

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y OTRAS ÁREAS

Pensamiento computacional | Currículo | STEM

Pensamiento computacional

El desarrollo del pensamiento computacional (PC) ha venido tomando relevancia en los últimos años, tanto así, que se considera tan importante como la lectura, la escritura y la aritmética (Wing, 2006). Por tal razón, se ha considerado la integración del pensamiento computacional con diferentes áreas de conocimiento, tales como las ciencias naturales, las ciencias sociales, etc. Entre las más destacadas, se encuentran las áreas STEM (por sus siglas en inglés, Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).



Pensamiento computacional implica el desarrollo de comprensiones y habilidades que van mucho más lejos que la programación o el uso de robots.



Pensamiento computacional y otras áreas

Teniendo en cuenta que el PC es un conjunto de prácticas, conceptos y métodos provenientes de las ciencias de la computación a las que se acude para resolver problemas y representar fenómenos complejos en todas las áreas de conocimiento (Wing, 2011), profesionales de todas estas áreas pueden utilizar conceptos tales como abstracción, descomposición, diseño de algoritmos o automatización, para representar fenómenos de sus disciplinas, a través de modelos y simulaciones, o para resolver problemas a través de la computación (Lee et al., 2011). Dichas prácticas, integradas en las propuestas de enseñanza, pueden apoyar el aprendizaje en cursos disciplinarios (Lee et al., 2011).

La importancia que tiene integrar el PC en los procesos de enseñanza y aprendizaje es preparar a los estudiantes para la utilización de las herramientas computacionales que les permitan solucionar problemas, representar ideas, construir modelos y simulaciones y en el caso de los profesores para diseñar ambientes de aprendizaje abarcando aspectos de la realidad que desde el aula no se logran

Qué dice la evidencia

Se viene insistiendo en que aprender el PC puede ser tan importante como aprender matemáticas o aprender a leer y escribir (Grover & Pea, 2013; Sanford & Naidu, 2016). Los planes de estudio de pregrado han avanzado en crear cursos de programación para disciplinas específicas y usar modelos y simulaciones computacionales para representar fenómenos complejos en cursos disciplinarios (Vieira et al., 2018).

Estudios recientes han comenzado a explorar los desafíos que enfrentan los estudiantes cuando se exponen a estos planes de estudio integrados. Por ejemplo, en ingeniería, Magana y sus colegas (2010) describieron la paradoja de la transparencia: los estudiantes piden a los educadores que brinden transparencia sobre los mecanismos subyacentes de los modelos computacionales; cuando se otorga transparencia, los estudiantes

Educación STEM

Por su naturaleza las áreas STEM son muy cercanas a las ciencias de la computación y al pensamiento computacional.

La educación STEM, la cual hace fundamentalmente referencia a la enseñanza de estas 4 áreas, requiere de una articulación apropiada con el pensamiento computacional. Por ejemplo, algunas comprensiones y habilidades que se desarrollan en matemáticas son necesarias para aprender pensamiento computacional. Tal es el caso de la aritmética y estadística básica, identificación de secuencias y patrones, así como algunos precursores de la lógica.

En el marco del aprendizaje explícito del pensamiento computacional, la aplicación de estos aprendizajes previos puede ayudar a su consolidación y a su aplicación.

Posteriormente, el uso de comprensiones y habilidades del pensamiento computacional pueden ayudar a comprender mejor en el aprendizaje de las matemáticas, las ciencias e incluso la ingeniería en el marco de la educación primaria y secundaria.



luchan por aprender tanto la ciencia como la parte computacional de la misma. Para tener éxito en un entorno de aprendizaje con modelos transparentes, los estudiantes deben estar preparados para manejar tal complejidad (Magana et al., 2016). Magana y sus colegas (2017) también encontraron que los estudiantes tenían dificultades para mapear representaciones (por ejemplo, de representaciones conceptuales a matemáticas y computacionales) en una actividad de modelado computacional. En ciencia, Basu y sus colegas (2016) mencionan cuatro desafíos que enfrentan los estudiantes en un entorno de aprendizaje integrado de pensamiento computacional: (1) comprensión limitada del conocimiento del dominio que modelaron; (2) dificultades para abstraer un fenómeno científico como modelo; (3) dificultades para comprender las propiedades y comportamientos emergentes en modelos basados en agentes; y (4) desafíos específicos de programación.

