

Pensamiento Computacional en carreras de Ingeniería

Pamela Viale, Claudia Deco, Cristina Bender

Facultad de Química e Ingeniería del Rosario,
Universidad Católica Argentina, Campus Rosario, Argentina.

Resumen

Actualmente todos los profesionales, independientemente del área en que se desarrollen, es importante que adquieran conocimientos básicos sobre ciencias de la computación para poder hacer uso de la tecnología para la resolución de problemas a través de aplicaciones. Esta asistencia puede ser completamente automática o semiautomática. La enseñanza del Pensamiento Computacional permite que en particular los ingenieros puedan hacer uso de las nuevas tecnologías para resolver diferentes problemas que se les presentan en su actividad profesional de manera más rápida y eficiente. El Pensamiento Computacional se refiere a un conjunto de calificaciones necesarias para la formulación y resolución de problemas. El estudio del Pensamiento Computacional ha tenido mucha influencia estos últimos años en la investigación sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo cual ha llevado a que las instituciones educativas comiencen a abordar estos temas durante la formación. Teniendo esto en cuenta se propuso agregar contenidos sobre Pensamiento Computacional en materias del ciclo básico de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario (UCA). Se desarrollaron algunas primeras experiencias con este nuevo enfoque en los cursos iniciales de dichas carreras y los resultados son promisorios.

Palabras clave: Pensamiento Computacional, Programación, Carreras de Ingenierías.

Introducción

Desde hace ya varios años, estudiosos de todo el mundo afirman que la enseñanza del Pensamiento Computacional (PC) resulta beneficiosa para cualquier profesional, independientemente de la especialidad en la que se desarrolle. Se usa el término Pensamiento Computacional para hacer referencia a un conjunto de competencias necesarias para la formulación y resolución de problemas de manera que puedan ser resueltos por un agente de procesamiento de información [1;2;3].

El PC promueve la utilización de cuatro estrategias principales para la solución de problemas:

- (1) Descomposición de un problema en subproblemas: involucra el análisis de problemas complejos y su descomposición en problemas más pequeños, más fáciles de analizar.
- (2) Reconocimiento de patrones: cada uno de estos problemas más pequeños puede ser analizado en profundidad para identificar problemas similares ya resueltos.
- (3) Abstracción: para buscar las soluciones a los problemas encontrados es necesario focalizarse en los detalles importantes e ignorar información no relevante.
- (4) Pensamiento algorítmico: pueden proponerse una serie de pasos o reglas a seguir para crear una solución para cada uno de los subproblemas encontrados.

Una solución elaborada utilizando las estrategias del PC, puede ser fácilmente implementada en un sistema computacional, construyendo así una solución eficiente a un problema inicial complejo.

El estudio del Pensamiento Computacional ha tenido influencia en las investigaciones relacionadas al entendimiento y desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje, provocando que se aborde el tema desde el punto de vista de la formación en los distintos niveles educativos [4, 5, 6].

Se ha decidido entonces focalizar este trabajo en la formación de estudiantes de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario (UCA) en las competencias relacionadas al Pensamiento Computacional. Para esto, se está trabajando en la elaboración y adaptación de los materiales didácticos para la materia Informática del ciclo básico de las carreras de Ingeniería de nuestra facultad.

Planteo del Problema

Según la ISTE (International Society for Technology in Education) y CSTA (Computer Science Teacher Association) el Pensamiento Computacional es un proceso para la resolución de problemas. Este proceso permite, entre otras cosas, aprender a formular problemas de manera que una computadora u otras herramientas puedan asistir en su resolución, permite analizar y organizar datos según cierta lógica, modelar y simular datos, automatizar algoritmos, identificar, analizar e implementar diferentes alternativas de solución para lograr un objetivo, y generalizar y transferir el proceso de solución de un problema a otros similares.

Una forma de lograr la aprehensión de estos conceptos y prácticas de resolución de problemas es mediante la implementación de dichas soluciones en lenguajes que puedan ser interpretados y ejecutados por un ordenador, o sea, en algún lenguaje de programación.

Existen numerosos grupos de investigación que hacen del pensamiento computacional su principal objeto de estudio. Son de interés particularmente para este trabajo, dos equipos: el grupo de investigación de Karen Brennan de la Universidad de Harvard, perteneciente a la Graduate School of Education, Cambridge, Estados Unidos, y el equipo de Marcos Román-González de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), de Madrid, España.

