Bot. Apoyando la dependencia del movimiento por parte de los estudiantes para desarrollarse cognitivamente (Montessori, 1988); además de que, en crecientes investigaciones sobre la cognición y el aprendizaje incorporado, los investigadores han encontrado efectos positivos del movimiento en los resultados del aprendizaje en matemáticas, ciencias y lenguaje. Una de esas investigaciones de Alibali y Nathan (2012) encontró que los conceptos matemáticos están incorporados debido a los gestos que usan los profesores y los estudiantes para explicar estos conceptos.

10. Referencias

- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J. y Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework- Implications for Teacher Knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57.
<http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.47>
- Aranda, G. & Ferguson, J. (2018). Unplugged Programming: The future of teaching computational thinking? *Pedagogika*. 68(3), 279–292 10.14712/23362189.2018.859
- Battal, A., Afacan Adanır, G., & Gülbahar, Y. (2021). Computer Science Unplugged: A Systematic Literature Review. *Journal of Educational Technology Systems*, 50(1), 24–47. <https://doi.org/10.1177/00472395211018801>
- Beede, D., Julian, T., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B. & Doms, M. (2011). Women in STEM: A gender gap to innovation. Economics and Statistics Administration Issue Brief No. 04-11.
<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1964782>
- Bell, T., Lambert, L., & Marghitu, D. (2012). CS unplugged, outreach and CS kinesthetic activities. In L. A. Smith King, D. R. Musicant, T. Camp, & P. T. Tymann (Eds.), *Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 676–676). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2157136.2157410>
- Bell, T. & Vahrenhold, J. (2018). CS unplugged—how is it used, and does it work? In H. J. Böckenhauer, D. Komm & W. Unger (Eds.), *Adventures between lower bounds and higher altitudes* (pp. 497–521). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98355-4_29

- Bello, A. (2020). Las mujeres en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en América Latina y el Caribe. ONU MUJERES. <https://lac.unwomen.org/es/digiteca/publicaciones/2020/09/mujeres-en-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-en-america-latina-y-el-caribe>
- Bers, M. U., y Horn, M. S. (2010). Tangible programming in early childhood. High-tech tots: Childhood in a digital world, 49, 49-70.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children. Early Childhood Research & Practice, 12(2), n2. Recuperado de <https://cutt.ly/ErjWI5E>
- Bers, M., Flannery, L., Kazakoff, E. & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. Computers and Education, 72, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bers, M. (2018). Coding as a Playground. Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom. Taylor & Francis.
- Bers, M. (2019). Coding as another language: a pedagogical approach for teaching computer science in early childhood. J. Comput. Educ. (2019) 6(4), 499–528. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00147-3>
- Bers, M., González-González, C. & Armas–Torres, M. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms, Computers & Education. 138, 130-145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>.
- Bordignon, F. y Iglesias, A. (2020). Introducción al pensamiento computacional. EDUCAR UNIPE. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/ar/ar050/index/assoc/D14927.dir/introduccion-pensamiento-computacional.pdf>

- Breda T. y Napp C. (2019) Girls' comparative advantage in reading can largely explain the gender gap in math-related fields. *PNAS*. 116 (31), 15435-15440. <https://www.pnas.org/content/pnas/116/31/15435.full.pdf>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design. Paper presented at annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada
- Broaders, S. C., Cook, S. W., Mitchell, Z., & Goldin-Meadow, S. (2007). Making children gesture brings out implicit knowledge and leads to learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 539–550. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.4.539>
- Block, J. (1983). Differential premises arising from differential socialization of the sexes: Some conjectures. *Child Development*, 54, 1335–1354
- British Council. (s.f). Programación para niños y niñas. <https://www.britishcouncil.co/instituciones/colegios/programacion-para-ninos-y-ninas>
- Caballero, Y. y García-Valcárcel, A. (2020). Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robótica educativa en niveles escolares iniciales. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 58, 117-142. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>
- Dodero, J. (2012). Pensamiento computacional para no informáticos. *Re Visión*, 5 (1). <https://bit.ly/2QoO3E2>
- García-Valcárcel, A., Basilotta, V., y López, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Comunicar*, 21, 65–74. doi:10.3916/C42-2014-06

