

HACIA EL DISEÑO DE UN SISTEMA INTERACTIVO BASADO EN INTERACCIÓN TANGIBLE COMO APOYO AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL PARA NIÑOS EN AULAS REGULARES ENTRE 9 A 10 AÑOS

TOWARDS THE DESIGN OF AN INTERACTIVE SYSTEM BASED ON TANGIBLE INTERACTION TO SUPPORT THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS FOR CHILDREN IN REGULAR CLASSROOMS BETWEEN 9 AND 10 YEARS



Diana Fernanda Sandoval¹ , María Juliana Lara² , Sandra Cano³

Universidad San Buenaventura, Ingeniería Multimedia, Grupo LIDIS, Cali-Colombia

Recibido: 02/05/2018 • Aprobado: 19/05/2018

RESUMEN

El pensamiento computacional involucra la resolución de problemas en cualquier disciplina. Hoy en día, con el crecimiento de las tecnologías, ha surgido un gran interés por incluir el pensamiento computacional dentro del aula, usando otras maneras de interacción no tradicionales. Por lo que, la interacción tangible desde el área de la educación ha sido foco de estudio, ya que propone una interrelación con elementos físicos y digitales. Siguiendo la filosofía de diseño centrado en el usuario, se propone el diseño de un sistema interactivo que pueda servir de apoyo para desarrollar habilidades del pensamiento computacional en niños en aulas regulares entre 9 y 10 años.

Palabras clave: niños en aulas regulares, pensamiento computacional, sistemas interactivos.

ABSTRACT

Computational Thinking involves solving problems in any discipline. Nowadays, With the growth of technologies, there has arisen a great interest to include computational thinking within the classroom, using other non-traditional ways of interaction. Therefore, the tangible interaction from the area of education has been a focus of study, since it proposes an interrelation with physical and digital elements. Following the user-centered design philosophy, it is proposed a interactive system design that can support to develop skills related with the computational thinking in children between 9 to 10 years, in regular conditions.

Key words: children in regular aula, computational thinking, interactive systems

¹dfsandoval09@gmail.com, orcid.org/ 0000-0001-9583-8532

²mariajuli12@hotmail.com, orcid.org/0000-0002-2222-9485

³sandra.cano@gmail.com, orcid.org/ 0000-0001-9583-8532

1. INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional (en inglés, Computational Thinking) es un término que se dio a conocer por Jeannette Wing en el año 2006, el cual se define “como la resolución de problemas en todas las disciplinas, incluidas las humanidades, matemáticas y ciencias” (Wing 2006). Hoy en día, ha aumentado un gran interés por incluirse dentro del ámbito escolar, para la formulación y resolución de problemas con ayuda de herramientas tecnológicas, de tal manera que ayude a promover en los estudiantes diversos tipos de pensamiento como el lógico, el abstracto y el creativo, así como crear algoritmos. En el año 2009 Jeannette Wing, relaciona el pensamiento computacional como la capacidad de análisis que tiene el niño, explicando el tema en una conferencia en Pensacola (Wing 2009):

“El Pensamiento Computacional (PC) será una habilidad fundamental utilizada por todos en el mundo. A la lectura, escritura y aritmética, vamos a añadir el PC a la capacidad de análisis de cada niño. El Pensamiento Computacional es un enfoque para la solución de problemas, construcción de sistemas, y la comprensión del comportamiento humano que se basa en el poder y los límites de la computación. Si bien, PC ya ha comenzado a influir en muchas disciplinas, desde las ciencias de las humanidades, lo mejor está aún por venir. De cara al futuro, podemos anticipar incluso efectos más profundos del pensamiento computacional en la ciencia, la tecnología y la sociedad: entretanto, nuevos descubrimientos se realizarán, habrá innovación y las culturas evolucionarán”.

Por lo que, Wing en su conferencia ha enfatizado que el pensamiento computacional, es pensar de manera recursiva, es reformular un problema aparentemente difícil sin saber cómo resolver usando diferentes métodos. Hoy en día, hay desarrollos como Scratch (MIT, 2018), el cual es usado como un entorno gráfico de programación en los colegios. Este entorno funciona mediante el aprendizaje de unión de bloques, y está orientado al aprendizaje de la programación en niños y adolescentes.

Por otro lado, desde el área de tecnología, un sistema interactivo puede definirse como la relación entre el usuario y el sistema (Cano et al., 2017). El nivel de interactividad es adquirido por los elementos existentes permitiendo al usuario establecer una participación, y, un proceso de comunicación con el sistema. Esta interacción puede motivar al niño a aprender. Sin embargo, para diseñar un sistema interactivo se requiere analizar un conjunto de aspectos del niño, como: edad, género, escolaridad, intereses, comportamiento, entre otros. Estos aspectos deben tenerse en cuenta para diseñar el sistema de acuerdo a sus necesidades. De esta manera, un sistema interactivo puede involucrar elementos físicos y digitales, y puede servir como herramienta de apoyo para incentivar el pensamiento computacional. De tal manera, que puedan comprender cada uno de los objetos que se le presenten para estructurarlos de manera correcta siguiendo un proceso de aprendizaje.