La computación ha ido aumentando su presencia en distintas áreas, por ejemplo, la lingüística, el arte, la física y la biología computacional, son solo algunas de las subdisciplinas que utilizan la computación como principal herramienta para representar fenómenos y resolver problemas. Esto ha generado nuevos campos laborales que no existían hace un años atrás, por lo cual, el campo educativo se ha interesado en la integración del PC en el currículo.

Luego de que Jannette Wing se pronunciará en 2006 acerca de la relevancia del Pensamiento Computacional como habilidad de uso universal, la Sociedad Internacional para las Tecnologías en Educación (ISTE por su sigla en inglés) y la Asociación de Maestros de Ciencia de la Computación (CSTA por su sigla en inglés) en el año 2010 lanzaron el proyecto Apoyo al liderazgo intelectual para el Pensamiento Computacional en el Currículo Educativo Escolar, el cual buscaba la construcción de consenso sobre la definición del PC y desarrollar experiencias donde se integren transversalmente con el currículo. Como resultado, surgió un documento a manera de caja de herramientas con la finalidad de motivar en los estudiantes el interés por este campo de conocimiento, y que a su vez sea un apoyo para que los docentes puedan implementar y desarrollar el PC al aula acorde a la disciplina que enseñan.

Algunos ejemplos de integración del pensamiento computacional a las aulas han sido propuestos por López, V., Couso, D., Simarro, C. (2018), como la utilización de apps de uso convencional en las clases de matemáticas; en clases de Ciencias, programas y aplicaciones disponibles en la red, como sensores que captan en tiempo real la temperatura, presión, velocidad, PH, entre otras propiedades; animaciones, simulaciones, laboratorios y entornos virtuales, son recursos educativos que también facilitan la enseñanza de las Ciencias a través de la computación.

Comprendiendo que las herramientas y métodos computacionales han permeado múltiples áreas de la ciencia y la ingeniería, diferentes universidades han comenzado a integrar estas herramientas en sus cursos básicos. En un estudio realizado por Vieira y colegas (2018), se evaluó la introducción de tres módulos computacionales en un curso de termodinámica. Los módulos usados fueron del Virtual Kinetics of Materials Laboratory (VKML). Los resultados del estudio sugieren que el uso de simulaciones computacionales pueden ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos disciplinarios abstractos.

Dentro de proyectos relacionados con la integración del PC y diferentes áreas disciplinares, se destaca CT-STEM como un proyecto de investigación de la Universidad de Northwestern apoyado por la National Science Foundation. Proponen estudiar un modelo en el que la computación se encuentre integrada con áreas como la biología, física y matemáticas.

Bajo esta línea Espinal, A. y Vieira, C (2020) mencionan que el Pensamiento Computacional comprende los conocimientos y habilidades para usar, modificar, crear y evaluar representaciones computacionales de fenómenos en diferentes áreas del conocimiento, de tal manera que nos permita entender mejor dichos fenómenos, predecir comportamientos, y diseñar soluciones a problemas relacionados.

¿Cómo integrar el Pensamiento Computacional en otras áreas?

A continuación se presentarán diferentes ejemplos de integración del pensamiento computacional en el currículo.

Ciencias naturales

Dentro de los procesos de enseñanza en esta área, existen muchos fenómenos que se buscan comprender y explicar y que son difíciles de llevar a la experimentación en el contexto escolar. Cuando esto ocurre, se acude a modelos y simulaciones para apoyar el proceso de aprendizaje en los estudiantes. En ciencias naturales, estos fenómenos pueden ocurrir a escala microscópica (ej. los procesos en las células o los fenómenos con virus y bacterias o la conformación de átomos o moléculas) o a una escala macroscópica donde la ventana de tiempo en la cual ocurren no permite hacer experimentos en el entorno escolar (ej. selección natural, o sostenibilidad de un ecosistema natural).

