

Pensamiento computacional, una estrategia educativa en épocas de pandemia

*Computational thinking, an educational strategy
in times of pandemic*

RECIBIDO 30/10/2020 ACEPTADO 30/12/2020 PUBLICADO 1/6/2021

 **Rafael Ricardo Mantilla Guiza**

Universidad de Santander, Colombia

rafael.mantilla1@estudiant.uib.es

 **Francisca Negre Bennasar**

Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Universidad de les Illes Balears, España

xisca.negre@uib.es

RESUMEN

La educación tiene por tarea preparar individuos para retos, necesidades y oportunidades en un mundo globalizado; ahora con tecnología permeando las actividades del ser humano, teorías de aprendizaje tradicionales sin reconocer elementos de la alfabetización digital (conductismo, cognitvismo y constructivismo). La educación requiere cambios de pensamiento y más aún con la presencia del COVID-19, pandemia que impulsó aislamientos físicos sociales; aumentando la necesidad de dominar escenarios digitales en las comunidades educativas. La anterior situación consolida al pensamiento computacional (PC), como estrategia efectiva aplicada en el modelo presentado por el MIT-Harvard, con marco teórico definido y aplicado desde el año 2012. El objetivo de la investigación es diagnosticar el nivel de formación de competencias del pensamiento computacional para resolver problemas; y establecer desde un estudio cuantitativo con diseño no experimental transeccional la correlacional entre: las dimensiones conceptual, práctica y perspectiva computacional, con el desarrollo de competencias para resolver problemas, demostraron una correlación positiva superior al 0.462 y significancia de 0.000 entre la fundamentación teórica, la práctica para consolidar el aprendizaje y el desarrollo de capacidades para tomar decisiones optimas en la búsqueda de soluciones; implementado en un colegio público de Colombia con 133 estudiantes de educación media, bajo formación caracterizada por el aislamiento y distanciamiento social, desde escenarios totalmente virtuales. El instrumento de diagnóstico, validado y categorizado por 32 problemas, dimensiona las habilidades para generar competencias, con similitudes al sistema educativo colombiano que promueve los aprendizajes con: el saber, saber hacer y saber ser; lo anterior se consolida como insumos para la generación de un ecosistema virtual de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE pensamiento computacional, alfabetización digital, competencia digital, educación siglo XXI, educación y pandemia.

ABSTRACT

Education has the task of preparing individuals for challenges, needs and opportunities in a globalized world; now with technology permeating human activities, traditional learning theories without recognizing elements of digital literacy (behaviorism, cognitivism and constructivism). Education requires changes of thought and even more so with the presence

of COVID-19, a pandemic that prompted social physical isolation; increasing the need to master digital scenarios in educational communities. The previous situation consolidates computational thinking (CT), as an effective strategy applied in the model presented by MIT-Harvard, with a defined theoretical framework and applied since 2012. The objective of the research is to diagnose the level of training of competencies of the computational thinking to solve problems; and establish from a quantitative study with a non-experimental transectional design the correlation between: the conceptual, practical and computational perspective dimensions, with the development of skills to solve problems, showed a positive correlation greater than 0.462 and significance of 0.000 between the theoretical foundation, the practice to consolidate learning and the development of capacities to make optimal decisions in the search for solutions; implemented in a public school in Colombia with 133 high school students, under training characterized by isolation and social distancing, from totally virtual settings. The diagnostic instrument, validated and categorized by 32 problems, measures the skills to generate competencies, with similarities to the Colombian educational system that promotes learning with: knowing, knowing how to do and knowing how to be; The above is consolidated as inputs for the generation of a virtual learning ecosystem.

KEYWORDS computational thinking, digital literacy, digital competence, 21st century education, education and pandemic.

1. INTRODUCCIÓN

El constante avance tecnológico y el impacto en las actividades realizadas por los seres humanos; es una realidad en la bien llamada “Era Digital”, su impacto es evidente en diversos contextos como: el laboral, económico, político, social, cultural, educativo, entre otros. Para Siemens (2004) el cognitivismo y el constructivismo son las tres grandes teorías de aprendizaje utilizadas más a menudo en la creación de ambientes instruccionales. Estas teorías, sin embargo, fueron desarrolladas en una época en la que el aprendizaje no había sido impactado por la tecnología. En los últimos veinte años, la tecnología ha reorganizado la forma en la que vivimos, nos comunicamos y aprendemos. Las necesidades de aprendizaje y las teorías que describen los principios y procesos de aprendizaje, deben reflejar los ambientes sociales subyacentes. Vaill enfatiza que “el aprendizaje debe constituir una forma de ser-un conjunto permanente de actitudes y acciones que los individuos y grupos emplean para tratar de mantenerse al corriente de eventos sorpresivos, novedosos, caóticos, inevitables, recurrentes...” (1996, p.42, las tres grandes teorías de aprendizaje conductismo, cognitivismo y constructivismo son utilizadas a menudo como fuente en los principios y procesos de aprendizaje. Sin embargo, fueron desarrolladas en tiempos donde la tecnología no ejercía una fuerte influencia, y ahora la pandemia pone al descubierto la necesidad de un modelo funcional en un escenario de educación con distanciamiento social.

Al respecto, Acevedo (2016), Goldie (2016) y Siemens (2004) mencionan tendencias significativas en el aprendizaje para responder a la rápida y corta vida del conocimiento, caracterizado por un crecimiento exponencial, y corto tiempo para adquirirlo antes que se vuelva obsoleto. Además, advierten que la mitad del conocimiento de hoy no era conocido hace 10 años y tiende a duplicarse cada 18 meses. Ahora se suma la pandemia COVID-19, manifestada con un fuerte distanciamiento social y físico, donde el sector educativo es fuertemente afectado, exponiendo falencias en países en desarrollo con factores relacionados a la falta de accesibilidad a plataformas o con una legislación insuficiente (Amado-Salvatierra et al., 2018). El nuevo escenario es un mundo cada vez más globalizado digitalmente, pero aislado físicamente. De allí la impor-

tancia de establecer nuevas estrategias formativas de aprendizaje, modos de pensamiento que respondan a estas sinergias, en un escenario cambiante y evolutivo (Cayo-Rojas, & Miranda-Davila, 2020).

Dentro de estas tendencias a nivel mundial, se propone el aprendizaje como un proceso continuo para toda la vida; donde la escuela y las actividades laborales están ligadas, incluso en muchos casos son lo mismo. Como consecuencia nace la necesidad de acciones en la formación de un individuo; desde un sistema educativo que contemple a la tecnología como agente activo, que está alterando (recableando) el cerebro y el pensamiento.

Con base a lo anterior, la educación tiene el papel protagónico, de formar individuos que atiendan los requerimientos de una sociedad, cada vez más permeada por la tecnología, con respuestas efectivas, innovadoras, actualizadas y pertinentes, frente a teorías de aprendizaje que no contemplaban estos nuevos elementos, y otros factores que emergen y limitan los contextos escolares, producto del distanciamiento social: estudiantes y docentes que deben continuar sus procesos educativos desde el hogar.

En otras palabras, el estudiante requiere de habilidades para acceder a contenidos por medio de tecnologías digitales, dominar diversas plataformas virtuales, atender diferentes retos de trabajo autónomo y colaborativo, entre otros. Sin mencionar factores muy relacionados como la accesibilidad, conectividad, etcétera.