Hoy en día, el pensamiento computacional se está comenzando a involucrar en los colegios en la asignatura de informática en las aulas regulares. Algunos colegios comienzan a partir del nivel escolar primaria y otros desde secundaria. Desde el 2009 hasta el 2013 un proyecto titulado “Programación de computadores en la educación escolar” fue realizado por la Universidad Icesi de Cali (López, 2018), para apoyar el desarrollo del pensamiento computacional usando Scratch, donde los estudiantes aprendieron a seleccionar, crear y manejar múltiples formas de contenidos multimedia (textos, imágenes, grabaciones de audio y animaciones) usando Scratch para los estudiantes de básica primaria. También, desde el 2017 hay un proyecto en marcha de innovación en la educación, realizado entre RENATA (Red Nacional de Investigación y Educación de Colombia) y la Universidad del País Vasco, España (Basogain et al., 2017), donde colaboran en la creación de un curso llamado introducción del pensamiento computacional en los colegios de Colombia en estudiantes que están finalizando 5 de primaria o iniciando bachillerato en el grado 6, edades comprendidas entre 10 y 12 años. El objetivo del curso

es permitir a los estudiantes y profesores que se familiaricen con los conceptos básicos del PC y a futuro poder incluirlos en el plan de estudios de las escuelas colombianas para lograr que las nuevas generaciones no sean solamente consumidores de tecnología, sino productores de ella.

Por otro lado, las habilidades de orden superior de la Taxonomía de Bloom (Lorin et al. 2001) involucran habilidad de meta-cognición, pensamiento crítico-reflexivo, pensamiento inferencial y pensamiento creativo. La mayoría de estas habilidades se incluyen dentro del pensamiento computacional, con la idea de no formar programadores sino trabajar estas habilidades. Por lo que es importante insistir en la orientación del desarrollo de estas destrezas, ya que hay colegios que solo se centran en enseñar un lenguaje de programación, olvidando en enseñar estas habilidades y potencializarlas.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se describen algunos trabajos realizados en el diseño de sistemas interactivos como herramienta de apoyo al desarrollo del pensamiento computacional. En la sección 3, se realiza una descripción del planteamiento del problema relacionando conceptos de pensamiento computacional e interfaces tangibles. En la sección 4, se presenta una propuesta. Finalmente, conclusiones y trabajo futuro.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se expondrá un conjunto de trabajos realizados, los cuales están relacionados con el trabajo de investigación a realizar.

Un primer trabajo propuesto en 1980 fue desarrollo por Papert con su lenguaje llamado LOGO (Papert, 1980), el cual permite a los niños construir conocimientos. Papert desarrolló su enfoque basado en su experiencia con Piaget. Su idea consistió en presentar a los niños retos intelectuales que pudieran resolver mediante el desarrollo de programas en LOGO.

En 1988, se lanza una versión oficial de ALICE (Carnegie Mellon University) un software educativo libre y abierto, programado en JAVA. Alice fue diseñado para enseñar a programar.

En el 2012, el grupo Lifelong Kindergarten del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) crea una herramienta llamada Scratch, el cual es un lenguaje de programación que facilita la creación de arte interactivo, utilizado por niños, jóvenes, profesores y padres de familia en más de 150 países diferentes y está disponible en más de 40 idiomas. Scratch ayuda a los usuarios a aprender a pensar de forma creativa, razonar sistemáticamente, y trabajar de forma colaborativa. Gran variedad de colegios a nivel nacional e internacional implementan esta herramienta para enseñar a programar a los estudiantes, lo cual permite desarrollar habilidades propias del pensamiento computacional.

En el 2013 un grupo de investigadores han propuesto herramientas para la enseñanza del pensamiento algorítmico. Fue un trabajo realizado por Danli Wang et al. (2013), donde desarrollan una herramienta de programación tangible para niños con edades entre los 4 a 10 años, cuyo objetivo es que los niños puedan programar, usando como método de enseñanza llamado e-blocks, el cual construye mediante bloques determinadas acciones que hacen que sus personajes se dirijan hacia direcciones específicas. Los bloques están contruidos con la interacción de objetos reales, donde usan un sensor de temperatura, un sensor de luz y un sensor de botón, con el objetivo que el niño vaya construyendo la secuencia de bloques y de misma manera el juego presenta una animación a través del ordenador de acuerdo a la secuencia construida.

Un trabajo propuesto en el 2016 por Maritza A. García et al. (2016) en la Universidad del Cauca, donde expone la enseñanza del pensamiento computacional usando estrategias basadas en la robótica. En este artículo se presentan algunas estrategias, como, clubes de robótica, y de cómo aplicar una

••• **Diana Fernanda Sandova, María Juliana Lara, Sandra Cano**

Hacia el diseño de un sistema interactivo basado en interacción tangible como apoyo al desarrollo de competencias del pensamiento computacional para niños en aulas regulares entre 9 a 10 años

metodología de enseñanza basada en problemas. Estas estrategias ayudan en el desarrollo de competencias de varios tipos y al desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes. Además, se mencionan los resultados del proyecto desarrollado en el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo de la ciudad Medellín-Colombia.

