

EL APRENDIZAJE DE LA PROGRAMACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CREATIVO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA

THE INFLUENCE OF COMPUTER PROGRAMMING LEARNING IN THE DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING IN STUDENTS OF MID-SECONDARY EDUCATION

Atahualpa Villadiego Alvarez^{1*}, Jader J. López González², Isabel A. Sierra Pineda³

Recibido para publicación: 14 febrero de 2015 - Aceptado para publicación: 18 de marzo de 2015

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de un estudio cuyo objetivo es el de determinar la influencia del aprendizaje de la programación de computadores en las dimensiones del pensamiento creativo de estudiantes de undécimo grado de dos instituciones educativas oficiales del departamento de Córdoba. La investigación realizada permitió determinar cuál es el paradigma de la enseñanza de la programación que más contribuye a fomentar el pensamiento creativo en estos estudiantes, comparando la aplicación de dos enfoques de tratamiento distinto, que involucra tanto la forma tradicional de la enseñanza de la programación de computadores a través de la sintaxis de pseudocódigo y diagramas de flujo, y la forma gráfica utilizando el lenguaje de programación Scratch, que posibilita la manipulación de código de forma sintácticamente correcta gracias a su sistema de bloques modulares. El estudio aplica un diseño de serie temporal interrumpida con grupo de cuasi control, con la implementación de dos pre-test y un post-test utilizando la Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes (PIC-J) desarrollada por Artola (2008). Se aplicaron pruebas no paramétricas que permitieron destacar la presencia de mejoras significativas en los niveles de los rasgos característicos de la creatividad que se evaluaron: Fluidez, Flexibilidad, Originalidad y Elaboración en los sujetos miembros de los grupos experimentales frente a los del grupo de cuasi control. Dentro de los grupos experimentales las pruebas revelaron que existieron mejoras significativas en los sujetos miembros del grupo intervenido con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando Scratch, en comparación a los sujetos que fueron intervenidos con estrategias de aprendizaje de programación de computadores usando pseudocódigo.

Palabras clave: Creatividad, pensamiento creativo, pensamiento divergente, programación de computadores, computación creativa, pensamiento computacional, Scratch, pseudocódigo.

¹Magister en educación SUE Caribe, Licenciado en Informática y medios Audiovisuales Universidad de Córdoba. atahualpa.villadiego@gmail.com

²Magister en educación SUE Caribe, Licenciado en Informática y medios Audiovisuales, Universidad de Córdoba.

³Doctora en Psicología y Educación, Magister en Educación y Cognición, Universidad de Córdoba.

ABSTRACT

This paper presents results of a study aimed to determine the influence of learning computer programming in the dimensions of creative thinking of eleventh graders of two official educational institutions in the department of Cordoba. In addition, it arises to determine what is the paradigm of the teaching of programming that contributes most to encourage creative thinking in students, by comparing the implementation of two approaches of different treatment, which involves both the traditional way of teaching computer programming through the syntax of pseudocode and flowcharts, and the graphically using the Scratch programming language, which allows the manipulation of code syntactically correct thanks to its modular blocks. The study applies a design of temporary series interrupted with quasi control group. The implementation of two pre-test and a post test using the test of creative imagination for young people (PIC-J) developed by Artola (2008). Applied nonparametric tests that allowed to highlight the presence of significant improvements in the levels of the characteristic traits of creativity that were evaluated: fluency, flexibility, originality and elaboration on the subject members of the experimental groups compared to the of the quasi control group. Within the experimental groups tests revealed that there were significant improvements in the subject members of the group involved with learning strategies of programming of computers using Scratch, compared to subjects who were operated with learning strategies of programming of computers using pseudocode.

Keywords: Creativity, creative thinking, divergent thinking, programming computers, creative computing, computational thinking, Scratch, pseudocode.

1. INTRODUCCIÓN

La educación para el fomento de la creatividad, hace parte de las prioridades en las agendas de los sistemas educativos de varios países. En los Estados Unidos, los Estándares Nacionales Norteamericanos de TIC para Estudiantes (NETS-S) formulados en 1998, fueron significativamente modificados para una nueva versión, liberada en 2007, donde la creatividad encabeza los seis grupos de estándares. Inglaterra, crea en 1999, el National Advisory Committee on Creative and Cultural Education, que busca promover en la educación el desarrollo de habilidades de pensamiento que conduzcan a la formación de personas orientadas a crear e innovar. En España, en 2014 se dieron sendas reformas a los currículos de la Educación Primaria y la ESO (Educación Secundaria Obligatoria), donde la creatividad, el espíritu emprendedor, la ciencia y tecnología, constituyen el ideal de formación que contribuye al pleno desarrollo de alumnos y alumnas. En Chile, se hace hincapié en la creatividad y la innovación como fuentes de cambio tecnológico, por medio de los estándares de formación del profesorado en TIC

Colombia, no ha sido ajena a todo este proceso de promoción en la educación del desarrollo de

habilidades de pensamiento, que se está articulando a nivel mundial, y empezó un trabajo serio en el marco de la Asamblea General por la Educación realizada en agosto de 2007 en donde se recogieron los aportes de más de 20.000 colombianos, representantes de todos los sectores de la sociedad, al Plan Nacional Decenal de Educación 2006 – 2015. Los participantes expresaron un gran interés por integrar la ciencia y la tecnología al sistema educativo, como herramientas para transformar el entorno y mejorar la calidad de vida. Así mismo, plantearon la necesidad de definir claramente los objetivos y las prioridades de la educación para responder a las demandas del siglo XXI, mediante propuestas y acciones concretas encaminadas a asumir los desafíos de la sociedad del conocimiento. Esto concuerda con las tendencias y los intereses internacionales que buscan promover una mejor educación en ciencia y tecnología, como requisito para insertar a las naciones en esta nueva sociedad.

En la búsqueda por reglamentar dichas propuestas y acciones, el Ministerio de Educación Nacional, expide la Guía No. 30 Orientaciones Generales para la Educación en Tecnología, que pretenden:

(...) Motivar a niños, niñas, jóvenes y docentes hacia la comprensión y la apropiación de la tecnología desde las relaciones que establecen

los seres humanos para enfrentar sus problemas y desde su capacidad de solucionarlos a través de la invención, con el fin de estimular sus potencialidades creativas. (MEN 2008, p.3).