Como contexto práctico e inmediato, se evidencia la necesidad por incorporar nuevas estrategias pedagógicas curriculares de formación en el colegio técnico Vicente Azuero de Floridablanca Colombia; revisando los referentes teóricos que enmarcan la prueba nacional estandarizada “Saber 11”. La prueba tiene una frecuencia anual, se aplica en el último año de educación media, evalúa las competencias adquiridas (saber, saber hacer y saber ser) desde cinco componentes. Agregar que en los últimos 4 años es preocupante, los bajos resultados y limitado número de beneficiarios del plan de becas por su buen desempeño a estudiantes de escasos recursos, siendo, en algunos casos, la única oportunidad de continuar su formación profesional en la educación superior. Ahora, si el escenario era complejo, se suma la dificultad que representa el aislamiento social físico, la nueva variable en la formación para alcanzar buenos resultados.

Para tal fin, se realiza un mapeo teórico del modelo MIT-Harvard de pensamiento computacional, comprendiendo los fundamentos conceptuales en torno a las tres dimensiones: concepto computacional, prácticas computacionales y perspectivas computacionales de Brennan y Resnick (2012). El modelo es descriptivo, alternativo con una madurez superior a 5 años, que presenta buenos resultados. Adicionalmente, se aplica el cuestionario como instrumento de evaluación validado y de alto reconocimiento de Román-González et al. (2017).

La importancia radica en la oportunidad que brinda trabajar las 4 habilidades: la abstracción, reconocimiento de patrones, la descomposición y el diseño de algoritmos, que en conjunto fortalecen las competencias para resolver problemas. El pensamiento computacional (PC) se ha estado consolidado a nivel mundial como una estrategia efectiva para resolver problemas, minimizando la brecha digital, generando nuevas formas de pensamiento que contribuye a la alfabetización digital en el siglo XXI, y que en tiempos de pandemia son necesarias para un mejor desempeño ante la reconfiguración educativa de tiempo y espacio.

Como resultado, se presentan las actividades para diagnosticar el nivel de formación de competencias del pensamiento computacional para resolver problemas en los estudiantes de último año en educación media (133) del colegio técnico “Vicente Azuero” en Floridablanca, y establece la relación entre las dimensiones propuestas por el modelo MIT de la Universidad de Harvard para generar habilidades en la resolución de problemas.

1.1 Pensamiento computacional, capacidad para resolver problemas

Se expone como una forma de pensar mencionada en el año 2006 por Jeannette Wing, y acuñada bajo el término de *Computational Thinking*. En su momento, fue presentado como la emergente competencia para desarrollar en un individuo durante su proceso de formación, enfatizando en sus beneficios al iniciar los estudiantes desde edades tempranas, sin que fuese exclusivo de un selecto grupo de ingenieros, o científicos de la computación. Wing (2006) visionaba el PC como el desarrollo sistemático de habilidades del pensamiento crítico, encaminadas a la resolución de problemas desde conceptos de la computación (secuencia, ciclo, eventos, paralelismo y condicionales, entre otros). Estas habilidades incluyen (pero no se limitan a) la abstracción, descomposición, los algoritmos y patrones.

Abstracción: es la base del PC, con un proceso mental que busca reducir la complejidad de algo, en propiedades fundamentales, elementos claves, y a partir de ellos construye modelos para analizarlos o modificar sus condiciones, evaluando resultados antes de aplicarlos en el mundo real (Jaramillo, & Puga, 2016; Sánchez, 2019). Por ejemplo, un lenguaje de programación es la abstracción de un conjunto de cadenas, que interpreta y realiza acciones diferentes.

Descomposición: para Catlin y Woollard (2014), se relaciona con el proceso de dividir o separar artefactos, procesos o sistemas en partes más pequeñas, sencillas, que ayude a resolverlo desde un abordaje por sub problemas. Ejemplo: sacar el máximo común divisor de 2 fraccionarios (el descomponerlo se debe capturar las cifras, establecer cuál es mayor y menor entre los denominadores, aplicar ciclos con base al modulo de la división, mostrar resultados).

Patrones: es definido por Balladares et al. (2016), como el reconocimiento del mundo que nos rodea, con elementos de interacción que se repiten bajo determinadas condiciones. Tanto las computadoras como los individuos lo pueden realizar, pero varían sustancialmente en los tiempos de respuesta, es decir, su reconocimiento permite la automatización que simplifica la acción de realizar tareas complejas y repetitivas. Ejemplo: determinar y presentar 3 número primos de 1 cifra, a presentar 100 números primos de 4 cifras.

Algoritmos: es mencionado por Catlin y Woollard (2014) como la secuencia de pasos o eventos que guían un proceso para resolver un problema. Agrega Balladares et al. (2016) que esta habilidad permite organizar procesos secuenciales y lógicos de tal forma que resuelvan el problema, es decir, el individuo diseña el algoritmo que en las máquinas son un conjunto de acciones que se ejecutan frente a una situación específica. Ejemplo: el algoritmo que opera en los cajeros automáticos para retirar dinero, con una serie de condiciones bien definidas para las diferentes situaciones que se puedan presentar.

Wing menciona que el alcance de las ciencias de la computación no se limita a programar computadoras, ni son un simple artefacto, deben ser aprovechados para dar ideas, resolver problemas de la vida diaria y ser más cercano a las personas, debiendo esta habilidad ser para todos y aplicable en cualquier contexto. Por su parte Graziani et al. (2016) y Piazza, y Mengual-Andrés (2020)PC, mencionan la importancia del PC ante los retos del siglo XXI, y el papel de la escuela para preparar a los individuos del mañana, abordando situaciones de mayor complejidad con acompañamiento tecnológico, y así obtener un mejor desempeño en los distintos ámbitos de la vida. Es decir, estar preparados para situaciones caracterizadas por labores repetitivas, estructuradas, escalables, con reconocimiento de patrones, que requieren de algoritmos bien definidos.

1.2 Tendencias educativas del pensamiento computacional

Diferentes esfuerzos se dan entorno a este tema. Caballero-González y García-Valcárcel, (2020) mencionan a Seymour Papert con argumentos iniciales de valor para el desarrollo de habilidades a través de la robótica, y muchos otros aportes que le siguieron, destacando cambios estructurales en el currículo. Espino y González (2016) presentan parte de estos cambios en currículos educativos de España, Europa y otros países, que abarcan la enseñanza y desarrollo del PC desde etapas infantiles hasta bachillerato. Por ejemplo, en España surgieron nuevas asignaturas y actividades relacionadas con la programación que se conciben como herramienta transversal a otras materias como matemáticas, y se dan acciones para formar al profesorado en el deseo de incorporar contenido computacional en el aula. También se indica que la ley de la educación inicialmente le otorgaba poca representatividad a la enseñanza de la informática y, poco a poco, surgen materias relacionadas como ciencias de la computación y la programación, entre otras variantes. En educación primaria, aunque no se habla de enseñanza del PC, si aconsejan trabajar con las TIC desde el área de lenguajes: comunicación y representación.