Teniendo en cuenta las teorías de Piaget (Piaget, 1950), que el niño necesita interactuar con objetos reales, ya que la actividad de un niño supone manipulación de objetos. Por lo que, se comienzan a crear elementos físicos o programación tangible, de tal manera que el niño pueda programar y ver esa interacción en un entorno real.

Tern (Horn et al., 2008), crea un programa de computación físico usando construcción por bloques. Los usuarios deben darle un orden en que se conectan los bloques para generar programas. La captura del orden como están los bloques se usa cámara para capturar la imagen de la secuencia de los bloques. La imagen se transfiere a la computadora para identificar el programa desarrollado y controlar funciones virtuales.

Por otro lado, en el 2013 (Primo Toys, 2018) aparece Cubetto robot, con el propósito de apoyar en el desarrollo de competencias en el pensamiento computacional. La interacción es netamente física, y el niño construye la secuencia de movimientos por medio de un robot. Para este desarrollo se han basado en el aprendizaje de Montessori para niños de 3 a 6 años. Cubetto fue diseñado con el propósito de incluir como lenguaje de programación tangible en la enseñanza para el aprendizaje de conceptos de programación. Las áreas que apoya, son: comunicación, socio-emocional, matemáticas y razonamiento lógico.

Los trabajos mencionados anteriormente indican la importancia en integrar un estilo de enseñanza en niños, de tal manera que ayude a estimular el pensamiento computacional por medio de un sistema que pueda integrar una interacción física y digital.

3. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL E INTERACCIÓN TANGIBLE

Hoy en día se han desarrollado diferentes sistemas orientados a enseñar programación, usando interacción con objetos reales. Estos sistemas permiten a los usuarios que puedan escribir programas usando elementos de interacción no tradicionales. La interacción tangible desde el área de la educación, ha sido el foco de estudio, ya que propone una interrelación no tradicional con elementos físicos y digitales, a través de una manipulación física de la representación de los objetos.

Las interfaces tangibles combinan el control y la representación en un mismo objeto o espacio físico. El propósito es dar una forma física a la información digital, de tal manera que los usuarios puedan manipular los objetos y tener el control de la interacción. Para interactuar en el contexto del PC, hay que relacionar el estilo de aprendizaje que se usa como estrategia de enseñanza, que es la construcción por bloques, ya que una serie de pasos ordenados permite solucionar un determinado problema.

Tomando la teoría de aprendizaje de Piaget (1950), el cual hace referencia a que en las primeras etapas del desarrollo del niño, el juego simbólico establece una relación entre la representación y el lenguaje. Mientras que, Vygostky (1978), se centra en la interacción que se tenga con el contexto, el cual involucra como herramientas objetos físicos que puedan ayudar en el desarrollo psicológico del niño.

Papert (1980), siguiendo las ideas de Piaget, creó una teoría de aprendizaje llamada construccionismo, donde destaca la importancia de la acción, es decir del proceder activo en el proceso de aprendizaje. En palabras de Papert en la revista *Time* (1999): “El mejor aprendizaje no derivará de encontrar mejores formas de instrucción, sino de ofrecer al educando mejores oportunidades para construir”.

Por otro lado, el pensamiento computacional puede definirse como una metodología que implementa conceptos básicos de programación para resolver problemas, diseñar soluciones y realizar tareas. A su vez puede ayudar al estudiante a ser más crítico a la hora de tomar decisiones frente a un problema. Por lo que, no debe relacionarse con la enseñanza solo a personas interesadas con seguir en el ámbito de la ingeniería informática.

En la educación superior se observa que la mayoría de los estudiantes, cuando matriculan materias relacionadas con programación, presentan un alto índice de deserción, y al mismo tiempo se encuentra un número menor de mujeres matriculadas en comparación con los hombres.

Teniendo en cuenta el alto índice de decadencia académica, y cómo afecta en la formación de un ingeniero en multimedia, surge la incógnita frente a los procesos de enseñanza y cómo se promueven competencias de pensamiento lógico y solución de problemas en la básica primaria, a través de la clase de informática, de modo que, se hace importante identificar la didáctica y metodología que implementa el docente para potenciar en los niños de 9 a 10 años el pensamiento computacional. Hoy en día, dos instituciones académicas de Cali, en primaria, incorporan la materia de informática e involucran el uso de herramientas interactivas como Scratch. Ésta ayuda a desarrollar la lógica, el análisis de problemas y la abstracción, logrando en los niños experiencias significativas al interactuar con este tipo de plataforma que les permite construir de manera creativa historias, juegos y animaciones. A su vez, es importante revisar las estructuras curriculares y evidenciar cómo se viene trabajando al interior de las instituciones educativas la asignatura de informática, las estrategias y herramientas que pone en circulación y uso el docente para promover la creatividad e innovación mediante diferentes programas o plataformas.