K. Brennan y su equipo [2] han desarrollado un marco de referencia para el estudio del pensamiento computacional a través del uso online de su herramienta Scratch. El estudio de esta herramienta y, a su vez, la participación en workshops, les ha permitido proponer una definición propia de pensamiento computacional que involucra tres dimensiones diferentes. La primera de estas dimensiones involucra los conceptos computacionales, conceptos que no son exclusivos de la herramienta en cuestión, sino que son comunes a la mayoría de los lenguajes de programación, como por ejemplo, secuencias, bucles, paralelismo, eventos, condicionales, operadores lógicos y matemáticos, datos, etc. La segunda dimensión consiste en el uso de estrategias o prácticas computacionales, entre ellas podemos citar la experimentación e iteración, el testeo y debugging, la reutilización de proyectos anteriores, la abstracción y modularización, entre otras. La última de las dimensiones trata las perspectivas computacionales, esto involucra el cambio de mirada que produce el uso de la herramienta en sus usuarios: cambia su forma de expresarse con respecto al área de las ciencias de la computación, aprecian la importancia de conectarse con otros y producir colaborativamente, y se cuestionan sobre el mundo, les permite darse cuenta que podrían ayudar a resolver problemas cotidianos mediante el desarrollo de herramientas propias.

Con respecto a Marcos Román-González y su equipo, nuestro principal interés se centra en un test que permite evaluar los conocimientos que posee un individuo sobre el pensamiento computacional [7].

En 2019 y en 2020 se aplicó el test a los alumnos durante el primer día de clases, tratando así de obtener una idea de los conocimientos sobre el pensamiento computacional con los cuales llegan a nuestra universidad. A partir de esto se pudo armar una primera fase de mejora del proceso de enseñanza - aprendizaje para fortalecer en los estudiantes los aspectos más débiles. En este sentido, durante el dictado, se hace fundamental hincapié en aquellos relacionados al pensamiento computacional. Los principales temas abordados fueron los siguientes: introducción a la algoritmia, abstracción y generalización, funciones y colecciones. Al finalizar el cuatrimestre se solicitó a los mismos alumnos que respondan nuevamente a las mismas preguntas. Analizando las respuestas de estos alumnos que realizaron el test antes de tomar el curso y luego del mismo, se observó que se obtuvo un mejor desempeño por parte de los estudiantes [9]. Por esto se ha decidido realizar la experiencia presentada en este trabajo.

Descripción de la Experiencia

El objetivo es mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las competencias involucradas en el Pensamiento Computacional, para que los futuros ingenieros estén más preparados para asumir los retos que demanda la sociedad contemporánea. La viabilidad del proyecto está sustentada en los avances obtenidos mediante trabajos previos de los integrantes en el área y su interacción con otros grupos de investigadores latinoamericanos [10]. Se propone desarrollar una didáctica para la enseñanza del pensamiento computacional y la programación para estudiantes de las carreras de ingeniería y a su vez proponer metodologías activas y lúdicas para la utilización y entrega de los materiales en experiencias educativas presenciales y en línea.

En 2020 se comenzó con las primeras experiencias en la materia Informática que se dicta en el primer año de las carreras de Ingeniería. Se desarrolló material para estas asignaturas centrados en aquellos conocimientos principales del Pensamiento Computacional, como ser, la abstracción, la descomposición de problemas en subproblemas, el reconocimiento de patrones y algoritmos. En las prácticas se utiliza la estrategia de aprendizaje basado en proyectos. Se busca motivar a los estudiantes de las diferentes carreras mediante el desarrollo de prototipos que les sean de utilidad en su profesión. La idea es que los estudiantes comprendan, a través del desarrollo de estos proyectos, la importancia que estas habilidades tienen para su vida profesional y personal futura. Se busca incentivarlos mediante el desarrollo de proyectos de su elección. Los temas de los mismos son libres, pero se les pide a los alumnos que reflexionen sobre

prototipos y/o herramientas que les puedan ser de utilidad en su labor futura como profesionales, y con eso en mente propongan un proyecto a desarrollar. La dificultad del mismo es evaluada por el docente, quien, teniendo en cuenta la propuesta de los estudiantes, brinda el acuerdo o adecúa la dificultad teniendo en mente los alcances de la materia. Con este plan de innovación se busca que nuestros egresados puedan hacer uso de las tecnologías para resolver los problemas que se les presenten en su actividad profesional, para dar soluciones a una sociedad cada vez más exigente, que demanda respuestas cada vez más rápidas y eficientes.

En este sentido se pidió a los alumnos que propusieran y desarrollaran proyectos vinculados a su carrera. Entre estos proyectos los estudiantes han desarrollado prototipos para: informar sobre las peligrosidades de reactivos en laboratorios, aceptar o rechazar medios de cultivos coloreados en función de su absorbancia, calcular pesos moleculares, realizar cálculos estequiométricos y calcular energía en celdas electroquímicas, con el objetivo de optimizar la generación de energía en baterías.

Durante estas primeras experiencias se ha notado una mayor participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje así como también una mayor motivación por la programación. Creemos que esto se debe fundamentalmente a la propuesta de trabajo basado en proyectos de su interés profesional.

Como cierre de la experiencia se solicitó a los alumnos que comenten lo realizado mediante las respuestas a tres preguntas: ¿Qué dificultades encontraron al realizar el trabajo práctico?, ¿Creen que los contenidos vistos sobre el pensamiento computacional / algoritmia podrán serles de utilidad en un futuro?, y ¿Qué se podría mejorar en la materia para otros años?