Seguidamente en educación secundaria esta la asignatura de tecnología y contenidos que se relacionan con la programación, robótica, etcétera. Y en bachillerato, de una manera más formal, se trabaja con lenguajes de programación. A nivel europeo, Reino Unido con asignaturas como *Computing*, forma a sus estudiantes desde la educación primaria hasta la secundaria, aportando en la generación de ciudadanos activos digitales. De igual forma, Francia, Alemania o Estonia, entre muchos otros, introducen la programación en el currículo educativo. Finlandia, como un referente reconocido por su modelo educativo, desde el 2016 y 2017 vuelve obligatorio el aprendizaje de la programación desde primaria. De forma similar, Australia comenzó a enseñar a programar desde quinto grado.

Paralelamente, se menciona a Estados Unidos como referente internacional, pues, aunque no cuenta con una asignatura o disciplina específica para el desarrollo del PC, existen programas relacionados, como las escuelas Q2L *Quest to Learn*, que incorporan el PC sin que sea propio de una sola asignatura, lo manejan como un recurso transversal a todas las áreas. Destaca por otra parte el movimiento *code.org*, que busca posicionar a la informática como materia principal.

Al mismo tiempo, destaca Canadá con los mejores puntajes en referencia al PC con el currículo *Computer Studies*; Israel, con cursos formativos optativos en secundaria de programación; Japón, con asignaturas obligatorias en secundaria enfocadas a generar habilidades en la resolución de problemas y ciudadanía digital. Finaliza Espino y González (2016), destacando la tendencia de más países como Singapur, en trabajar el desarrollo del PC; mientras que otros países como Argentina, Colombia o China, no cuentan con referencias oficiales.

En Colombia, se carece de referencias oficiales dentro de la normatividad para el desarrollo del PC, pero existen aproximaciones por parte de algunas instituciones educativas que efectúan ajustes.

1.3 Calidad, competencia y evaluación educativa en Colombia

La calidad educativa tiene por meta enseñar para la vida, propiciando escenarios de acción, prácticos y reflexivos, con extensión al campo social y humanístico en la formación integral de un estudiante. Esta formación integral asume un enfoque de competencias en el 2002. Si bien el concepto de competencia fue intro-

ducido por McClelland (1973) para caracterizar los niveles de desempeño, comportamientos y disposición de los individuos para llevar a cabo las tareas en sus puestos de trabajo. Huerta et al. (2010) el cambiante mundo de la economía y el trabajo pone énfasis en controlar y elevar la calidad de la producción y de las mercancías, lo cual requiere a la vez aumentar la productividad de los recursos humanos involucrados. Una consecuencia de lo anterior ha sido el debate acerca de los mecanismos en que las instituciones educativas forman los recursos, y la necesidad de plantear modificaciones en su organización, en los contenidos y en los métodos de enseñanza. En este contexto global, México se incorpora y forma parte de los grandes bloques económicos internacionales. La necesidad de relacionar de una manera más efectiva la educación con el mundo del trabajo conduce al sector oficial a promover la implementación de las opciones educativas basadas en los denominados modelos por competencias. La política oficial se concreta en 1993 al crearse el Sistema Normalizado por Competencias Laborales y el Sistema de Certificación Laboral, sistemas derivados del proyecto general sobre Educación Tecnológica y Modernización de la Capacitación. El proyecto fue realizado conjuntamente por la Secretaría de Educación Pública y por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Originalmente fue propuesto principalmente por el Dr. Ernesto Zedillo (en ese entonces secretario de Educación Pública) amplían la competencia como sinónimo de habilidad, aptitud, destreza, dominio, atribución, disposición o idoneidad, en el cual era inseparable la acción del conocimiento.

Su clasificación es diversa, va desde competencias académicas, profesionales y laborales para unos autores, como generales (transversales) y específicas (técnicas) para otros, pero coinciden en su composición. Una competencia está compuesta para Cejas (2005) por el saber, para referirse al conocimiento y contenido especializado de algo; el saber hacer, para la capacidad de respuesta frente a la aplicación de este conocimiento; el saber ser, como la capacidad para trabajar en equipo, desempeñarse en escenarios colaborativos, de comunicación efectiva interpersonal; y el saber estar, como la capacidad para asumir responsabilidades, organizar y decidir. En términos de Spencer y Spencer (1993), nos habla de conducta, conocimientos, habilidades y otras características individuales.

Para concluir, el MEN asume muchos constructos de Spencer y Spencer, definiendo la competencia como: “saber hacer en situaciones concretas que requieran la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes. La competencia responde al ámbito del saber qué, saber cómo, saber por qué y saber para qué” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p.12).

Como estrategia evaluativa de la calidad, el sistema educativo colombiano mide el nivel de cumplimiento del desarrollo de competencias básicas, desde una prueba nacional llamada saber 11, administrada por el instituto colombiano para evaluación de la calidad (ICFES) (Departamento administrativo de la función pública, 2009; 2010). La misma norma desprenden los componentes que deben evaluarse y alineación con los distintos niveles educativos (básica, secundaria, media, etc.), evaluando la misma competencia, pero con diferente alcance.

Las pruebas se llevan a cabo desde 5 componentes: lectura crítica, matemáticas, sociales y ciudadanía, ciencias naturales, inglés. En cada una se busca evaluar el desarrollo de competencias: saber, saber hacer y saber ser que fomentan el desarrollo del pensamiento crítico, es decir, en la prueba no basta con conocer conceptos o datos, debe emplear dicho concepto para resolver problemas en situaciones de la vida cotidiana. El análisis estructural de las competencias por componentes, tienen por fin identificar el nivel de desarrollo de habilidades para resolver problemas.

1.4 Modelo MIT-Harvard de Brennan y Resnick

Si bien el nombre de PC cada vez es más popular, los modelos teóricos no tanto. En este sentido, Brennan y Resnick (2012) presentan un marco teórico del PC alternativo a otros, como los propuestos por Csizmadia et al. (2015), Education (2016), Corradini et al. (2017), Rich y Langton (2016) y Seehorn et al. (2011). Los diferentes modelos teóricos comparte muchos elementos; pero en razón al marco normativo de Colombia, orienta hacia el desarrollo de competencias (saber, saber hacer y saber ser) , el modelo que mayor articulación supone, lo representa el modelo teórico de Brennan y Resnick (2012), con una organización en 3 dimensiones: concepto computacional (saber), prácticas computacionales (saber hacer) y perspectivas computacionales (saber ser). Adicionalmente, el modelo alternativo, tiene una madurez superior a 5 años, incluso cuenta con cuestionario validado diseñado por Román-González et al. (2015).

Todo lo anterior llevó a formular la pregunta de investigación: ¿cuál es el tipo de relación entre las dimensiones conceptual, práctica y perspectiva computacional del modelo teórico MIT-Harvard, en la generación de habilidades para resolver problemas con estudiantes de último grado en educación media del colegio técnico “Vicente Azuero” en Floridablanca Colombia?

2. MATERIAL Y MÉTODO

Por objetivo estaba dado por el propósito de diagnosticar el nivel de formación de competencias del pensamiento computacional para la resolución de problemas; desde la relación entre las dimensiones del modelo MIT-Harvard: conceptos, prácticas y perspectivas computacionales.