Hoy en día, el crecimiento de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha servido para

incluir las dentro de las aulas como material de apoyo para el docente, por lo que se busca con las tecnologías potenciar las habilidades de abstracción y resolución de problemas, de tal manera que pueda motivar al niño durante el aprendizaje. Sin embargo, otro de los retos en Colombia al introducir formalmente el estudio de los lenguajes de programación en los colegios, es el número limitado de profesores que puedan enseñar esta materia.

Lo que puede generar algunos interrogantes: ¿Cómo se puede apoyar al desarrollo del pensamiento computacional usando interacción tangible a niños en edades de 9 a 10 años?, ¿Qué estrategias educativas se están aplicando para el desarrollo del pensamiento computacional?, ¿Existen metodologías de enseñanza para el pensamiento computacional para niños?

4. PROPUESTA

La propuesta del proyecto es desarrollar un sistema interactivo usando elementos físicos (hardware) y digitales (software), de tal manera que motive a los niños entre los 9 y 10 años de edad a desarrollar habilidades del pensamiento computacional en el aula regular. Para el diseño del sistema interactivo se sigue la metodología de diseño centrado en el usuario (Norman, & Draper 1986), con el objetivo de encontrar las necesidades del niño en las aulas regulares, y ajustar el sistema de acuerdo a sus necesidades. La metodología de diseño centrado en el usuario se compone de las siguientes etapas: especificación del contexto de uso, especificación de los requisitos, producción de las soluciones de diseño y evaluación.

A continuación, se describen las fases que se han realizado:

4.1 Especificación del contexto de uso

En esta fase se aplican unos métodos para evaluar la experiencia del niño en el contexto del pensamiento computacional dentro y fuera del aula.

••• **Diana Fernanda Sandova, María Juliana Lara, Sandra Cano**

Hacia el diseño de un sistema interactivo basado en interacción tangible como apoyo al desarrollo de competencias del pensamiento computacional para niños en aulas regulares entre 9 a 10 años

Fuera del aula

Se selecciona un grupo de 10 niños, entre 9 a 10 años (Fig. 1), que pertenecen a diferentes colegios (privado y público). La actividad que se realiza con ellos es una observación directa al interactuar con un juego físico llamado Code and Go (Danli et al., 2013), y Go Robot Mouse Activity Set (Go Robot). Ambos son juegos orientados a la enseñanza de la programación a partir de niños de 4 años. En este juego, a los niños se les presenta un problema y deben encontrar una solución. En esta actividad, ellos deben encontrar un camino dando un conjunto de instrucciones de manera ordenada para que el ratón pueda llegar al queso.

En esta actividad se puede observar que los niños presentan un poco de dificultad al inicio del juego, debido a que no comprenden el objetivo del mismo, pero al momento que logran aprender la estrategia es muy fácil para ellos. En esta actividad se observa que la imaginación de los niños no tiene límites, por ejemplo cuando cambiaban las reglas del juego volviéndolo más interesante.



Fig. 1. Niños jugando con Code and Go Robot Mouse Activity Set. Fuente: autores

Dentro del aula

Se seleccionan dos instituciones educativas. Una es de carácter privado, calendario B y mixto. Otra es un colegio público, que tiene como objetivo aportar educación de vanguardia a niños de escasos recursos. Ambas instituciones se encuentran ubicadas en Cali-Valle del Cauca, donde los cursos a trabajar son 3º, 4º y 5º de primaria, con niños y niñas entre edades de 9 a 10 años. Es importante decir que el nombre de ambas instituciones se reserva, debido a directrices recibidas por ellas mismas.

Se realiza el ejercicio de observación en las aulas, y una entrevista a los docentes de informática de ambas instituciones. Se formulan algunas preguntas, como: ¿qué tipo de herramientas tecnológicas usa en el curso de informática?, ¿Cómo se puede evidenciar el aprendizaje durante el curso?, ¿Conoce acerca del término pensamiento computacional?, entre otras. Es importante mencionar que los docentes no conocían el término, sin embargo, cuando se les mostró un esquema (Fig. 2), de los diferentes tipos de pensamientos que pueden involucrar el pensamiento computacional, han indicado que cada uno de estos los han trabajado de manera independiente sin integrarlos en uno solo.

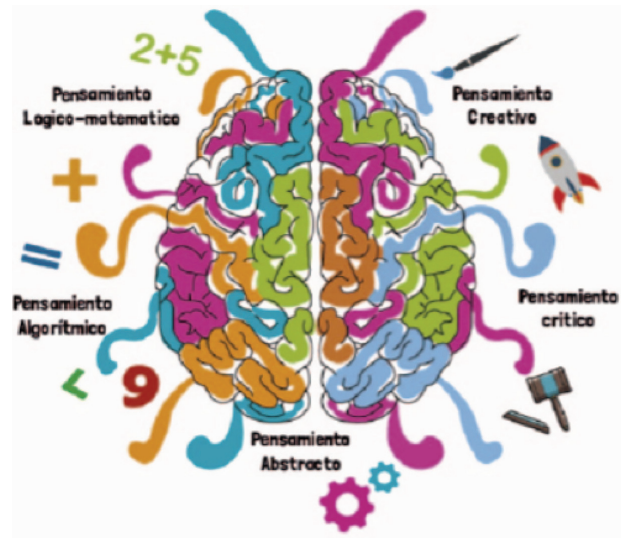


Fig 2. Estructura del pensamiento computacional.