Es precisamente desde la formación planteada en el área de tecnología e informática donde podemos encontrar una gran cantidad de posibilidades de generar una educación para la creatividad. Resnick (2009) señala sobre esta premisa que "Las computadoras, al igual que la pintura digital y las cuentas de colores, deberían ser usadas como material para hacer cosas." (p.1). Muchas de las temáticas que se plantean en la mayoría de los currículos de esta área en las instituciones educativas del país son sensibles de ser articuladas, en conjunto con otras áreas del conocimiento, para enriquecer los procesos de estimulación del pensamiento creativo.

Sin embargo, si se indaga frente a las metodologías para la enseñanza de las formas de creación utilizando la programación de computadores como paradigma, encontramos un consenso entre los estudiantes que las consideran una temática complicada, poco motivadora y sin ninguna aplicación práctica en las demás áreas del conocimiento, ni en su cotidianidad. Es evidente que nuestros estudiantes utilizan diversos medios para obtener información, aprender y entretenerse; los niños, niñas y adolescentes de hoy tienen contacto con el mundo de una forma gráfica, inmediata, y vivencial, usando diversas tecnologías, son capaces de clasificar qué contenidos son relevantes y darles total atención, incluso si eso implica hacer a un lado los contenidos de la escuela. Centrar la atención de los estudiantes para motivarlos hacia la creación usando tecnología puede llegar a plantearse como un reto debido en muchos casos a que se sigue enseñando los principios básicos de la programación de computadores utilizando el texto como único medio, lo cual puede ser frustrante, algunas veces aburrido, o poco motivador para las expectativas de los estudiantes. Incluso se aborda la enseñanza de la programación en las aulas utilizando las mismas estrategias metodológicas y herramientas que se utilizaron durante la formación de pregrado o postgrado de los mismos docentes.

Teniendo en cuenta la problemática descrita, este estudio tuvo como objetivo revelar la influencia de una intervención con estrategias de aprendizaje

de programación de computadores en el desarrollo de las dimensiones del pensamiento creativo en estudiantes de educación media. Estas estrategias fueron orientadas a desarrollar en el estudiante la capacidad de abstracción para entender un problema, diseñar una solución algorítmica e implementarla en el computador, llevándolo centrarse en el diseño creativo y algorítmico de la solución al problema y no en la complejidad del lenguaje. Por consiguiente, se buscó establecer la presencia de diferencias producidas por la aplicación de dos formas de tratamiento, en las dimensiones del pensamiento creativo (fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración) en los estudiantes de undécimo grado de las dos instituciones educativas.

Creatividad-Tecnología-Creatividad: Un bucle infinito

Las razones que sustentan abordar el estudio del pensamiento creativo y su desarrollo en los estudiantes a través del uso de tecnologías de la información, reside en que este es un componente importante en la educación escolar del siglo XXI. La ley 115 de febrero 8 de 1994, conocida como Ley General de Educación, enfatiza en los artículos 16, 20, y 22 la importancia de la formación para la creatividad y el pensamiento crítico. La UNESCO en su Conferencia Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción de octubre de 1998; estableció dentro de sus políticas de calidad, en su declaración para forjar una nueva visión de la educación superior, que se deben promover a nivel mundial nuevos sistemas de apoyo académico y métodos educativos innovadores que fomenten el pensamiento crítico y la creatividad en los estudiantes, haciendo uso del potencial y los desafíos de la tecnología.

Siendo un imperativo para una sociedad preocupada por su desarrollo, este abordaje debe hacerse desde la educación temprana:

Un país que pretende progresar está obligado, en consecuencia, a velar por la inclusión del cultivo de la creatividad en todos los niveles educativos. No basta con educar las aptitudes de los que escogen carreras de Bellas Artes o Diseño. No basta con abordarlas cuando el alumno entra en la universidad. Si intervenimos tarde, hemos dejado escapar todo un potencial que quizá ya no podamos recuperar (Guilera Agüera 2001, p.26)

Robinson (2013) advierte que las herramientas tecnológicas son neutrales pero que en manos de buenos docentes pueden ayudar a desarrollar la creatividad y el talento de las personas, y con ello, revolucionar los sistemas educativos. En este orden de ideas, y en ese esfuerzo por replantear el paradigma del tipo de ciudadano creativo que quieren formar los sistemas educativos en los países del primer mundo, la educación en tecnología, y más específicamente en el área de ciencias de la computación, tiene un papel relevante.

Siguiendo esta lógica, El Ministerio de Educación Nacional (MEN), se plantea como programa estratégico para mejorar la calidad y la competitividad de las personas y del país, la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a los procesos educativos:

No cabe duda de que saber manejar computadores es una competencia esencial en el mundo de hoy, pero mucho más importante es saber utilizarlos con sentido: para aprender, para solucionar problemas, para mejorar la productividad del trabajo. Las TIC no sólo ponen al alcance de docentes y estudiantes grandes volúmenes de información, sino que promueven el desarrollo de destrezas y habilidades esenciales como son la búsqueda, selección y procesamiento de información, así como la capacidad para el aprendizaje autónomo. También amplían las fronteras del aprendizaje al poner a disposición nuevos recursos, así como la forma para aprender con otros, incluyendo comunidades remotas. Dicho de otra manera, las TIC son una herramienta esencial para tener acceso a la sociedad del conocimiento. El grado en que los países incrementen su infraestructura de TIC y se apropien de ellas contribuirá a determinar la calidad de vida de los ciudadanos, las condiciones de trabajo y la competitividad global de la industria y los servicios¹.

En la Guía No. 30 (MEN 2008). Las orientaciones que se presentan pretenden:

(...) que la distancia entre el conocimiento tecnológico y la vida cotidiana sea menor y que la educación contribuya a promover la competitividad y la productividad. Entender

la educación en tecnología como un campo de naturaleza interdisciplinaria que implica considerar su condición transversal y su presencia en todas las áreas obligatorias y fundamentales de la educación Básica y Media².