Los supuestos básicos que guiaron la investigación fueron:

H_0 : A mayor relación entre las dimensiones conceptuales, prácticas y perspectivas computacionales aplicadas a estudiantes de último grado en educación media del colegio técnico “Vicente Azuero” en Floridablanca, menor es el desarrollo de competencias en pensamiento computacional para resolver problemas.

H_1 : A mayor relación entre las dimensiones conceptuales, prácticas y perspectivas computacionales aplicadas a estudiantes de último grado en educación media del colegio técnico “Vicente Azuero” en Floridablanca, mayor es el desarrollo de competencias en pensamiento computacional para resolver problemas.

2.1 Tipo de investigación y enfoque

Se utilizó un enfoque investigativo de tipo cuantitativo, con diseño no experimental transeccional por su alcance correlacional entre: las dimensiones conceptual, práctica y perspectiva computacional, con el desarrollo de competencias en pensamiento computacional para resolver problemas.

La prueba se aplica con un cuestionario validado para evaluar el desarrollo del pensamiento computacional (DPC). Las muestras relacionadas recibieron tratamiento con pruebas paramétricas.

TABLA 1. Distribución de estudiantes por curso

Curso	Número de estudiantes	Porcentaje
11-1	23	17.3
11-2	26	19.5
11-3	24	18.0
11-4	32	24.1
11-5	28	21.1
Total	133	100.0

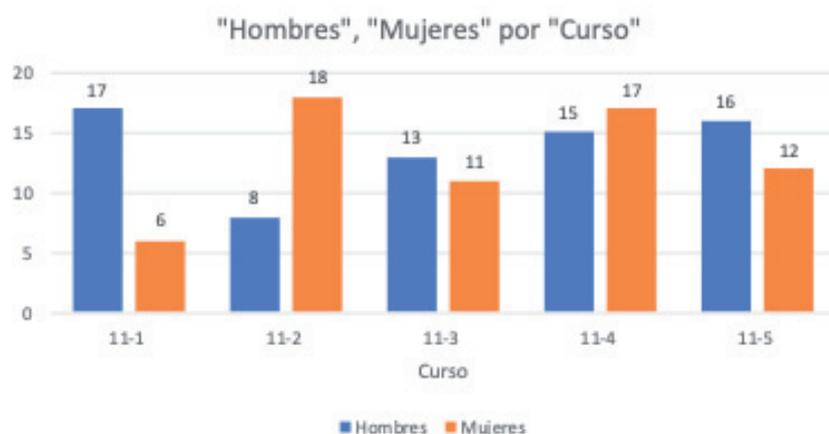
2.2 Participantes

La intervención presenta los resultados obtenidos sobre una población total de 133 estudiantes, en condiciones virtuales que cuentan con los dispositivos computacionales y conectividad mínima para restituir sus derechos educativos, después de un lapso de ajustes producto del aislamiento físico generado por la pandemia, y un modelo educativo que era solo presencial. Lo anterior permitió fijar el

tamaño muestral en el mismo número para un mayor grado de confianza, en virtud de la viabilidad de los recursos destinados a la investigación (tiempo, espacio, costos). El rango de edad de los participantes oscila entre 16 y 18 años, con promedio de 17 años, cursaban el último año (undécimo) de educación media en el colegio técnico Vicente Azuero (una institución de carácter oficial ubicada en la zona urbana de Floridablanca, Santander, Colombia). El tiempo de aplicación corresponde al año 2019. Hay que indicar que la muestra estaba distribuida en cinco cursos, como se presenta en la tabla 1.

Con respecto al género de la población estudiantil, la figura 1 presenta la distribución de 69 hombres frente a 64 mujeres, con lo cual se puede decir que es una muestra homogénea en género.

FIGURA 1. Distribución por género en los cursos



2.3 Instrumentos

El cuestionario es conocido como Test del Pensamiento Computacional (TPA) (Román-González et al., 2015), validado y depurado por expertos, el análisis de fiabilidad mediante el Alfa de Cronbach es de 0.743 y la fiabilidad equivalente a un 0.80 (alta fiabilidad). La prueba incorpora 32 ítems de longitud, es objetiva, de elección múltiple con única respuesta, incluye la opción de no conoce, y estimada para aplicar en un tiempo máximo de 55 minutos. Los 5 ejes contemplados son: concepto computacional abordado (direcciones, bucles,

condicionales y funciones), entorno-interfaz del reactivo, estilo de las alternativas de respuesta, existencia de anidamiento y tarea requerida (figura 2). Adicional a los ítems del TPA, se incluyen 3 secciones: al inicio preguntas personales de caracterización como: *email*, nombres, apellidos, genero, curso, edad; la segunda sección corresponde a las instrucciones con 3 ejemplos de preguntas para familiarizar al estudiante con las preguntas de la prueba; y, finalmente, posterior al cuestionario TPA, esta la sección de autoevaluación con dos preguntas de satisfacción.

FIGURA 2. Cuadro resumen con especificaciones de los ítems del TPC

Item	Entorno - Interfaz del reactivo	Estilo de las alternativas de respuesta	Concepto computacional abordado								Existencia de anidamiento	Tarea requerida	Opción correcta
			Direcciones	Bucles (loops)		Condicionales (conditionals)			Funciones (functions)				
				Repetir veces (repeat times)	Repetir hasta (repeat until)	Condicional simple (if)	Condicional compuesto (if/else)	Mientras que (while)	Funciones simples	Funciones con parámetros			
Item 1	Laberinto	Visual por flechas	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	Secuenciación	B
Item 2	Laberinto	Visual por flechas	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	Completamiento	C
Item 3	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	Depuración	D
Item 4	Lienzo	Visual por bloques	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	Secuenciación	D
Item 5	Laberinto	Visual por flechas	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	Secuenciación	C
Item 6	Laberinto	Visual por flechas	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	Completamiento	D
Item 7	Lienzo	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	Depuración	A
Item 8	Laberinto	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	Sí	Secuenciación	B
Item 9	Laberinto	Visual por flechas	Sí	No	Sí	No	No	No	No	No	No	Secuenciación	D
Item 10	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	Sí	No	No	No	No	No	No	Completamiento	C
Item 11	Laberinto	Visual por flechas	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Depuración	C
Item 12	Lienzo	Visual por bloques	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Secuenciación	A
Item 13	Laberinto	Visual por flechas	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Secuenciación	B
Item 14	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Secuenciación	A
Item 15	Laberinto	Visual por flechas	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Completamiento	D
Item 16	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Depuración	D
Item 17	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Secuenciación	B
Item 18	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Secuenciación	A
Item 19	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Depuración	B
Item 20	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Completamiento	C
Item 21	Laberinto	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No	Sí	Secuenciación	A
Item 22	Laberinto	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	No	Sí	Secuenciación	B
Item 23	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Completamiento	A
Item 24	Laberinto	Visual por bloques	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No	No	Sí	Completamiento	C
Item 25	Lienzo	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí	Secuenciación	B
Item 26	Lienzo	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí	Completamiento	B
Item 27	Laberinto	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí	Secuenciación	A
Item 28	Laberinto	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí	Completamiento	C
Item 29	Laberinto	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Secuenciación	D
Item 30	Laberinto	Visual por bloques	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Completamiento	A
Item 31	Lienzo	Visual por bloques	No	No	No	No	No	No	No	Sí	Sí	Secuenciación	B
Item 32	Lienzo	Visual por bloques	Sí	No	No	No	No	No	No	Sí	Sí	Completamiento	C