- Halpern, D., Benbow, C., Geary, D., Gur, R., Hyde, J. & Gernsbacher, M. (2007). The science of sex differences in science and mathematics. *Association for Psychological Science*, 8, 1–51. <https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2007.00032.x>
- Hamilton, M., Clarke-Midura, J., Shumway, J. y Lee, V. (2018). An Initial Examination of Designed Features to Support Computational Thinking in Commercial Early Childhood Toys. <https://doi.dx.org/10.22318/csc12018.1739>
- Hamilton, M., Clarke-Midura, J., Shumway, J. y Lee, V. (2020). An Emerging Technology Report on Computational Toys in Early Childhood. *Technology, Knowledge and Learning*. 25, 213–224. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09423-8>
- Harris, B. (2017). ¿Cuál es la brecha de género en 2017 (y por qué se está ampliando)? *World Economic Forum*. <https://es.weforum.org/agenda/2017/11/cual-es-la-brecha-de-genero-en-2017-y-por-que-se-esta-ampliando/>
- Hill, C., Corbett, C., & St. Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: AAUW
- Honey, M., y Kanter, D. E. (Eds.). (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge. <https://bit.ly/3jRhpY>
- International Society for Technology in Education (ISTE) (2011). Operational definition of computational thinking for K-12 education. NSF, CSTA, ISTE. <https://id.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2007). *Colombia por la primera infancia*. https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-177832_archivo_pdf_Conpes_109.pdf

- Landivar, L. C. (2013). Disparities in STEM employment by sex, race, and Hispanic origin. *Education Review*, 29, 911–922.
- Leslie, S., Cimpian, A., Meyer, M., & Freeland, E. (2015). Expectations of brilliance underlie gender distributions across academic disciplines. *Science*, 347(6219), 262–265.
doi:10.1126/science.1261375
- Manches, A. & Plowman, L. (2017). Computing education in children’s early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48 (1), 191-201. <https://doi.org/10.1111/bjet.12355>
- Miller, C., Lurye, L., Zosuls, K. & Ruble, D. (2009). Accessibility of Gender Stereotype Domains: Developmental and Gender Differences in Children. *Sex Roles*. 60, (11-12): 870–881.
doi:10.1007/s11199-009-9584-x.
- Moore, T., Brophy, S; Tank, K., Lopez, R., Johnston, A., Hynes, M., Gajdzik, E. (2020). Multiple Representations in Computational Thinking Tasks: A Clinical Study of Second-Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 1, 19-34.
<https://eric.ed.gov/?q=clinical+AND+reasoning&ff1=eduGrade+2&id=EJ1246441>
- Halim, M & Ruble, D. (2010). Gender Identity and Stereotyping in Early and Middle Childhood. 497-525. 10.1007/978-1-4419-1465-1_24.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. (MinTIC). (2021). “Jugando y Kreando”, la convocatoria del Ministerio TIC para ‘profes’ de niños entre 5 y 8 años que quieran dar clases divertidas en programación. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/162758:Jugando-y-Kreando-la-convocatoria-del-Ministerio-TIC-para-profes-de-ninos-entre-5-y-8-anos-que-quieran-dar-clases-divertidas-en-programacion>

Mondragón, J. (2019). Desarrollo de habilidades de pensamiento algorítmico basado en la gamificación en estudiantes del grado noveno. Universidad ICESI.

https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/85554/1/T01842.pdf

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2021) Cultivating Interest and Competencies in Computing: Authentic Experiences and Design Factors. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25912>

Niedenthal, P. M., Barsalou, L. W., Ric, F., & Krauth-Gruber, S. (2005). Embodiment in the Acquisition and Use of Emotion Knowledge. In L. F. Barrett, P. M. Niedenthal, & P. Winkielman (Eds.), *Emotion and consciousness* (pp. 21–50). The Guilford Press.

Niedenthal, P. M., Barsalou, L. W., Winkielman, P., Krauth-Gruber, S., & Ric, F. (2005). Embodiment in attitudes, social perception, and emotion. *Personality and Social Psychology Review*, 9(3), (pp.184-211)

Noë, A. (2004). Embodied Cognition; p.p. 23 – 30.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (s.f). La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). <https://es.unesco.org/themes/educacion-igualdad-genero/stem>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2019). Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). <https://dds.cepal.org/redesoc/publicacion?id=5166>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2020). Más mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas mejoraría el desarrollo económico de la

región. <https://es.unesco.org/news/mas-mujeres-ciencia-tecnologia-ingenieria-y-matematicas-mejoraria-desarrollo-economico-region>

Owen, J. & Centers, R. (2005). Characteristics of Boys' and Girls' Toys. *Sex Roles*, 53, (9). 610-633.

DOI: 10.1007/s11199-005-7729-0

Polanco, N.; Ferrer, S. y Fernández, M. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia, España; Vol. 24; Núm. 1.*

<https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27419>

Pólya, G. (1945). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method.* (2 ed.). Doubleday Anchor Books. Doubleday & Company, Inc.