Es evidente que existe un planteamiento válido desde la política educativa nacional que invita a las instituciones educativas a sumar esfuerzos en la búsqueda de la integración de TIC y creatividad, pero aún falta claridad desde qué perspectiva es más significativa dicha implementación. El planteamiento mayor es hacia el uso de TIC como herramienta de apoyo, o la necesidad de conocer su uso y aplicación como competencia básica, esperando que ese sea el punto de partida para formar ciudadanos creativos. Pero no es suficiente. Resnick (2007) plantea, que el conocimiento sólo no es suficiente. En este mundo de hoy tan rápidamente cambiante, la gente necesita continuamente encontrar soluciones creativas a problemas inesperados. Pensar bien, además del que pensar, es un prerrequisito para ser un ciudadano crítico en una sociedad auténticamente democrática. Para Zohar (2006) También es una condición necesaria para ser capaces de hacer frente competentemente a las grandes cantidades de información que son uno de los sellos distintivos de esta generación y de manejar las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación. Así que la capacidad de discernir la información depende de las habilidades del estudiante para darle prioridad, utilizarla de la forma y en el momento adecuado, y a través de las herramientas más enriquecedoras para su aprendizaje. Asimismo, enseñar a pensar creativamente contribuye a la construcción significativa de conocimiento científico.

Rojas (1991) afirmó que la problemática de la formación del estudiante de secundaria para la creatividad radica en que la prioridad del sistema educativo sigue siendo centrar su esfuerzo en prepararlos para lograr la eficiencia en procesos de productividad tradicionales. El planteamiento desde entonces es darle un giro: En vez de enfocarse en el aprendizaje repetitivo y en la memorización de hechos, los estudiantes que resuelven problemas, discuten cuestiones científicas y llevan adelante indagaciones se

¹Ministerio de Educación Nacional MEN. Visión 2019 Educación. Propuesta para discusión. Bogotá., 2006. p. 55.

²Ministerio de Educación Nacional MEN. Guía No. 30 Ser competente en tecnología: una necesidad para el desarrollo! Bogotá., 2008. p. 3.

involucran en un pensamiento activo sobre diversos temas. En consecuencia, una de las propuestas que ha tomado fuerza en los últimos años para desarrollar pensamiento creativo en jóvenes es la inclusión del aprendizaje de la programación de computadores al currículo escolar, ya que permite al estudiante desarrollar una disciplina de resolución de problemas (Resnick 2009), le ejercita en desarrollo de procesos de análisis, diseño, codificación, pruebas de escritorio, depuración y detección de errores entre otras.



Grafico 1: Relación entre conceptos.

(Trejos 2015). Salas (2006), Brennan & Resnick (2012) y Trejos (2015) afirman que la programación de computadores en el aula integra gran parte de las teorías de aprendizaje de Piaget, de desarrollo de Vigotsky, y de aprendizaje significativo de Ausubel, ya que está generando en los estudiantes la posibilidad de construcción de su propio conocimiento.

Modificado de Trejos Buriticá, O. (2015). Constructivismo y Significado en Ingeniería de Sistemas: Planteamiento Didáctico, Metodología y Evaluación. (p. 16) Revista Educación En Ingeniería.

La programación de computadores se convierte una herramienta útil, divertida e innovadora, como estrategia efectiva para desarrollar la creatividad en las aulas con nuestros estudiantes. Sin embargo, los cursos de programación, por lo general, se concentran en las herramientas, la sintaxis y los

métodos de un lenguaje; y utilizan la orientación a procedimientos empleando el solo pseudocódigo como paradigma de enseñanza de la programación. Dentro de esta óptica, tanto la programación de computadores como el uso de programas comerciales requieren una perspectiva educativa más audaz, un enfoque que supere la dimensión de mera productividad y apoyen el desarrollo de la creatividad en sus distintas manifestaciones. Las nuevas tecnologías si se utilizan y diseñan adecuadamente, tienen el potencial de ayudar a las personas a desarrollarse como pensadores creativos, de tal forma que estén mejor preparados para vivir en la Sociedad de la Creatividad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Población

La población en la investigación que ocupa este trabajo corresponde a los estudiantes de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta de la ciudad de Montería, con un número total de 1.685 estudiantes; y la Institución Educativa San Jorge del municipio de Montelíbano, con un número total de 3.258 estudiantes para el año lectivo 2014.

2.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 170 sujetos miembros de 5 grupos intactos de estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta (Montería) e Institución Educativa San Jorge (Montelíbano), seleccionados por muestreo intencionado a partir del cumplimiento de las condiciones requeridas por la variable independiente. Estos estudiantes entre 14 y 18 años de edad matriculados en el grado décimo del año lectivo 2014, cursaron la asignatura de Tecnología e Informática con una intensidad horaria de dos horas semanales, desarrollando los mismos contenidos; de esta manera se garantizó la homogeneidad de los grupos y un aceptable control de variables extrañas o intervinientes.

2.3. Definición de los grupos de sujetos

Para la designación de los grupos experimentales A, B, C y D y el grupo cuasi control E se utilizó el azar simple. De igual forma para esta elección se tuvo en cuenta como un criterio de decisión que los dos docentes asignados para trabajar con los 5 grupos en las dos instituciones educativas hacen parte del equipo investigador y se encuentran nombrados en propiedad en cada institución, lo que facilitó la aplicación de las estrategias y la recolección de la información en dichos grupos.

Para la designación de los grupos experimentales A, B, C y D y el grupo cuasi control E se utilizó el azar simple. De igual forma para esta elección se tuvo en cuenta como un criterio de decisión que los dos docentes asignados para trabajar con los 5 grupos en las dos instituciones educativas hacen parte del equipo investigador y se encuentran nombrados en propiedad en cada institución, lo que facilitó la aplicación de las estrategias y la recolección de la información en dichos grupos.

2.4. Instrumentos

En el estudio determinó la utilización de tres instrumentos equivalentes, pero no idénticos para dar alcance a los objetivos planteados y someter a prueba las hipótesis.