2.4 Procedimiento

El avance que direccionó la investigación siguió las siguientes fases:

Fase 1. Preparación de la investigación

Una vez establecido el marco teórico frente al pensamiento computacional, el modelo de evaluación del sistema educativo colombiano y los parámetros de calidad estructurados en la prueba estandarizada saber 11; y la com-

posición del TPA con 3 tareas requeridas para su desarrollo (secuencias, depuración y complementación), se precisa que las tareas requeridas desde secuencias busquen establecer la base del concepto algorítmico y representación de estructuras, con instrucciones textuales que marcan el flujo de los datos, analizando su flujo y resultados (dimensión de conceptos computacionales). Por su parte, las tareas que requieren depuración, buscan diagnosticar el análisis y ejecución de instrucciones con prueba y error para seleccionar la solución más adecuada (dimensión de prácticas computacionales). Finalmente, las tareas que requieren complementación, comprenden los cambios necesarios al combinar secuencia con depuración, para tomar decisiones desde esfuerzos de creatividad e innovación (dimensión de perspectivas computacionales). Mencionar como aplicación ética, la presentación y autorización por parte de los padres de familia, el uso de imagen con fines académicos para los estudiantes intervenidos.

Fase 2. Recolección de la información

Después de establecer los referentes teóricos, se diseñó un cuestionario mediante la herramienta formularios de la *Suite de Google*, embebido desde el campus virtual de aprendizaje cvcolvicenteazuero.com/colvia o accesible directamente desde la dirección web: <https://bit.ly/2FelQNX>. El recurso recoge de forma automática los datos en una hoja de cálculo, minimizando errores de digitación y agilizando el tratamiento de los datos para su posterior análisis.

Fase 3. Análisis e interpretación

Con el fin de establecer el análisis cuantitativo de tipo correlacional se empleó el *software* estadístico SPSS versión 25 de IBM; desde allí se obtienen los resultados estadísticos, frecuencias, tendencia, gráficos representativos y permitió establecer la relación entre las dimensiones entorno al desarrollo del PC, determinando el coeficiente de correlación de Pearson. Finalmente se presentan una serie de discusiones y conclusiones por la afinidad entre la habilidad para resolver problemas, el desarrollo de competencias, el modelo del sistema educativo colombiano y la prueba saber 11.

3. RESULTADOS

En la figura 3, se presentan se aprecian los porcentajes de acierto frente a la dimensión de conceptos computacionales, correspondiendo a 16 preguntas de secuencia en la prueba TPC (1, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 25, 27, 29, 31). El 25% de aciertos corresponde al 12.78% de los 133 estudiantes que aplicaron, en el 50% de aciertos se ubican 56.39%, el 75% de aciertos es alcanzado por el 24.81% y en el 100% de respuestas correctas se encuentra el 6.02%. Lo anterior permite concluir que la mayoría de los estudiantes logran resolver entre 8 y 12 de las 16 preguntas, indicando un dominio medio alto conceptual del PC.

La Figura 4 muestra los porcentajes de acierto frente a la dimensión de prácticas computacionales, representada por 5 preguntas para depuración en la prueba TPC (3, 7, 11, 16 y 19). El 8.2% no tiene aciertos, el 13,11% consigue un 20% de aciertos, el 24.59% se ubican en el 40% de aciertos, el 31.15% acierta en un 60%, el 22.95% consigue el 80% de aciertos y ninguno en el 100% de aciertos. Lo anterior permite concluir que la mayoría de los estudiantes logran resolver entre 2 y 4 de las 5 preguntas, indicando dominio medio en prácticas del PC.

FIGURA 3. Aciertos dimensión conceptos computacionales (agrupada)

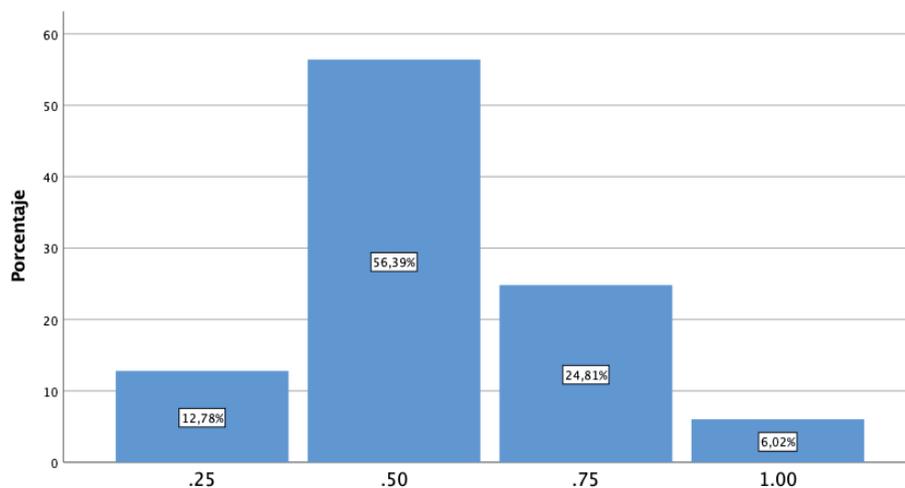


FIGURA 4. Aciertos dimensión prácticas computacionales (agrupada)

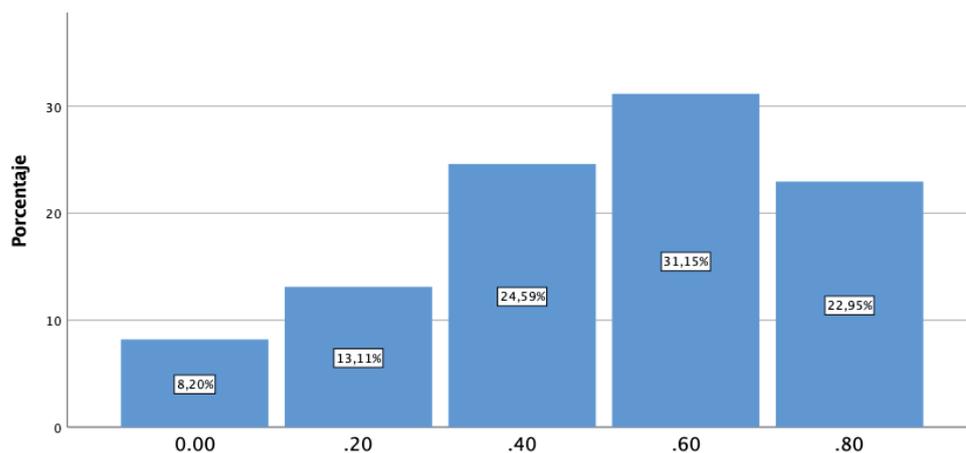
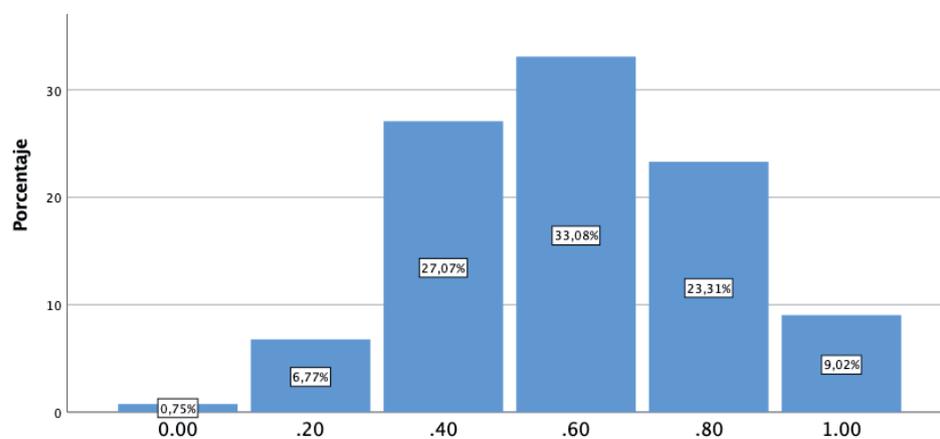