También se observó que los docentes usan Scratch para la enseñanza de la programación.

A continuación, se realiza una descripción más detallada de la observación realizada en el aula de cada colegio.

Colegio I (privado): la clase de informática es brindada por medio de un video beam, donde el docente proyecta un código en Scratch para realizar un videojuego. Los niños copian el código que se les muestra para reproducirlo en Scratch. El proceso de enseñanza se compone de 3 fases: identificación (3 semanas), implementación (3 semanas) y diseño (2 semanas). El

docente indica que los estudiantes tienen la capacidad de crear desde cero un programa a partir de la etapa de diseño. Además, hace los siguientes aportes los cuales se consideraron relevantes para tener en cuenta al momento de planificar el sistema.

Aportes del docente:

- Los niños que tienen problemas para socializar con las personas son los que tienen mayor concentración y a la vez mejores habilidades al momento de programar.
- Los niños imperativos tienen más concentración con los juegos físicos.

De la observación en el aula surgieron algunas preguntas, como:

Si el estudiante hace el ejercicio de replicar lo que se proyecta en el video beam. Las dos primeras etapas (identificación e implementación), se brindan en un tiempo de 6 semanas, por lo que genera la siguiente incógnita ¿realmente los niños están desarrollando algún pensamiento con esta práctica?

¿Es suficiente el tiempo que se le da a la etapa de diseño, alrededor de 2 semanas para que el niño ponga en práctica, según lo aprendido con la herramienta, la planeación de estrategias, creatividad o la resolución de problemas?

Colegio II (público): observación realizada al taller de Scratch, el cual se brinda de forma extracurricular en horas de la tarde para los estudiantes que voluntariamente deseen asistir. En el aula se encontraban niños de 3º, 4º y 5º de primaria de 8 y 9 años de edad. Se puede observar que los estudiantes trabajan proyectos de forma individual, lo que permite que el resto de sus compañeros puedan practicar el aprendizaje del álgebra. El modo de enseñanza para la herramienta Scratch es: introducción, enseñanza de algoritmos aplicados a la vida diaria, luego se pasa al manejo de la herramienta. Con la visita se puede mencionar que los estudiantes que asisten al taller tienen un gran gusto por la programación, les encantan los retos y también son muy sociables.

También se realizaron encuestas a los estudiantes de ambos colegios, con el objetivo de conocer la cercanía que tienen con la herramienta Scratch, y conocer su opinión personal acerca de la herramienta. También se quiere evaluar de qué forma aplican la resolución de problemas mediante un juego sencillo, cuyo objetivo es escribir los pasos que el ratón debe realizar para llegar al queso.

Resultados obtenidos de las encuestas realizadas a ambas instituciones. En la primera institución se encuestó a un total de 16 niños del grado 5 (Fig 3) y la segunda institución a un total de 4 niños participantes del taller de Scratch (Fig 4).

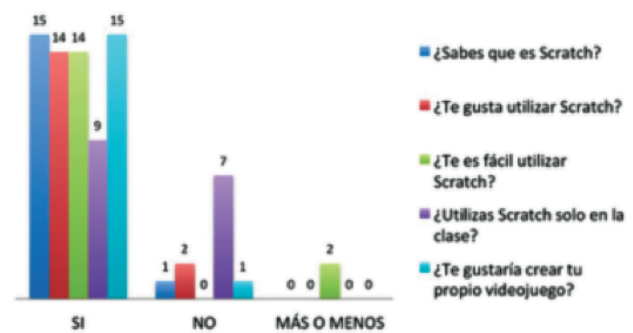


Fig 3. Resultados de la encuesta realizada en el Colegio 1 (privado) Valle del Cauca.
Fuente: autores

Como se observa en los resultados obtenidos (Fig. 3-4), ambos colegios conocen Scratch. Sin embargo, los niños no se sienten motivados para crear un videojuego. Además, la mayoría de ellos usan Scratch solo en la clase de informática.

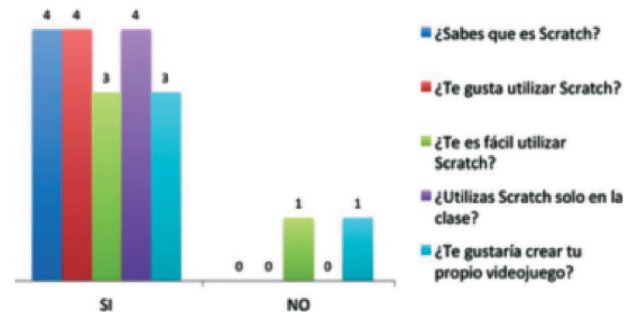


Fig 4. Resultados de la encuesta realizada en el Colegio 2 (público), Valle del Cauca.
Fuente: autores