- Prueba genérica (Pretest 1) basada en la PIC-J³, adaptada por los autores del estudio.
- Prueba genérica (Pretest 2) basada en la PIC-J, adaptada por los autores del estudio.
- Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes PIC-J (Postest), elaborada y validada por Artola, et al., 2008.

La Prueba de Imaginación Creativa para jóvenes (PIC-J) es el instrumento destinado a la evaluación de la creatividad a través del uso que el sujeto hace de su imaginación (Artola, et al. 2008). La PIC-J permite evaluar tanto la creatividad narrativa o verbal como figurativa o gráfica a través de la medida de algunas de las dimensiones del pensamiento creativo de los sujetos miembros de los 5 grupos intactos de estudiantes que hacen parte del estudio.

2.5. Materiales de intervención

Los sujetos de los grupos experimentales A y C de las respectivas instituciones educativas fueron sometidos a la aplicación de la propuesta de intervención con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch⁴. Así mismo, a los sujetos de los grupos experimentales B y D les fue aplicada la propuesta de intervención con estrategias de

aprendizaje de programación de computadores utilizando Pseudocódigo. La aplicación de esta última estrategia se hizo utilizando la herramienta PSeInt⁵.

Estas secuencias didácticas se articularon en 9 sesiones durante el primer periodo académico comprendido entre los meses de enero y marzo de 2015. Las sesiones fueron desarrolladas con una intensidad de 2 horas semanales. Las actividades fueron diseñadas de tal manera que se enfocaran en una o más dimensiones del pensamiento creativo adaptadas de la propuesta del modelo para la estimulación del pensamiento creativo de Duarte (2004) y mediante la implementación del paradigma creativo computacional de Resnick (2001), Brennan (2011) y de los planteamientos del trabajo de Resnick & Brennan (2012) sobre los nuevos marcos de referencia para la evaluación y el desarrollo del pensamiento computacional. Este modelo de referencia propone una organización de las habilidades de pensamiento computacional agrupadas en tres dimensiones (Grafico 2).

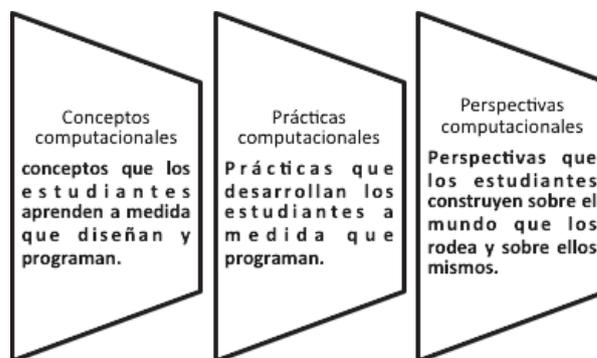


Grafico 2: Dimensiones del pensamiento computacional.

Fuente: Adaptado de Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada.*

³Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes, elaborada y validada por Artola, et al., 2008.

⁴Scratch es un lenguaje de programación desarrollado por el Grupo Lifelong Kindergarten del Laboratorio de Medios del MIT, liderado por el Dr. Mitchel Resnick. El propósito de Scratch es fomentar la Computación Creativa y las habilidades de Pensamiento Computacional como paradigma de aprendizaje de la programación. Desde la página <https://scratch.mit.edu/> se puede utilizar o descargar la aplicación de Scratch, al igual que publicar los trabajos que en ella se hagan.

⁵PSeInt es un entorno de programación en pseudocódigo totalmente libre y gratuito (bajo licencia GPLv2) desarrollado por Pablo Novara. Se puede descargar gratuitamente desde <http://pseint.sourceforge.net/>

3. METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en el paradigma empírico analítico y se inscribe dentro del enfoque de investigación cuantitativo, de tipo cuasi experimental. A partir de las características propias del trabajo investigativo y con el propósito de responder a los requerimientos problemáticos planteados, alcanzar los objetivos del estudio y someter a prueba las hipótesis formuladas, se estimó la necesidad de un diseño de serie temporal interrumpida con grupo de cuasi control.

La investigación se desarrolló en ocho etapas.

En la primera etapa se hizo una reunión con los rectores y coordinadores académicos de las Instituciones Educativas Policarpa Salavarrieta (Montería) y San Jorge (Montelíbano) con el fin de dar a conocer el planteamiento del problema, los objetivos del estudio e igualmente la metodología de la investigación, y a su vez solicitar la respectiva autorización (consentimiento informado) para la intervención con los estudiantes.

Se definieron los grupos A y B como grupos experimentales (IE Policarpa Salavarrieta), los grupos C y D como grupos experimentales (IE San Jorge) y el grupo E como grupo cuasi control (IE San Jorge). Y se socializó con los estudiantes en qué consistía la investigación, los objetivos, metodología de trabajo y el papel fundamental que ellos desempeñan durante la intervención con los tratamientos.

Posteriormente se diseñaron las pruebas genéricas (pretest 1 y 2) basadas en la Prueba de Imaginación Creativa para jóvenes PIC-J, adaptadas por los autores del estudio. Para establecer la confiabilidad del instrumento se realizó un estudio técnico. Se tomó una muestra piloto de 15 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta, que no hacen parte de los 5 grupos intactos con los que se trabajó en el estudio, a los cuales se les aplicó una Prueba 1 a mediados del tercer periodo académico del año lectivo 2014. Luego, finalizando el tercer periodo académico 2014 se les volvió a aplicar una Prueba 2.

El procedimiento usado para estimar la confiabilidad del instrumento fue el de confiabilidad de versiones equivalentes. Este se utiliza en el caso de que existan dos o más

pruebas que midan el mismo constructo. Para ello, preparamos dos versiones de la misma prueba y las administramos a la misma muestra de sujetos; luego estas dos distribuciones de puntajes son correlacionadas, para estimar el coeficiente de confiabilidad. Para realizar el estudio técnico de confiabilidad del instrumento se aplicó la prueba no paramétrica de Spearman utilizando el software SPSS 17.