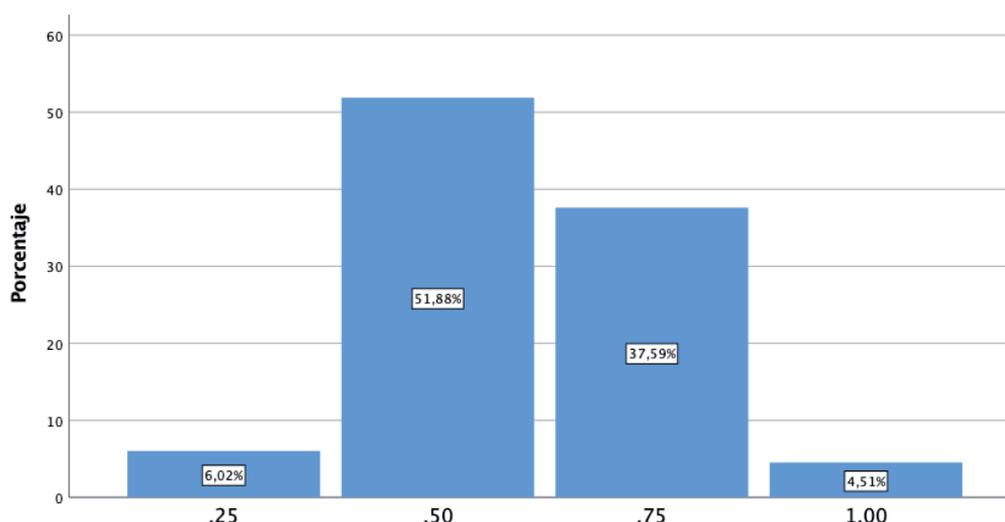
FIGURA 5. Aciertos perspectivas computacionales (agrupada)



La figura 5 expone los porcentajes de acierto frente a la dimensión de perspectivas computacionales, conformada por 11 preguntas para complementación en la prueba TPC (2, 6, 10, 15, 20, 23, 24, 26, 28, 30 y 32). El 0.75% no tiene ningún acierto, el 6.77% alcanza un 20% de aciertos, el 27.07% consigue un 40% de aciertos, el 33.08% se ubica en el 60% de aciertos, el 23.31% se posiciona en el 80% de aciertos y 9.02% puntúa en el 100% de aciertos. Lo anterior permite concluir que la mayoría de los estudiantes logran resolver entre 5 y 7 de las 11 preguntas, indicando dominio medio alto en perspectivas del PC.

Consolidando las 3 dimensiones desde 32 preguntas en la figura 6, se consigue establecer el DPC para los 133 estudiantes de último año escolar, así: el 6.02% alcanza un 25% de aciertos en general, el 51.88% consigue un 50% de aciertos, el 37.59% se clasifica en el 75% de aciertos y el 4.51% se sitúa en el 100% de aciertos para la prueba. Lo anterior permite concluir que la mayoría de los estudiantes logran resolver entre 16 y 20 de las 32 preguntas, indicando dominio medio básico en el desarrollo del PC, como habilidad para resolver problemas.

FIGURA 6. Desarrollo del pensamiento computacional (agrupada)



3.1 Correlaciones

A fin de establecer el grado de significación en la relación entre la dimensión conceptual con la dimensión práctica computacional, la dimensión práctica con le perspectiva computacional y la dimensión conceptual con la perspectiva computacional, se aplicó a los datos el coeficiente de correlación de Pearson, y así dar respuesta en los 3 escenarios.

¿Existe relación entre la dimensión de conceptos computacionales (saber) y la dimensión de prácticas computacionales (saber hacer)?

Los resultados de la figura 7, indican una relación directa significativa de 0.463 entre las dos dimensiones; por lo cual se asume una influencia fuerte en los conceptos y las prácticas computacionales como habilidades del PC para resolver problemas.

¿Existe relación entre la dimensión de practicas computacionales (sabe hacer) y la dimensión de perspectivas computacionales (saber ser)?

FIGURA 7. Correlación entre la dimensión conceptos y prácticas computacionales

		Dimensión Conceptos Computacion ales	Dimensión Prácticas Computacion ales
Dimensión Conceptos Computacionales	Correlación de Pearson	1	,463**
	Sig. (bilateral)		,000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	1079,203	237,211
	Covarianza	8,176	1,797
	N	133	133
Dimensión Prácticas Computacionales	Correlación de Pearson	,463**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	237,211	242,737
	Covarianza	1,797	1,839
	N	133	133

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

FIGURA 8. Correlación entre la dimensión prácticas y perspectivas computacionales

		Dimensión Prácticas Computacion ales	Dimensión Perspectivas Computacion ales
Dimensión Prácticas Computacionales	Correlación de Pearson	1	,462**
	Sig. (bilateral)		,000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	242,737	171,789
	Covarianza	1,839	1,301
	N	133	133
Dimensión Perspectivas Computacionales	Correlación de Pearson	,462**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	171,789	569,203
	Covarianza	1,301	4,312
	N	133	133

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

FIGURA 9. Correlación entre la dimensión conceptos y perspectivas computacionales

		Dimensión Conceptos Computacion ales	Dimensión Perspectivas Computacion ales
Dimensión Conceptos Computacionales	Correlación de Pearson	1	,602**
	Sig. (bilateral)		,000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	1079,203	471,797
	Covarianza	8,176	3,574
	N	133	133
Dimensión Perspectivas Computacionales	Correlación de Pearson	,602**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	471,797	569,203
	Covarianza	3,574	4,312
	N	133	133

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Los resultados de la figura 8, indican una relación directa significativa de 0.462 entre las dos dimensiones; por lo cual se asume una influencia fuerte en la práctica y las perspectivas computacionales como habilidades del PC para resolver problemas.

¿Existe relación entre la dimensión de conceptos computacionales (saber) y la dimensión de perspectivas computacionales (saber ser)?

Los resultados de la figura 9, indican una relación directa significativa de 0.602 entre las dos dimensiones; por lo cual se asume una influencia fuerte en los conceptos y las perspectivas computacionales como habilidades del PC para resolver problemas.