••• **Diana Fernanda Sandova, María Juliana Lara, Sandra Cano**

Hacia el diseño de un sistema interactivo basado en interacción tangible como apoyo al desarrollo de competencias del pensamiento computacional para niños en aulas regulares entre 9 a 10 años

A partir de los resultados obtenidos de la encuesta, se analizaron algunas definiciones del PC, dada por algunos investigadores:

- PC implica la resolución de problemas, el diseño de sistemas, y la comprensión de la conducta humana, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática (Wing, 2006).
- PC es el proceso de pensamiento involucrado en la formulación de problemas, de tal manera que sus soluciones puedan ser representadas como pasos computacionales discretos y algoritmos (Aho, 2012).
- PC es un conjunto de habilidades y técnicas de solución de problemas, que los ingenieros de software usan para escribir los programas informáticos que subyacen a las aplicaciones que usamos a diario, como Google.
- El PC, definido por Zapata (2015) se puede vincular a los siguientes componentes, como: pensamiento divergente, creatividad, pensamiento abstracto, interacción, recursividad, patrones, entre otros.
- Mientras que otra investigación realizada por Barrera & Espinoza (2015), lo relacionan con otro conjunto de pensamientos, como: pensamiento lógico, analítico, algoritmo, abstracto, divergente y crítico.

Tomando las definiciones dadas, se puede decir que el pensamiento computacional involucra diferentes pensamientos que ayudan a un niño o niña que pueda adquirir competencias relacionadas con la solución y creación.

Se realiza una evaluación con los niños. Por lo que, es un cuestionario para evaluar el pensamiento computacional. Para realizar este test de pensamiento computacional,

se basó en algunos test propuestos por investigadores (Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2015; Gouws, Bradshaw & Wentworth, 2013). A partir de ello se ha propuesto un cuestionario para indagar acerca del pensamiento computacional.

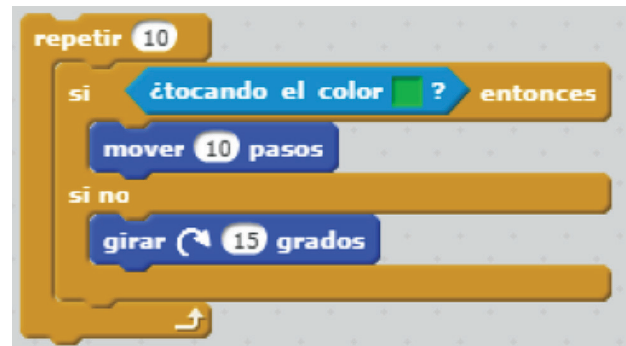


Fig. 5. Pregunta 1 del test de pensamiento computacional realizado a los niños. Fuente: autores

El cuestionario consta de dos preguntas (Fig. 5- 6). La primera pregunta está relacionada con la asociación del código Scratch con la realidad. Por lo que, se les solicita analizar el código y que describan lo que hace el mismo.

En la segunda pregunta, se les presenta un laberinto, donde se deben seleccionar los movimientos correctos para que el ratón pueda llegar hasta el queso. En esta pregunta se realizaron dos modelos (Fig. 6a y 6b), donde el modelo correspondiente a la Fig. 6a es aplicado al primer colegio y el modelo de la Fig. 6b al segundo colegio. El objetivo de esta pregunta, es que encuentren la secuencia de pasos para que el ratón pueda llegar al queso.

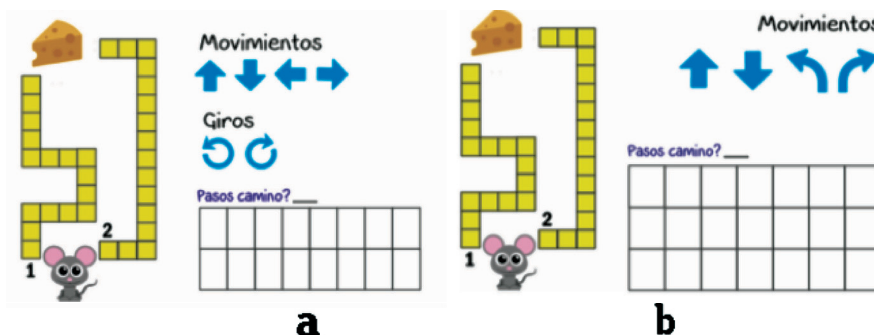


Fig. 6. Pregunta 2 del cuestionario del pensamiento computacional realizado a los niños. Fuente: autores

Se describen algunas observaciones encontradas, como:

- Cinco niños se equivocaron en algunos pasos o no tenían sentido sus indicaciones.
- Siete niños respondieron exactamente la forma 2 del camino de la Fig. 6b.
- Algunos niños responden de forma diferente, sus respuestas tienen sentido y solucionan el objetivo del juego. Por lo que, no se considera que estén de forma incorrecta. A continuación se mencionan algunos casos encontrados en la evaluación.

Caso 1: el camino 1 fue seleccionado por un niño, y se puede observar que interpreta los giros para las orientaciones de izquierda y derecha según el camino.