En la siguiente etapa se diseñaron las secuencias didácticas con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando el entorno gráfico Scratch y usando Pseudocódigo. Luego, finalizando el cuarto periodo académico del año lectivo 2014 se realizó una primera medida (pretest 1) a los estudiantes de grado décimo pertenecientes a los Grupos A y B (Experimental IE Policarpa Salavarrieta), Grupos C y D (Experimental IE San Jorge) y Grupo E (Cuasi control IE San Jorge) de forma simultánea, con la finalidad de medir inicialmente el nivel de desarrollo de las dimensiones del pensamiento creativo según la prueba genérica basada en la Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes PIC-J. Al inicio del primer periodo académico del año lectivo 2015, se realizó una segunda medida (pretest 2) a los estudiantes de grado undécimo, quienes hicieron parte del estudio como alumnos de grado décimo en el año lectivo 2014, pertenecientes a los Grupos A y B (Experimental IE Policarpa Salavarrieta), Grupos C y D (Experimental IE San Jorge) y Grupo E (Cuasi control IE San Jorge) de forma paralela, con el fin de valorar la existencia de cambios en los niveles de desarrollo de las dimensiones del pensamiento creativo, producto de la maduración biológica que pudo darse en el lapso de tiempo del receso escolar y el paso del grado décimo a undécimo y también por el efecto de la familiarización de los sujetos con los test que se les aplican, según la prueba genérica basada en la Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes PIC-J.

Para la aplicación de los pretest 1 y 2 tanto a los grupos experimentales como al grupo cuasi control, los estudiantes fueron reunidos por grupos en las salas de informática de cada institución educativa y se les entregó de forma individual un ejemplar impreso de la respectiva prueba genérica basada en la PIC-J, se les dieron las respectivas instrucciones para cada juego de la prueba y se les controló el tiempo por parte del docente integrante del equipo investigador.

El proceso investigativo siguió con la intervención con las secuencias didácticas con estrategias de aprendizaje de programación de computadores a los grupos experimentales de las dos instituciones. Con el primer tratamiento de estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch se intervinieron los grupos A y C, con el segundo tratamiento de estrategias de aprendizaje de programación de computadores usando Pseudocódigo se intervinieron los grupos B y D, y el grupo E o grupo cuasi control no recibió tratamiento experimental.

Luego de la intervención, se realizó en forma simultánea una tercera y última medida (postest) a los sujetos participantes de los grupos experimentales A y B (IE Policarpa Salavarrieta), C y D (IE San Jorge) y cuasi control E (IE San Jorge), utilizando la Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes PIC-J. Para la aplicación del postest, se reunieron los estudiantes pertenecientes a los grupos experimentales y al grupo cuasi control, de forma independiente en las salas de informática de cada institución educativa y se les hizo entrega individual de un ejemplar impreso de la Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes PIC-J, se impartieron las instrucciones específicas para cada juego de la prueba y se controló el tiempo por parte del docente investigador. Esta etapa del estudio se desarrolló al inicio del segundo periodo académico del año lectivo 2015.

La tabla x representa el esquema de aplicación de las pruebas de valoración antes y después de la intervención con los tratamientos.

última etapa se realizó el análisis estadístico de los resultados obtenidos con el pretest 1, pretest 2 y postest, para lo cual se utilizó como herramienta de procesamiento el software SPSS 17.

Para poder realizar el análisis estadístico sobre los resultados obtenidos, y con el propósito de alcanzar los objetivos del estudio, evaluar el impacto de los dos tratamientos (Scratch y Pseudocódigo) y someter a prueba el sistema de hipótesis formulado, se utilizaron las pruebas no paramétricas de Wilcoxon, Friedman, U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis.

Con las pruebas de Wilcoxon y Friedman, se realizaron los análisis comparativos intragrupos. Esto para establecer la existencia de diferencias significativas entre los resultados de los pretest y postest

dentro de los mismos grupos (esto es antes y después de la intervención con los tratamientos) al interior de las dos instituciones educativas, con el fin de conocer si hay cambios estadísticamente significativos debido a los tratamientos o si se producen aún en ausencia de los mismos en algunas de las dimensiones del pensamiento creativo en cada uno de los grupos. Cabe resaltar que la prueba de Wilcoxon se aplica cuando son muestras dependientes, es decir, los mismos individuos, que se comparan en dos tiempos distintos. De igual forma, la prueba de Friedman trabaja con muestras dependientes, comparando los resultados en más de dos tiempos distintos simultáneamente.

Las pruebas U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis se aplicaron para muestras independientes y permitieron constatar la existencia de diferencias estadísticamente significativas sobre las dimensiones del pensamiento creativo entre todos los grupos intervinientes, comparando los resultados de los pretest y postest. Se debe tener en cuenta que con la prueba U de Mann-Whitney se trabaja con dos grupos diferentes, mientras que con la prueba de Kruskal-Wallis se puede trabajar con más de dos grupos distintos.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis comparativo intergrupos

4.1.1. I.E. Policarpa Salavarrieta

Comparando los resultados del pretest 1 entre los grupos experimentales A y B, se observó que el p-valor obtenido en el análisis de las dimensiones fue mayor que 0.05 en todos los casos, con esto se puede afirmar, que no hubo diferencias significativas en los resultados del pretest 1 entre ambos grupos para todas las dimensiones del pensamiento creativo que aquí se evaluaron.

En cuanto a la comparación de los resultados del pretest 2 entre los grupos A y B, estos arrojaron, que el p-valor obtenido en el análisis de las dimensiones originalidad y elaboración resultaron, con un margen de error del 5%, revelando que existen diferencias significativas en los resultados del pretest 2 entre ambos grupos para estas dimensiones. Al mismo tiempo, según los resultados de la tabla 1 se pudo comprobar a partir de los rangos medios obtenidos de la prueba U de Mann-Whitney, que los niveles de desarrollo de las dimensiones originalidad y elaboración obtuvieron su mayor puntuación en

el grupo experimental A, lo cual se podría atribuir inicialmente a la maduración biológica que pudo darse en el lapso de tiempo del receso escolar, el paso del grado décimo a undécimo y/o al efecto de familiarización de los estudiantes del grupo A con las pruebas que se les aplicaron con respecto a los estudiantes del grupo B.

Por último, en la comparación de los resultados del postest entre los grupos A y B, el p-valor obtenido en el análisis de las dimensiones fluidez, flexibilidad y elaboración revela que también se presentaron diferencias significativas en los resultados del postest entre ambos grupos para estas dimensiones.

