

## **Didáctica del Pensamiento Computacional y la Programación en distintos Niveles Educativos**

Ana Casali<sup>1,2</sup>, Claudia Deco<sup>1,3</sup>, Natalia Colussi<sup>1</sup>, Pamela Viale<sup>1,3</sup>,  
Cristina Bender<sup>1,3</sup>, Natalia Monjelat<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,  
Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.  
{acasali, deco, colussi, pamela, bender}@fceia.unr.edu.ar

<sup>2</sup>Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas  
(CIFASIS: CONICET-UNR)

<sup>3</sup>Facultad de Química e Ingeniería del Rosario,  
Universidad Católica Argentina, Campus Rosario, Argentina.

<sup>4</sup>Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación  
(IRICE: CONICET-UNR)

### **Resumen**

Se presenta una línea de investigación sobre la didáctica de la Programación en distintos niveles educativos, con especial atención a la formación de formadores. Las estrategias utilizadas combinan un enfoque desconectado (unplugged) con actividades que implican la programación de computadoras y otros dispositivos. Por un lado, se presenta el trabajo de formación de docentes del nivel primario en la Programación y su Didáctica, que se realiza en la Regional VI de Santa Fe (Argentina). En relación con el nivel universitario, se presenta por un lado un proyecto sobre la enseñanza de la primer materia de programación a estudiantes de la Licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC), Licenciatura en Matemática (LM) y Profesorado de Matemática (PM) en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA-UNR). Además, se presentan experiencias desarrolladas en los cursos iniciales de carreras de ingeniería en la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario (UCA). En todas estas experiencias se focaliza en la didáctica de la enseñanza y aprendizaje de la Programación y el Pensamiento Computacional.

**Palabras clave:** Programación, Pensamiento Computacional, Carreras STEM, Formación Docente nivel Primario y Universitario.

### **Contexto**

Esta línea de I+D se está llevando a cabo a través de varios proyectos que comparten algunos de sus miembros docentes e investigadores, conformando una red de colaboración:

- PID-UNR 80020180300062UR “Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias de la Computación en el Nivel Primario” Directora A. Casali (2019-2022).
- PID-UCA “Pensamiento Computacional Aplicado a Educación” Directora C. Deco (2019-2022).
- Proyecto de Cooperación Fundación Sadosky y UNR para el dictado de cursos “La programación y su Didáctica” orientados al Nivel Primario. Coordinadora A. Casali (2021-2022).
- PID-UNR 80020190100255UR “Estrategias Didácticas para el Aprendizaje y la Enseñanza del Pensamiento Computacional en el

Nivel Académico Universitario”.  
Directora N. Colussi (2020-2021).

## Introducción

En los últimos años hay consenso internacional acerca de la gran relevancia de introducir la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Computación (CC) en todos los niveles de escolaridad. Es importante que los estudiantes en formación comprendan desde temprana edad, cómo funcionan las computadoras, cómo procesan la información y que puedan trabajar en la formulación de problemas y en expresar la descripción de su solución de forma que un computador pueda ejecutarla. Este modo de pensar se denomina Pensamiento Computacional (PC) y Wing [1] plantea que su aprendizaje beneficia no sólo a los futuros informáticos, sino a toda la sociedad y por lo tanto, su enseñanza debería estar presente en todos los niveles educativos.

Por otra parte, se presenta el problema de tener pocos estudiantes en las carreras vinculadas a las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, usualmente denominadas STEM, y el problema de la alta deserción en los primeros años de estas carreras. Por esto, las universidades deben buscar diferentes estrategias para que el alumnado pueda motivarse y tener mejores herramientas para continuar el programa de formación al cual pertenece; por ejemplo, estrategias para desarrollar las destrezas del PC en los estudiantes.

En el contexto europeo es posible relevar diferentes estudios donde se analizan procesos y situaciones vinculadas a la enseñanza de las CC, la programación y el PC, mientras que en el contexto latinoamericano se observan iniciativas aisladas, siendo necesario implementar políticas públicas al respecto [2, 3].