Caso 2-4: un grupo de niños toman los giros para las orientaciones de izquierda y derecha. A la vez consideran que es suficiente indicar una sola vez cada señal.

Algunos de los aspectos encontrados son:

- Tres niños toman el segundo camino, de los cuales un niño lo realiza como se esperaba, otro lo resuelve de forma diferente. Por último, otro no lo logró.
- Una niña lo resuelve de forma diferente. Por lo que, no se puede concluir que lo realiza de manera incorrecta, ya que ella tomó las flechas de giro como si fueran orientaciones de derecha e izquierda.

Las observaciones mencionadas anteriormente, sirven de apoyo para identificar los requerimientos que deben considerarse para el diseño del sistema.

4.2 Especificación de los requerimientos

A partir del análisis realizado y de los aportes brindados por los docentes de informática de ambas instituciones. Se tiene en cuenta para el diseño del primer prototipo los siguientes criterios:

1. Algunos niños presentan mayor concentración al interactuar con elementos físicos.
2. Algunos presentan mayor concentración y mejor desarrollo de habilidades al interactuar con el computador.

3. Automatizar soluciones a través del PC, de tal manera que el niño debe dar una serie de pasos discretos y ordenados para lograr alcanzar la actividad.
4. Identificar algunas mecánicas de juego que puedan incorporarse.
5. Los niños resuelven los problemas según como los entiendan e interpretan.
6. El sistema debe tener múltiples soluciones para que los niños puedan planificar cuál es su mejor opción.
7. Un grupo de niños hicieron ver, en la realización del juego del ratón, que no es necesario repetir una misma señal varias veces.
8. Necesitan tener una retroalimentación permanente de cada una de las acciones que realiza.
9. Usar varios canales de retroalimentación, visual y auditivo.

Por otro lado, al incorporar el contenido digital como un juego, se deberán tener en cuenta algunas mecánicas de juego, como: puntuación, niveles, retos y retroalimentación.

4.3 Producir soluciones de diseño

De acuerdo a los requerimientos que se plantea, se propone un primer prototipo para el diseño del sistema interactivo, el cual puede estar sujeto a cambios a medida que se avanza en las investigaciones o pruebas con estudiantes. El sistema será en modo de juego que interactuará con elementos físicos (hardware) y digitales (software). El elemento digital es un videojuego (Fig. 7), el cual está relacionado con un pirata cuyos objetivos, niveles y estructura están en proceso de construcción. El objetivo es que el pirata llegue a su espada. Por lo que, el jugador (niño) debe elegir el camino que mejor considere teniendo en cuenta que en el recorrido se puede encontrar con retos, los cuales evitarán que llegue hasta su objetivo principal.

••• **Diana Fernanda Sandova, María Juliana Lara, Sandra Cano**

Hacia el diseño de un sistema interactivo basado en interacción tangible como apoyo al desarrollo de competencias del pensamiento computacional para niños en aulas regulares entre 9 a 10 años



Fig 7. Propuesta del videojuego para el pensamiento computacional.

Fuente: autores

El hardware (Fig. 8) está conformado por un tablero donde se colocan las fichas con las señales que el niño elija para realizar su camino. También se tiene en cuenta unos contadores para que el jugador indique la cantidad de veces que desea repetir el mismo paso; hasta el momento se han definido las siguientes interacciones:

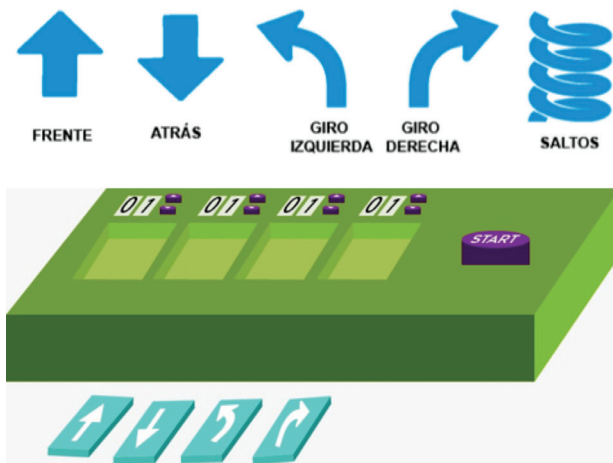


Fig 8. Propuesta del tablero físico que interactuará con el videojuego.

Fuente: autores

El juego tendrá dos niveles de dificultad, en el primer nivel se usarán las fichas de movimientos de orientación y condicionales. En el segundo nivel se usarán los ciclos y funciones.

Cada ficha estará representada por la acción a realizar, y cada acción estará identificada con un color específico. La forma en que las fichas interactuarán con el juego es por medio de un sensor de colores, el cual se enviará los datos de manera serial usando como plataforma para la construcción del juego, Unity.