La tendencia en los 3 casos corresponde a una relación directa positiva, el valor de Pearson es alto, con un valor de nivel de significación o t valor menor al mínimo aceptable en estudios de educación de 0.05, permitiendo rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis de investigación (H_1).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En los hallazgos, se obtiene un análisis de resultados similar al informe presentado por Altablero (2018); que exponía resultados en las pruebas PISA para el área matemáticas en Colombia, ubicando los evaluados en el nivel dos de cuatro (básico). Menos del 18% de los estudiantes eran capaces de interpretar situaciones en contextos, utilizar algoritmos, formulas, procedimientos o convenciones elementales para efectuar razonamiento directo e interpretativo literal de los resultados. Cerca del 60% tenían capacidad para identificar información y llevar a cabo procedimientos matemáticos rutinarios, siguiendo instrucciones directas en situaciones explícitas, para responder a preguntas relacionadas y en contextos conocidos. Por su parte, en la prueba diagnóstica, el 6.02% de los sujetos alcanzan un 25% de aciertos en general, el 51.9% consiguen un 50% de aciertos, concluyendo que el 58.9% de los estudiantes evaluados logran resolver entre 16 y 20 de las 32 preguntas (la mitad), correspondiendo a un dominio básico en el desarrollo del PC, como habilidad para resolver problemas.

En cuanto a la correlación analizada entre la dimensión conceptual y la dimensión práctica, es representativa en el nivel 0.1 con un valor positivo de 0.463 y una significancia de 0.000. Siguiendo las apreciaciones de Compañ-Rosique et al. (2015): “Escucho y olvido. Veo y recuerdo. Hago y comprendo” (p.7), el hacer afianza de forma significativa conceptos adquiridos, estimula la capacidad de abstracción al solucionar un problema analizando y diseñando un algoritmo.

Por su parte, la correlación existente entre la dimensión práctica y la dimensión perspectiva, es representativa con un valor positivo de 0.462 y significancia de 0.000. Para Gómez Giraldo (2014) y López-Yepes (2019), el practicar y prepararse conlleva a la generación de habilidades para tomar nuevas decisiones, evaluar situaciones, valorar riesgos. En otras palabras, el individuo ha aprendido a aprender. Es la dimensión que estimula la capacidad de abstraer, descomponer y aplicar patrones en el diseño de algoritmos, permite reformular problemas difíciles, verificar modelos en busca de soluciones óptimas.

Y finalmente, la correlación entre la dimensión conceptual y la dimensión perspectiva, es representativa con un valor positivo de 0.602 y significancia de 0.000. En este sentido, para un modelo educativo que

busca la generación de competencias (Huerta et al., 2010) el cambiante mundo de la economía y el trabajo pone énfasis en controlar y elevar la calidad de la producción y de las mercancías, lo cual requiere a la vez aumentar la productividad de los recursos humanos involucrados. Una consecuencia de lo anterior ha sido el debate acerca de los mecanismos en que las instituciones educativas forman los recursos, y la necesidad de plantear modificaciones en su organización, en los contenidos y en los métodos de enseñanza. En este contexto global, México se incorpora y forma parte de los grandes bloques económicos internacionales. La necesidad de relacionar de una manera más efectiva la educación con el mundo del trabajo conduce al sector oficial a promover la implementación de las opciones educativas basadas en los denominados modelos por competencias. La política oficial se concreta en 1993 al crearse el Sistema Normalizado por Competencias Laborales y el Sistema de Certificación Laboral, sistemas derivados del proyecto general sobre Educación Tecnológica y Modernización de la Capacitación. El proyecto fue realizado conjuntamente por la Secretaría de Educación Pública y por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Originalmente fue propuesto principalmente por el Dr. Ernesto Zedillo (en ese entonces secretario de Educación Pública, la capacidad de tomar decisiones, evaluar escenarios y tener un buen desempeño en la solución de problemas, es una relación esencial entre teoría y práctica; donde el individuo tiene la capacidad para administrar su conocimiento y lo que sabe hacer para soportar una solución.

Todo lo anterior expone un modelo eficiente soportado en el DPC, que articula con el sistema educativo colombiano y que demanda abordar articuladamente los conocimientos, actividades de práctica y toma de decisiones en nuevos escenarios, que fortalecen las habilidades de reconocimiento de patrones, abstracción, descomposición y análisis o diseño de estructuras algorítmicas.

Mencionar sobre la estructura del instrumento aplicado, específicamente las opciones de respuesta para cada ítem, lo acertado en buscar la mitigación en el error de medida, que en todo análisis cuantitativo es inevitable, por la existencia de otras variables que giran entorno a la prueba y estudiante. Por ejemplo, puede estar cansado, desea acabar pronto, no le gusta lo que está evaluado o simplemente le apuesta a la suerte. Sin embargo, con una correcta sensibilización frente a la importancia de la prueba se aprecia que la opción "No conoce" fue seleccionada 265 veces, equivalente a un 6.23% de las respuestas recibidas, y aplicaron como factor suerte, reconociendo su desconocimiento.

4.2 Conclusiones

El desarrollo del pensamiento computacional se consolida como una estrategia efectiva para favorecer la alfabetización digital. Para Carmen Ricoy et al. (2010), internet brinda un mundo lleno de posibilidades y emociones a los jóvenes, promocionando transformaciones notables en el campo laboral y educativo, cambiando el rol de un sujeto de observador y navegante a constructor y actor, caracterizado por un desarrollo de habilidades esenciales para resolver problemas, en contextos gobernados por la tecnología con reconfiguración del concepto espacio y tiempo. Para Zapata-Ros (2015), tiene concomitancias y coincidencias con competencias tradicionales (lectura, escritura, habilidades matemáticas); competencias relacionadas con medios de información, que van desde recursos multimediales, hipertextuales, digitales, entre otros; y para el siglo XXI, con el PC, hacen más referencia al proceso mental para manipular la información y no a organizar los problemas.

Desde la estructura del sistema educativo colombiano y sus mecanismos de evaluación como las pruebas saber 11, se busca evaluar el grado de generación de competencias para resolver problemas, desde sus 3 ejes principales (saber, saber hacer, y saber ser), y el modelo MIT-Harvar demuestra una correlación directa positiva entre el concepto y la práctica (saber y saber hacer) de 0.463, significancia de 0.000, indicando la presencia de capacidades relacionadas a la abstracción y el diseño de algoritmos, al aplicar conceptos. Por otro lado, la correlación entre la práctica y la perspectiva (saber hacer y saber ser) de 0.462 con significancia 0.000, indica un mejor desempeño en la toma de decisiones, evaluación de situaciones y valor de riesgos con relación a las capacidades de abstracción, descomposición, aplicar patrones, diseño de algoritmos en la búsqueda de soluciones optimas. Y finalmente, la correlación entre el concepto y la perspectiva (saber y saber ser), de 0.602 y significancia de 0.000, señala que fomentan la capacidad para tomar decisiones fundamentadas, administrando conocimiento.