Según los resultados de la tabla 1 se pudo comprobar a partir de los rangos medios obtenidos de la prueba U de Mann-Whitney, que los

niveles de desarrollo de las dimensiones fluidez, flexibilidad y elaboración obtuvieron su mayor puntuación en el grupo experimental A. En efecto, sí hubo una mejoría en los niveles de desarrollo de estas dimensiones del pensamiento creativo en los estudiantes, luego de ser intervenidos con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch, es decir, los resultados del postest en el grupo experimental A fueron mejores que los del grupo experimental B. Concluyendo de esta manera que la intervención con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch, tuvo un impacto más significativo sobre las dimensiones fluidez, flexibilidad y elaboración del pensamiento creativo, en contraste con la intervención con el tratamiento usando pseudocódigo al interior de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta.

Tabla 1: Rangos de la Prueba U de Mann-Whitney comparativa intergrupos A y B

Dimensiones Pensamiento Creativo	Grupos	Tratamientos	N	Rangos Promedios		
				Pre 1	Pre 2	Post
Fluidez	Grupo A	Scratch	38	37,51	39,76	47,07
	Grupo B	Pseudocódigo	38	39,49	37,24	29,93
Flexibilidad	Grupo A	Scratch	38	35,87	39,51	46,49
	Grupo B	Pseudocódigo	38	41,13	37,49	30,51
Originalidad	Grupo A	Scratch	38	39,76	46,95	39,17
	Grupo B	Pseudocódigo	38	37,24	30,05	37,83
Elaboración	Grupo A	Scratch	38	38,51	43,92	45,13
	Grupo B	Pseudocódigo	38	38,49	33,08	31,87

4.1.2. I.E. San Jorge

Para realizar los análisis comparativos intergrupos al interior de la Institución Educativa San Jorge, además de la prueba U de Mann-Whitney, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, ambas utilizando el software SPSS 17.

Nuevamente, al comparar los resultados del pretest 1 entre los grupos experimentales C y D y cuasi control E, se pudo observar que el p-valor obtenido en el análisis de la dimensión flexibilidad fue menor que 0.05, es decir, con un margen de error del 5%, pudiéndose comprobar que existen diferencias significativas en los resultados del pretest 1 entre los tres grupos para esta dimensión.

De la misma manera, según los resultados, se comprobó a partir de los rangos medios obtenidos de la prueba de Kruskal-Wallis que el nivel de desarrollo de la dimensión flexibilidad obtuvo su mayor puntuación en el grupo experimental D.

En lo referente a la comparación de los resultados que resultaron de la aplicación del pretest 2 entre los grupos C, D y E, el p-valor obtenido en el análisis de las dimensiones fue mayor que 0.05 en todos los casos, reflejando, que no existen diferencias significativas en los resultados del pretest 2 entre los tres grupos para todas las dimensiones del pensamiento creativo que allí se evaluaron.

Finalmente, en la comparación de los resultados del postest entre los grupos C, D y E, se tuvo que el p-valor obtenido en el análisis de las dimensiones fluidez, flexibilidad, y originalidad dio como resultado que existen diferencias significativas entre los tres grupos para estas dimensiones.

Los resultados de la tabla 2 muestran, a partir de los rangos medios obtenidos de la prueba de Kruskal-Wallis, que los niveles de desarrollo de las dimensiones fluidez, originalidad y elaboración obtuvieron su mayor puntuación en el grupo experimental C, mientras que la dimensión flexibilidad consiguió su mayor puntaje en el grupo experimental D. En efecto, sí hubo una mejoría en los niveles de desarrollo de las dimensiones fluidez, originalidad y elaboración del pensamiento creativo en los estudiantes que fueron intervenidos con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch, y para la dimensión flexibilidad hubo mejoría en el nivel de desarrollo de los estudiantes luego de ser intervenidos con estrategias de aprendizaje de programación de computadores usando pseudocódigo. Es decir, los resultados del postest en el grupo experimental C fueron mejores que en el grupo cuasi control E y experimental D. Concluimos de esta forma para la comparación intergrupos C, D y E, que la intervención con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch tuvo un impacto significativo en las dimensiones fluidez, originalidad y elaboración

del pensamiento creativo de los estudiantes, mientras que el tratamiento usando pseudocódigo tuvo un impacto significativo solo en la dimensión flexibilidad al interior de la Institución Educativa San Jorge.

Al realizar la comparación de los resultados del pretest 1 entre los grupos experimentales C y D, se puede observar que el p-valor obtenido en el análisis de la dimensión flexibilidad fue menor que 0.05, es decir, con un margen de error del 5%, se puede concluir que para esta dimensión existen diferencias significativas en los resultados del pretest 1 entre ambos grupos. De la misma forma, según los resultados de la tabla 3 se puede comprobar a partir de los rangos medios obtenidos de la prueba U de Mann-Whitney, que el nivel de desarrollo de la dimensión flexibilidad obtuvo su mayor puntuación en el grupo experimental C.

En cuanto al pretest 2, entre los grupos C y D se observa que el p-valor obtenido en el análisis de las dimensiones fue mayor que 0.05 en todos los casos, por lo tanto, no existieron diferencias significativas en los resultados del pretest 2.

En la comparación de los resultados del postest entre los grupos C y D, observamos que el p-valor obtenido en el análisis de las dimensiones flexibilidad y elaboración fue menor que 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas en los resultados del postest entre ambos grupos para estas dimensiones.