El sensor de color funciona usando una fotoreistencia y un diodo RGB. El sensor intenta de una forma que el niño pueda identificar visualmente cada función de la ficha acompañado de la representación simbólica asociado a un color. El lector de sensor tendrá la forma de una brújula, ya que la interacción debe estar relacionada con el contexto del juego que está afín con piratas.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Hoy en día, se están incorporando dentro de las aulas estrategias lúdicas, buscando motivar al estudiante durante su aprendizaje. También se ha mencionado en trabajos relacionados que el pensamiento computacional no solo involucra a nivel computacional, sino que integrar un conjunto de pensamientos que pueden ayudar al niño a potenciar ciertas competencias en las primeras etapas de desarrollo. Además, la mayoría de las investigaciones que se han mencionado involucran el uso de objetos tangibles a través del uso de dispositivos no tradicionales, lo que lleva a que el niño logre motivarse más. Sin embargo, diseñar un sistema que involucre elementos físicos y digitales, requiere realizar un análisis de los diferentes aspectos del niño en las aulas regulares, ya que el tipo de interacción física o digital puede verse afectada de acuerdo al perfil del estudiante, como género, edad, nivel académico, entre otros.

Como trabajo futuro se quiere implementar el sistema y a la vez evaluar la propuesta con un grupo de niños de colegios privados y públicos.

REFERENCIAS

- Aho, A. (2012). Computation and Computational Thinking. *The computer Journal*, 55(7). Recuperado en: <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/Computation-And-CT.pdf>
- Barrera Capot, R. Montaña Espinoza, R. (2015). Desarrollo del pensamiento computacional con Scratch. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, pp 616-620. Recuperado en: www.tise.cl/volumen11/TISE2015/616-620.pdf
- Basogain, X. Olabe, M.A. Olabe, J. C., Rico, M. J., Rodríguez, L. & Amortegui, M. A. (2017). Pensamiento computacional en las escuelas de Colombia: colaboración internacional de innovación en la educación. Recuperado en: <http://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/5188.pdf>
- Cano, S. Manresa-Yee, C. Collazos, C. A. Peñeñory, V. & Varona, J. (2017). Interactive Systems Design oriented to children with special needs. In: Guerrero- García (ed.). *HCI for Children with Disabilities*. Springer. Recuperado en: <https://www.springer.com/la/book/9783319556659>
- Carnegie Mellon University (1998). Alice: Tell Stories, build games. Recuperado en: <http://www.alice.org/>
- García, M. A., Deco, C. & Collazos, C. A. (2016). Estrategias basadas en robótica para apoyar el pensamiento computacional. XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Recuperado en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/55718>
- Google (2018). Computational Thinking Course. Recuperado en: <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/uit>
- Gouws, L., Bradshaw, K. & Wentworth, P. (2013). First year student performance in a test for computational thinking. *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference*, 271-277. Recuperado en: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3129416>
- Horn, M.S. Solovey, E.T. & Jacob, R.J. (2008). Tangible programming and informal science learning: making TUs work for museums, in: *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children*, ACM, pp. 194-201. Recuperado en: <https://tidal.northwestern.edu/media/files/pubs/idc08.pdf>
- Krathwohl, D. Raths, J. D. Cruikshank, K. A., Wittrock, M., Pintrich, P. Airasian, P. W. & Mayer, R. E. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, an Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/235465787_A_Taxonomy_for_Learning_Teaching_and_Assessing_A_Revision_of_Bloom's_Taxonomy_of_Educational_Objectives
- Learning Teaching and Assessing A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives
- Learning Resources (2018). Code & Go Robot. Recuperado en: https://www.youtube.com/watch?v=_tGb9bLe0YA
- López, J. C. (2018) Eduteka. Recuperado en: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/ProgramacionEdEcolar>
- MIT (2018). Scratch. Recuperado en: <https://scratch.mit.edu/>
- Norman, D. A. & Draper, S. W. (Eds.). (1986). *User centred system design*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Papert, S. (1999). Time magazine Special Issue: The century's Greatest Minds. Recuperado en: <http://papert.org/articles/Papertonpiaget.html>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1950). *The Psychology of the child*. New York: Basic Books.
- Primo Toys (2018). Cubetto. Recuperado en: <https://www.primotoys.com/>
- Román-González, M. & Pérez-González, J. C. & Jiménez-Fernández, C. (2015). Test de pensamiento computacional: diseño y psicometría General. *Computational Thinking Test: design & general psychometry*. DOI: 10.13140/RG.2.1.3056.5521,
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society*. Cambridge MA.: Harvard University Press.
- Wang, D., Zhang, Y. & Chen, S. (2013). E-Block: A Tangible Programming Tool with Graphical Blocks. *Mathematical Problems in Engineering*, Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/258395874_E-Block_A_Tangible_Programming_Tool_with_Graphical_Blocks
- Wing, J.M. (2009). Computational Thinking About Computing. Evening Lecture Series in Pensacola In IHMC. Recuperado en: <https://www.ihmc.us/lectures/jeannettem-wing/>
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 1- 2.
- Zapata, M. (2015). Pensamiento Computacional: una nueva alfabetización digital. *Red Revista de educación a distancia*, 46 (4). Recuperado en: <http://revistas.um.es/red/article/view/240321>