Es así como el DPC, no solo es una alternativa, sino una tendencia estratégica educativa para incrementar las habilidades en los estudiantes para resolver problemas con ayuda de la tecnología, en una sociedad que en momentos puede tener fronteras físicas, pandemias como el COVID-19, y otros factores que promueven aislamiento social físico, es una respuesta digital para seguir conectados digitalmente. En esta dirección se plantea la necesidad de formar a los individuos desde escenarios educativos que maximicen su creatividad y toma de decisiones como actividades para diseñar algoritmos y programar, Brennan y Resnick (2012) mencionan que si bien los jóvenes son nativos digitales, están asumiendo un papel de consumo (secundario) y no de productores tecnológicos (protagonista), tienden a ser usuarios expertos pero no son creadores competentes.

De allí la importancia de generar ecosistemas virtuales de aprendizaje, que contemplen el fortalecimiento de la dimensión conceptual frente a estructuras algorítmicas computacionales como variables, constantes, tipos de datos, secuencias, operadores, condicionales, ciclos y funciones que, en conjunto, faciliten estrategias de formación con retos para la dimensión práctica que estimulen la generación de habilidades en abstracción, reconocimiento de patrones, descomposición y diseño de algoritmos. El avance en el conocimiento conceptual (saber) y su aplicación (saber hacer), facilitará la perspectiva del estudiante para tomar decisiones (saber ser) que evalúen de forma responsable y autónoma: el riesgo, la eficiencia y consumo de recursos, con artefactos que evidencian la innovación y creatividad en el DPC para resolver problemas.

5. REFERENCIAS

- Acevedo, J. (2016). El pensamiento computacional en la educación obligatoria. Una revisión sistemática de la literatura [Trabajo Fin de Máster]. Universidad de Extremadura, España. http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/5356/TFMUEX_2016_Acevedo_Borrega%2C_Jesús.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Amado-Salvatierra, H. R., Hilera González, J., & Otón Tortosa, S. (2018). Formalización de un marco metodológico para la implementación de un proyecto educativo virtual accesible. *Educación XX1*, 21(2), 349-371. <https://doi.org/10.5944/educxx1.15591>
- Balladares Burgos, J. A., Avilés Salvador, M. R., & Pérez Narváez, H. O. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: retos para la educación contemporánea. *Sophía*, 2(21), 143-159. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.06>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012, April 13-17). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking [Conference presentation]. *AERA. Annual*

- American Educational Research Association Meeting, Vancouver, BC, Canada, <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
- Caballero-González, Y. A., & García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, e10. <https://doi.org/10.14201/eks.22956>
- Carmen Ricoy, M., Feliz, T., & Luisa Sevillano, M. (2010). Competencias para la utilización de las herramientas digitales en la sociedad de la información. *Educacion XX1*, 13(1), 199–219. <https://doi.org/10.5944/educxx1.13.1.283>
- Catlin, D., & Woollard, J. (2014, July 18). *Educational Robots and Computational Thinking*. [Conference presentation]. Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education (pp. 144–151). Padova, Italy. http://www.tere-cop.eu/TRTWR-RIE2014/files/00_WFr1/00_WFr1_18.pdf
- Cayo-Rojas, C., & Miranda-Davila, A. (2020). La empatía en la educación médica: una oportunidad después de la crisis por COVID-19. *Revista Habanera De Ciencias Médicas*, 19, e3319. http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3319%0Ahttp://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729-519X2008000300003&script=sci_arttext
- Cejas Martinez, M. (2005). La educación basada en competencias: una metodología que se impone en la Educación Superior y que busca estrechar la brecha existente entre el sector educativo y el productivo. *Butlletins de l'Observatori Bolonia-Universitat Pompeu Fabra*, 28.
- Compañ-Rosique, P., Satorre-Cueda, R., Llorens-Largo, F., & Molina-Carmona, R. (2015). Enseñando a programar: un camino directo para desarrollar el pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia*, 46, 2–15.
- Corradini, I., Lodi, M., & Nardelli, E. (2017). Conceptions and misconceptions about computational thinking among Italian primary school teachers. *ICER 2017 - Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research*, 9, 136–144. <https://doi.org/10.1145/3105726.3106194>
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking A guide for teachers*. <https://community.computingschool.org.uk/files/8550/original.pdf>
- Departamento administrativo de la función pública. (2009). *Ley 1324 de 2009 - EVA - Función Pública*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36838>
- Departamento administrativo de la función pública. (2010). *Decreto 869 de 2010 - EVA - Función Pública*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39636>
- Education, I. S. for T. in. (2016). *A Practical Guide for Learning with Technology*. <https://www.iste.org/standards/for-students>
- Espino, E., & González, C. (2016). Study about Computational Thinking and Gender. *VAEP-RITA*, 4, 119–128.
- Goldie, J. (2016). Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Medical Teacher*, 38(10), 1064–1069. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1173661>
- Gómez Giraldo, L. J. (2014). Competencias mínimas en pensamiento computacional que debe Tener un estudiante aspirante a la media técnica para mejorar su desempeño en la media técnica de las instituciones educativas de la alianza futuro digital Medellín. *Universidad EAFIT*, (505), 651–652.
- Graziani, L., Sanhueza, M., & Cayú, G. (2016). *CÓDIMO: desarrollo del pensamiento computacional en las escuelas*. <https://googl/VNLSXg>
- Huerta, J., Susana, I., García, P., & Castellanos, R. (2010). Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* 18(2), 129-138.
- Jaramillo Naranjo, L. M., & Puga Peña, L. A. (2016). El pensamiento lógico-abstracto como sustento para potenciar los procesos cognitivos en la educación. *Sophía*, 2(21), 31-55. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.01>
- López-Yepes, J. (2019). *El desarrollo de habilidades informativas y de creación de nuevo conocimiento: los conceptos de literacidad informativa (alfabetización informacional) y literacidad crítica*. <https://ibersid.eu/ojs/index.php/ibersid/article/view/4595>
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for “intelligence”. *The American Psychologist*, 28(1), 1–14. <https://doi.org/10.1037/h0034092>

- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Documento N° 3. Estándares Básicos de Competencia en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá.
- Rich, P. J., & Langton, M. B. (2016). Computational thinking: Toward a unifying definition. In J.M. Spector, D. Ifenthaler, D.g. Sampson & P. Isaias (Eds.), *Competencies in Teaching, Learning and Educational Leadership in the Digital Age: Papers from CELDA 2014* (pp. 229–242). https://doi.org/10.1007/978-3-319-30295-9_14
- Román-González, M., Pérez-González, J.-C., & Jiménez-Fernández, C. (2015, Octubre 14-16). *Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general* [Conference presentation]. Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC). Madrid, España. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3056.5521>
- 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, 678–691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Sánchez Vera, M. del M. (2019). El pensamiento computacional en contextos educativos: una aproximación desde la Tecnología Educativa. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 0(23), e24. <https://doi.org/10.7203/realia.23.15635>
- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'grady-Cunniff, D., Owens, B.B., Stephenson, C., & Verno, A. (2011). *K–12 Computer Science Standards The CSTA Standards Task Force*. Association for Computing Machinery, Inc.
- Siemens, G., & Leal Fonseca, D. E. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*. <https://pdfs.semanticscholar.org/05f1/adee187323d66beab226058b23a7416c3517.pdf>
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1993). *Competence at work : Models for Superior Performance*. Wiley India 6aIJMC&redir_esc=y
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/0001-0782/06/0300>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, 46, 1–47.