Podemos compartir algunos de los comentarios hechos por los alumnos al finalizar el cursado:

- “Nos encontramos, en primera instancia, frente al desafío de pensar en algún tipo de programa que nos ayude a llevar a cabo con menor dificultad alguna tarea relacionada con nuestra carrera. Una vez que decidimos cuál sería la tarea que el programa debería realizar, nos encontramos frente a otra dificultad: pensar en la estructura del mismo y armarlo. Creemos que estos contenidos nos servirán para tener una idea general, sobre qué es el pensamiento computacional o la algoritmia. Esto, nos será de mucha utilidad en un futuro, ya que cada vez, se van introduciendo más y más estos conceptos en el mundo del trabajo. Nos pareció que la materia fue dictada de forma muy ágil, didáctica y clara. Se llegaron a entender muy bien los conceptos y ejemplos planteados.”
- “Creemos completamente que los contenidos dados sobre pensamiento computacional y algoritmia nos van a ser útil al finalizar la carrera ya que nos plantea nuevas formas de ver los problemas y encontrarle soluciones más sencillas apoyándonos en la tecnología”
- “Creemos y esperamos que nos ayude ya que es una nueva manera de pensar y ver las cosas en este mundo tan tecnológico, que va a seguir creciendo en cuanto a la tecnología y por lo tanto cada vez más vamos a tener que apoyarnos en este tipo de contenidos.”

Los trabajos realizados por los estudiantes han sido de calidad y mostraron la adquisición de los conceptos de pensamiento computacional. Consideramos que estas primeras experiencias son muy positivas y seguiremos planteando nuevas estrategias para guiar y motivar a nuestros alumnos.

Conclusiones

La inclusión de la enseñanza del Pensamiento Computacional en diferentes carreras permite que los nuevos profesionales puedan hacer uso de las nuevas tecnologías para resolver de manera más eficiente diferentes situaciones problemáticas que se les presentan en su actividad laboral. Propusimos entonces, no sólo enseñar sino también evaluar el grado de aprendizaje de conocimientos básicos en ciencias de la computación. Para esto se trabajó, en particular, en las materias del ciclo básico de las carreras de Ingeniería de nuestra Facultad. En este sentido, se planteó evaluar la didáctica aplicada y el grado de entendimiento por parte de nuestros alumnos, para proponer cambios donde se detectaron problemas de aprehensión de conceptos.

En este trabajo se presentaron las experiencias realizadas en la carrera de Química donde se propuso a los estudiantes solucionar problemas propuestos por ellos y vinculados a su carrera mediante la utilización de estrategias de Pensamiento Computacional. En este sentido, los trabajos realizados por los estudiantes han sido de calidad y mostraron la adquisición de los conceptos de Pensamiento Computacional. Consideramos que estas primeras experiencias son muy positivas y seguiremos planteando nuevas estrategias para guiar y motivar a nuestros alumnos.

Referencias

1. Wing J. Computational Thinking Benefits Society. *Social Issues in Computing*. 2014.
2. Brennan K., Resnick M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the american educational research association (Vancouver, Canada)*. 2012.
3. Román-González M., Perez-González J. C., Jiménez-Fernández C. Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72: 678-691. 2017.
4. García M., Deco C., Bender C., Collazos C. Invited paper: Robotics Based Strategies to Support Computational Thinking: The Case of the Pascual Bravo Industrial Technical Institute. *Journal of Computer Science and Technology (JCS&T)* Vol. 17 No. 1. April 2017. pp 59-67. 2017.
5. García M., Deco C., Bender C., Collazos C. . Herramientas de Diseño para el Desarrollo de Competencias en Educación Básica, Media y Tecnológica: Experiencia en el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo de Colombia. *Revista TE&ET (Argentina)*. Mayo 2017.
6. Casali A., Deco C., Viale P., Bender C., Zanarini D., Monjelat N. Enseñanza y aprendizaje del pensamiento computacional y la programación en los distintos niveles educativos. Mayo 2020 - XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz). pp 595-599. 2020.
7. Román-González M., J. C. Perez-González, C. Jiménez-Fernández. Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72: 678-691, 2017
8. C. P. Brackmann. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Centro interdisciplinar de novas tecnologias na educação, Programa de Pós-Graduação em informática na educação, 2017.
9. Viale P., Deco C., Bender C. Introduciendo conocimientos sobre el Pensamiento Computacional en los primeros años de las carreras de Ingeniería. En *Proceedings del XIII Congreso Argentino Ingeniería Industrial (COINI)*. Organizado por Asociación Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial y Afines (AACINI). Virtual. 19 al 24 Octubre 2020.
10. Rodríguez del Rey Y., Cawanga Cambinda I., Deco C., Bender C., Avello-Martínez R., Villalba-Condori K. Developing Computational Thinking with a Module of Solved Problems. In *Computer Applications in Engineering Education*. March 2020.