Tabla 2: Rangos de la Prueba de Kruskal-Wallis comparativa intergrupos C, D y E

Dimensiones Pensamiento Creativo	Grupos	Tratamientos	N	Rangos Promedios		
				Pre 1	Pre 2	Post
Fluidez	Grupo C	Scratch	32	51,08	45,18	60,17
	Grupo D	Pseudocódigo	32	47,63	48,89	45,50
	Grupo E	Cuasi Control	30	44,02	48,28	37,63
Flexibilidad	Grupo C	Scratch	32	36,83	42,70	50,75
	Grupo D	Pseudocódigo	32	59,50	44,81	58,34
	Grupo E	Cuasi Control	30	45,50	54,69	33,61
Originalidad	Grupo C	Scratch	32	52,92	44,70	61,22
	Grupo D	Pseudocódigo	32	51,88	50,81	45,73
	Grupo E	Cuasi Control	30	38,05	46,81	36,41
Elaboración	Grupo C	Scratch	32	50,10	45,42	59,33
	Grupo D	Pseudocódigo	32	52,69	48,88	48,56
	Grupo E	Cuasi Control	30	39,88	48,08	35,34

Según los resultados de la tabla 3 se pudo comprobar a partir de los rangos medios obtenidos de la prueba U de Mann-Whitney, que los niveles de desarrollo de las dimensiones flexibilidad y elaboración obtuvieron su mayor puntuación en el grupo experimental C. En efecto, sí hubo una mejoría en los niveles de desarrollo de estas dimensiones del pensamiento creativo en los estudiantes, luego de ser intervenidos con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch, es decir, los resultados del postest en el grupo experimental C fueron mejores que los del grupo experimental D. Concluyendo de esta manera que la intervención con estrategias de aprendizaje de programación de computadores utilizando entorno gráfico Scratch, tuvo un impacto más

significativo sobre las dimensiones flexibilidad y elaboración del pensamiento creativo, en contraste con la intervención con el tratamiento usando pseudocódigo al interior de la Institución Educativa San Jorge.

La batería completa del estudio consta de una serie de 12 comparaciones intragrupo e intergrupo, e inter instituciones (Gráfico 3) que permitieron concluir, que la enseñanza de la programación de computadores, en efecto, tiene una influencia positiva en el desarrollo de las dimensiones del pensamiento creativo, y que además, el paradigma de enseñanza de la programación utilizando herramientas como Scratch obtiene mejores resultados en dicha influencia.

Tabla 3: Rangos de la Prueba U de Mann-Whitney comparativa intergrupos C y D

Dimensiones Pensamiento Creativo	Grupos	Tratamientos	N	Rangos Promedios		
				Pretest 1	Pretest 2	Poste
Fluidez	Grupo C	Scratch	32	33,31	33,17	35,45
	Grupo D	Pseudocódigo	32	31,69	31,83	29,55
Flexibilidad	Grupo C	Scratch	32	37,19	29,66	40,50
	Grupo D	Pseudocódigo	32	27,81	35,34	24,50
Originalidad	Grupo C	Scratch	32	36,86	33,66	35,80
	Grupo D	Pseudocódigo	32	28,14	31,34	29,20
Elaboración	Grupo C	Scratch	32	36,38	32,78	37,06
	Grupo D	Pseudocódigo	32	28,63	32,22	27,94

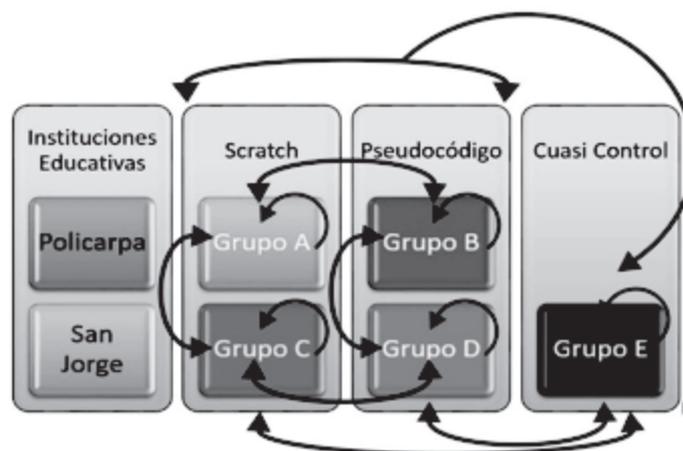


Grafico 3: Batería de comparaciones del sistema de hipótesis.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSION

El desarrollo del pensamiento creativo en secundaria es una tarea pendiente en nuestro sistema educativo. Existe la evidencia empírica de que es susceptible de desarrollarse y de la existencia del potencial creativo, en mayor o menor grado, en estos jóvenes. El estudio demostró que ese potencial puede ser mejorado al aplicar la metodología y las herramientas correctas, en este caso concreto, la programación de computadores. El diseño de actividades planificadas teniendo en cuenta las dimensiones del pensamiento creativo, planteadas como unidades didácticas de intervención en los objetivos específicos, se convirtieron en un instrumento efectivo para la estimularlo. En este sentido el objetivo general del estudio se logró desarrollar en su totalidad.

La programación de computadores per se puede ser un instrumento efectivo para mejorar el potencial creativo en la educación secundaria, sin embargo, la metodología tradicional de pseudocódigo y diagramas puede llegar a ser, debido a su complejidad, un factor que limite esta mejora sólo a individuos cuyos niveles de comprensión de la lógica matemática sean lo suficientemente fundamentados. Este estudio demostró que esta barrera puede ser superada utilizando los principios de la computación creativa y los entornos de programación gráficos orientados hacia la colaboración, ya que los niveles de las distintas dimensiones del pensamiento creativo mostrados en los resultados de las pruebas, fueron en promedio mayores en los sujetos sometidos al tratamiento con el entorno Scratch. Esto se da en consonancia con el planteamiento del objetivo específico número dos.

La maduración de los estudiantes y la familiarización con el instrumento, aunque fueron en ambos casos observables, terminaron siendo marginales en los resultados globales. Los retos plantean desafíos y estos estimulan soluciones creativas, y los instrumentos presentaron un reto para los sujetos que fue abordado de distintas maneras en todos los aspectos de la prueba. Esto confirma lo expuesto por García (1998) al referirse al pensamiento creativo como un proceso de recombinación y reformulación constante, iterativo e incremental. Este trabajo de investigación permitió observar que el proceso creativo se da de manera espontánea, con buenos resultados; y también de manera asistida,

estimulada y organizada, con resultados más que significativos.