Por ejemplo, Netlogo es un lenguaje de programación que permite modelar y simular fenómenos en un entorno basado en agentes. El modelo depredador-presa explora la estabilidad de un ecosistema donde hay depredadores (ej., lobos) y presas (ej. ovejas), y permite seleccionar parámetros como la tasa de reproducción de diferentes individuos. Cuando los estudiantes interactúan con esta simulación pueden evaluar diferentes casos en los que el ecosistema se vuelve inestable, y cuáles son las variables que permiten asegurar la estabilidad a largo plazo.



Modelo depredador-presa implementado en Netlogo (U Northwestern)

Ciencias sociales

Dentro de esta área, podemos hablar de la Memoria histórica. En los últimos años, diferentes proyectos han trabajado el tema de memoria histórica utilizando herramientas de las ciencias de la computación. En mayo de 2016 se llevó a cabo el Segundo taller internacional de Historia Computacional y Humanidades

basadas en Datos. En este evento, Edmond (2016) discutió cómo la historia digital ha demostrado su valor como fuente de cuestionamiento y como un medio para comunicar los resultados de investigación. Se ha argumentado que las herramientas de humanidades digitales requieren una labor adicional por parte de los historiadores y es el ser críticos sobre la herramienta misma, aspecto que fue planteado por Ter Braake y sus colegas en 2016.

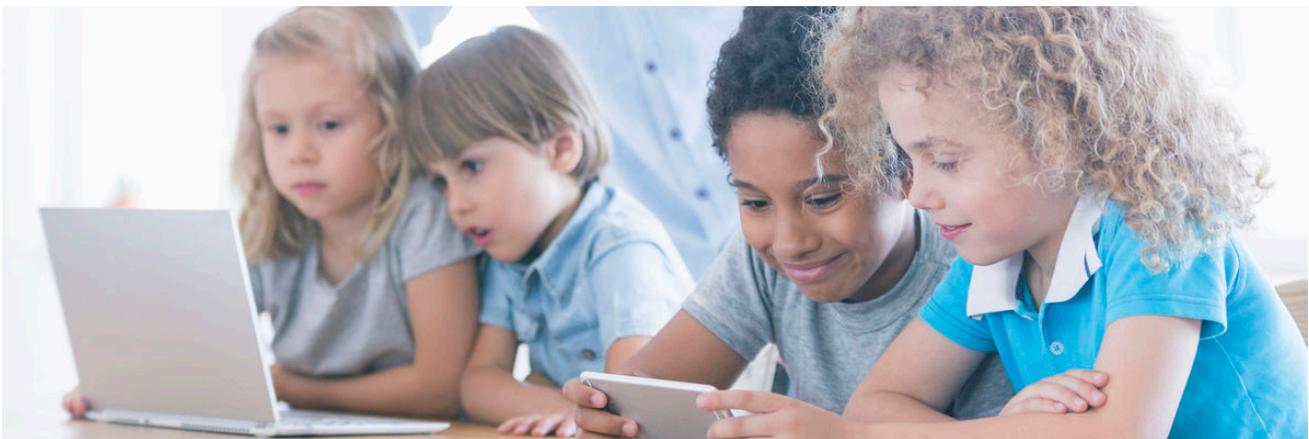
Otro ejemplo de la utilización de la computación es el que se adelanta en la Nanyang Technological University en Singapur donde se ha planteado el proyecto de investigación Engineering Historical Memory (EHM), en el que se desarrollan y aplican técnicas de computación para la organización de datos históricos, utilizando técnicas como reconocimiento de patrones y algoritmos de aprendizaje para resolver problemas derivados del estudio, interpretación y conservación de la información. La capacidad de análisis que permiten las diferentes herramientas tecnológicas y conexiones entre diversas fuentes narrativas usadas para la construcción de una historia puede revolucionar la práctica de esta disciplina (Nanetti, Cheong, & Filippov, 2013). Esto conduce a la necesidad de análisis y estudios orientados a la aplicación de estas acciones que permitan mejorar y contribuir a los procesos de captura, almacenamiento y difusión de datos relacionados con la memoria histórica.