Relkin, E., De Ruiter, E. & Bers, M. (2021) Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. *Computers & Education.* 169.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104222>.

Robertson, J. (2013). The influence of a game-making project on male and female learners' attitudes to computing. *Computer Science Education*, 23 (1), 58–83.

<https://doi.org/10.1080/08993408.2013.774155>

Robbins, P. & Aydede, M. (2009). A Short Primer on Situated Cognition. *The Cambridge Handbook of Situated Cognition.* <https://philpapers.org/archive/ROBASP-4.pdf>

Rojas López, A y García-Peñalvo, F.J. (2020) Evaluación de habilidades del pensamiento computacional para predecir el aprendizaje y retención de estudiantes en la asignatura de programación de computadoras en educación superior. *Revista de Educación a Distancia.* 63 (20), 1-39. doi:

10.6018/red.409991

- Román-González, M., Pérez-González, J.-C., & Jiménez-Fernández, C. (2017) Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test, *Computers in Human Behavior*, 72 (1), 678-691 <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Saxena, A., Kwan Lo, C., Foon Hew, K. & Ka Wai Wong, G. (2020). Designing Unplugged and Plugged Activities to Cultivate Computational Thinking: An Exploratory Study in Early Childhood Education. *Asia-Pacific Edu Res* 29, 55–66. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00478-w>
- Schwartz, D. L., & Holton, D. L. (2000). Tool use and the effect of action on the imagination. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(6), 1655–1665. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.26.6.1655>
- Shapiro, L & Stolz, S. (2019). Embodied cognition and its significance for education. *Theory and Research in Education*. 17(1) 19–39. DOI: 10.1177/1477878518822149
- Sullivan, JV (2018). Aprendizaje y cognición incorporada: revisión y propuesta. *Aprendizaje y enseñanza de psicología* , 17 (2), 128–143. <https://doi.org/10.1177/1475725717752550>
- Terlecki, M., Newcombe, N. & Little, M. (2007). Durable and generalized effects of spatial experience on mental rotation: 528 *Psychology of Women Quarterly* 41(4) Gender differences in growth patterns. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 996–1013. doi:10.1002/acp.1420
- Villafañe, D., Rodríguez, N., Murazzo, M. y Martínez, C. (2013). La importancia de fomentar el pensamiento computacional. *Primeras Jornadas Internacionales de Educación con Tecnologías*.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (4), 625-636. <https://doi.org/10.3758/BF03196322>

Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–36.

<https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

Wing, J. (2010). Computational Thinking: What and Why? *The Link*, 6; pp. 20-23.

<https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

Yu, J., & Roque, R. (2019). A review of computational toys and kits for young children. *International*

Journal of Child-Computer Interaction, 21, 17–36. doi:10.1016/j.ijcci.2019.04.001

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: una nueva alfabetización digital. *RED, Revista de*

Educación a Distancia, 46; Vol. 4.

Anexo B

Registro utilizado para valorar el desempeño de los estudiantes en los retos Solve-It durante las experiencias de aprendizaje que se realizaron en la investigación (adaptación basada en los parámetros propuestos en el instrumento Rubrica SSS, Bers, 2010)

REGISTRO DEL DESEMPEÑO QUE TUVIERON LOS ESTUDIANTES DURANTE EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD TE RETO

Nombre de Institución Educativa		Instrucciones: Se deberá observar directamente el proceso y las acciones realizadas y registrar el número de intentos, el tiempo y desempeño que demuestra cada participante, en la construcción y programación del robot Bee-Bot para resolver el reto propuesto.																			
Grupo () Cja () Soledad		0	1	2	3	4	5														
		No se participo en el desarrollo del reto propuesto	Se inicia el reto, pero no se completo.	Se presenta una respuesta minima al reto asignado, obteniendo ayuda paso a paso del investigador durante el desarrollo.	El reto fue completado medianamente satisfactorio, recibiendo ayudas periódicas del investigador, pero no paso a paso.	El reto se completo significativamente con ayuda o asistencia minima del investigador.	El reto se completo totalmente sin recibir ayuda del investigador.														
ACTIVIDAD 1: TE RETO:																					
No.	Nombre del estudiante	Fecha	Tramo 1: Bee-Bot básico		Tramo 2: Bee-Bot intermedio		Tramo 3: Bee-Bot Avanzado			Total de la Prueba											
			Nivel de desempeño		Nivel de desempeño		Nivel de desempeño														
			No. intentos t(s)		No. intentos t(s)		No. intentos t(s)														
			0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					