Las condiciones que permiten desarrollar la enseñanza de la programación de computadores varían de una institución a otra. Algunas dedican una intensidad horaria menor para los grados de la media (un promedio de 55 minutos a la semana) o no cuentan con las infraestructuras adecuadas para tal fin. En el caso de las instituciones implicadas en la investigación las condiciones fueron muy cercanas a ser similares, lo que favoreció el desarrollo homogéneo del planteamiento del proyecto. Los resultados mostraron que se presentaron diferencias significativas en el desarrollo de las dimensiones del pensamiento creativo en los sujetos que fueron sometidos a ambos tratamientos en ambas instituciones, sin embargo, en la institución educativa Policarpa los resultados fueron mejores en el tratamiento con Scratch, en contraste con los resultados del tratamiento con pseudocódigo, donde fueron más favorables en la institución educativa San Jorge.

6. RECOMENDACIONES

Para obtener resultados favorables en estudiantes de educación media, con cualquier tipo de estrategia que busque explotar el potencial creativo, se hace necesario emprender una labor de identificación de las fortalezas e intereses desde los primeros años escolares. La educación para la creatividad debe ser tenida en cuenta desde la primera infancia, así como la construcción de ambientes que propicien su desarrollo. Es preciso realizar un replanteamiento de la educación de los primeros años en las instituciones oficiales en ese sentido, ya que ha quedado demostrado que es posible construir pensamiento creativo desde esos niveles pre escolares (Arteaga & Arteaga, 2014). Si esto se ejecuta, seguramente tendríamos resultados superiores a los demostrados en este estudio. En consecuencia, se recomiendan planes de formación de maestros en el desarrollo de la creatividad como política integral educativa. Esto les permitiría tener las herramientas para orientar sus actividades hacia el fomento del pensamiento creativo con planes y ambientes adecuados. A su vez, es imperativo dotar a las instituciones educativas de los recursos necesarios para tal fin.

Es necesario reconocer la importancia que tiene la programación de computadores para desarrollar

el potencial creativo de los estudiantes, por ende, su enseñanza también debe empezar desde los primeros años escolares de manera continua en todos los periodos académicos, con una intensidad horaria y estrategias de enseñanza adecuadas.

Sobre la enseñanza de la programación en la educación básica secundaria y media, los autores de este estudio recomiendan un replanteamiento de su metodología. Es indispensable, sin perder su complejidad y fundamentos, adaptar el aprendizaje de las estructuras computacionales a las realidades de la escuela y dejar a un lado el método riguroso del código en favor de modelos más dinámicos y con una alta carga didáctica. La computación creativa ofrece una alternativa amigable con los más jóvenes, que luego permite crecer en complejidad y riqueza a la par del desarrollo creativo del estudiante. Es preciso hacer este replanteamiento desde las bases curriculares y en formación del profesorado en las facultades de educación con programas de tecnología e informática.

También recomendamos el involucramiento de los padres de familia y el compromiso de los directivos docentes en cada una de las instituciones que quieran iniciar un proceso de educación para la creatividad utilizando la programación de computadores, y entre estas recomendaciones, la respectiva intervención en los planes de mejoramiento y los PEI de cada institución educativa.

Además, dados los resultados de este estudio, sus estrategias pueden ser la base para instaurar dos tipos de programas: 1) Programas de formación de maestros cuya responsabilidad es el área de Tecnología e informática y programas sostenibles, 2) Programas interdisciplinarios sostenibles en la didáctica del pensamiento creativo mediados por el aprendizaje de la programación.

Las secuencias didácticas diseñadas e implementadas en esta investigación pueden servir de guía para que se sigan diseñando y re-mezclando nuevas secuencias didácticas para otros niveles académicos y grados de las instituciones educativas involucradas.

Se recomienda, a fin de continuar fortaleciendo el desarrollo del pensamiento creativo, formalizar una cátedra al interior de las instituciones educativas

donde se profundizará en las dimensiones del pensamiento creativo y que a su vez permita fomentar la adquisición de habilidades del siglo XXI. Esta cátedra estaría orientada inicialmente a los docentes y posteriormente a los estudiantes.

Finalmente, consideramos que este estudio es un referente teórico y empírico no solo para el Proyecto Educativo Institucional (PEI), la Autoevaluación Institucional y para el Plan de Mejoramiento Institucional (PMI) de las dos instituciones educativas involucradas, sino que su modelo metodológico puede ser emulado, complementado y ampliado para futuros estudios en instituciones homólogas en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Arteaga, J. & Arteaga, S. (2014). Desarrollo de la creatividad a partir de la creación de ambientes de aprendizaje en grado cero. Universidad de Córdoba. Montería. Colombia.
- [2]. Artola González, T. (2008). PIC-J Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes. Madrid: TEA.
- [3]. Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada.
- [4]. Ministerio de Educación Nacional MEN. (2008). Guía No. 30 Ser competente en tecnología: ¿una necesidad para el desarrollo. Bogotá.
- [5]. Ministerio de Educación Nacional MEN (2006). Visión 2019 Educación. Propuesta para discusión. Bogotá.
- [6]. Resnick, M. (2001). Closing the fluency gap. Communications of the ACM,44(3), 144-145.
- [7]. Resnick, M. (2007). Cultivando las semillas para una sociedad más creativa. Act. Inv. En Educ., 8(1). doi:10.15517/aie.v8i1.9306
- [8]. Rojas Arias, T. (1991). Creatividad y Programación. Informática Educativa, 4(1), 61-66.

- [9].** Guilera Agüera, L. (2011). Anatomía de la creatividad. Sabadell: FUNDIT.
- [10].** Robinson, K (2013). “Las tecnologías pueden ayudar a revolucionar la educación” | El Blog de Educación y TIC. Recuperado el 17 agosto de 2015, desde <http://blog.tiching.com/sir-ken-robinson-las-tecnologias-pueden-ayudar-revolucionar-la-educacion/>
- [11].** Salas Campos, I. (2006). Una propuesta didáctica para la programación con Micromundos (1st ed., Vol. 1). San José: EUNED.
- [12].** Trejos Buriticá, O. (2012). Consideraciones sobre la evolución del pensamiento a partir de los paradigmas de programación de computadores. RT, 16(32), 68. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2012.2.a06
- [13].** Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. Enseñanza De Las Ciencias, 24(2), 157-172. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/record/218>