Matemáticas

Actualmente existen departamentos académicos que realizan investigaciones matemáticas en áreas de las ciencias y la ingeniería donde la computación juega un rol fundamental, campo denominado Matemática Computacional. Uno de los grupos científicos que se desempeña en esta disciplina es Duke's Mathematics Department (Duke, 2020), de los temas que desarrolla este departamento se relacionan con la eficiencia y precisión de métodos numéricos para resolver modelos físicos o biológicos, análisis de aproximaciones numéricas para diferentes ecuaciones diferenciales o integrales y desarrollo de herramientas computacionales para un mejor entendimiento de datos numéricos.

Artes

El desarrollo de experiencias de aprendizaje de ciencias de la computación que incentiven la creatividad, la autoexpresión y la resolución de problemas en todos los grados y áreas temáticas es apoyado con herramientas como scratch. Esta herramienta permite realizar trabajos musicales que incorporen una buena cantidad de bloques, ejemplo de ello es el taller “haciendo música con scratch” disponible en el proyecto Performamatics, financiado por la National Science Foundation, buscando que los estudiantes



aprendan a pensar analíticamente y comprendan conceptos de computación a un nivel más profundo,

empleando el poder atractivo de la música. Algunos temas que se abordan en el taller son los conceptos de bucle y control de flujo en un programa, a la vez que reproducen obras como Frère Jacques.

Relación con TPACK

Cuando hablamos de las dimensiones del TPACK (por sus siglas en inglés Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido), es importante identificar que uno de sus componentes es el componente de conocimiento tecnológico. Porque aunque se tengan los conocimientos pedagógicos y de contenido de las áreas disciplinares, es importante contar con el conocimiento para incorporar la tecnología, qué aprendizajes y habilidades puede desarrollar el uso de dicha tecnología y las estrategias pedagógicas para enseñarlas (Mishra y Koehler, 2006).

Un ejemplo de esto, se puede ver dentro de la integración del PC en las ciencias sociales, se ha dicho que el uso de las herramientas computacionales en estas disciplinas requieren una labor adicional por parte de quienes la utilizan y es el ser críticos sobre la herramienta misma (Braake, 2016) y es en este punto donde toma una especial importancia los programas de desarrollo profesional docente en los cuales se puedan construir un conocimiento de las herramientas computacionales para integrarlo a las actividades de enseñanza.

Referencias

- CSTA-ISTE (2011). Pensamiento computacional. Caja de herramientas para líderes. <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoComputacionalI.pdf>
- Espinal, A. y Vieira, C (2020) Ficha Didáctica – Integrando el Pensamiento Computacional en las Ciencias Naturales. Programa de Desarrollo Profesional Docente en Pensamiento Computacional. Antioquia, Colombia.
- Jesse M. Heines et al. (2012). Haciendo música con scratch. <http://scratched.gse.harvard.edu/sites/default/files/scratch2012-workshophandout.pdf>
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *Acm Inroads*, 2(1), 32-37.
- López, V., Couso, D., Simarro, C. (2018). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 5XX. <http://www.um.es/ead/red/XX>
- Magana, A. J., Falk, L.M., Vieira, C., & Reese, J.M. (2016) A Case Study of Undergraduate Engineering Students' Computational Literacy and Self-Beliefs about Computing in the Context of Authentic Practices. *Computers in Human Behavior*, 61, 427-442
- Magana, A.J., Falk, M.L., Vieira, C., Reese, M.J., Alabi, O., and Patinet, S. (2017). Affordances and Challenges of Computational Tools for Supporting Modeling and Simulation. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(1) DOI: 10.1002/cae.21804
- Ter Braake, S., Fokkens, A., Ockeloen, N., & van Son, C. (2016, May). Digital history: Towards new methodologies. In *International Workshop on Computational History and Data-Driven Humanities* (pp. 23-32). Springer, Cham.
- Vieira, C., Magana, A. J., García, R. E., Jana, A., & Krafcik, M. (2018). Integrating computational science tools into a thermodynamics course. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 322-333.
- Vieira, C., Magana, A. J., García, R. E., Jana, A., & Krafcik, M. (2018). Integrating computational science tools into a thermodynamics course. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 322-333.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-36. Recuperate from: <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/1118178.1118215>