En nuestro país, el Consejo Federal de Educación señaló al aprendizaje de la programación de importancia estratégica para el Sistema Educativo Nacional durante la escolaridad obligatoria (Res. CFE N° 263/15, 2015) y en septiembre de 2018 se aprobaron los “Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica” (NAP EDPR) para los diferentes niveles de la educación obligatoria (Res. CFE N° 343/18, 2018). En este sentido, es posible señalar que desde el marco institucional existen dos aspectos clave para introducir la enseñanza de las CC en el sistema educativo argentino. Por un lado, la necesidad de realizar una modificación curricular y por otro, la implementación de la formación docente en esta área. En particular, en el contexto de la provincia de Santa Fe, la formación docente se ha enfocado en el uso de TICs en la práctica educativa.. Teniendo en cuenta esta realidad, se consideró importante desde la universidad llevar adelante un proyecto de formación de docentes del nivel primario en CC atendiendo a las particularidades del contexto.

A nivel universitario se trabajó en dos proyectos. Por un lado el cambio del paradigma de aprendizaje, enseñanza y evaluación a través de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas (ABP) en el aula del Redictado de Programación I para las carreras universitarias LCC, LM y PM. Por otra parte, se introdujeron conocimientos de PC en la materia Informática dictada en los primeros años de las carreras de Ingeniería, ya que el proceso de pensamiento involucrado puede ayudarlos a resolver mejor los problemas inherentes a sus profesiones.

## Líneas de Investigación y Desarrollo

### *Formación Docente de Nivel Primario en Didáctica de las CC*

En esta dirección, a partir de un primer Convenio suscripto entre la Fundación Sadosky, la Universidad Nacional de Rosario y el Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe se diseñó la “Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación: Aprendizaje y Enseñanza del Pensamiento Computacional y la Programación en el Nivel Primario” (Res. ME N° 1565/17). La primera cohorte se dictó en el Instituto Superior de Formación Docente N° 36 "Mariano Moreno" de la ciudad de Rosario entre 2017 y 2019, con una carga horaria total de 400 hs, con el 80% presencial. Esta formación tuvo por objetivo formar docentes capaces de experimentar y reflexionar críticamente acerca del PC y la programación, a los fines de construir las competencias adecuadas al nivel primario que posibiliten una práctica educativa innovadora [4]. Este postítulo combinó los enfoques unplugged y plugged en sus diferentes módulos [2, 5] alrededor de los ejes: el PC, la programación y conceptos tecnológicos. Se incluyeron también proyectos integradores, con el fin de que faciliten a los maestros llevar al aula estos aprendizajes [6, 7]. La propuesta pedagógica se basó principalmente en el Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas, siguiendo el enfoque de Tecnología para la Inclusión Social

A través de un segundo Convenio de Cooperación entre la Fundación Sadosky y UNR para el dictado de cursos “La programación y su Didáctica” orientados al Nivel Primario, en el segundo cuatrimestre de 2021 se ha dictado el Curso del Nivel I

y en el próximo cuatrimestre de 2022 se dictará el curso de Nivel II. Se destaca el gran interés que ha habido en la inscripción de este primer curso, quedando muchos maestros en lista de espera y en tratativas con el Ministerio para que esta formación se pueda extender a toda la provincia.

### *Estrategias Didácticas para la Enseñanza del PC y la Programación en el Ciclo Inicial Universitario en Ciencias Exactas*

Esta línea de investigación busca desarrollar e indagar sobre la aplicación de diferentes estrategias didácticas que permitan abordar las problemáticas de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los estudiantes recursantes de las materias introductorias a la programación en las carreras de LCC, LM y PM de la FCEIA-UNR. Para lograr esta transformación se rediseñó de una forma innovadora la presentación, ejercitación y evaluación de contenidos propios de la materia. Se utilizó la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas (ABP) realizando a lo largo del cursado dos proyectos grupales que permitieran a los estudiantes cambiar su rol dentro del cursado, lograr un aprendizaje significativo, creativo, curioso y autónomo [8]. Durante la pandemia del Covid19 se utilizó además, para la evaluación una vidriera de exposición de proyectos<sup>1</sup> donde se recopiló los videos expositivos de cada uno de los grupos de estudiantes [9]. Para medir la receptividad de los estudiantes de la forma de aprendizaje elegida utilizamos cuestionarios grupales entregados junto al informe de cada proyecto. También se registraron opiniones y manifestaciones espontáneas que los estudiantes nos hicieron llegar mediante correo electrónico y grabaciones hechas en las defensas del

<sup>1</sup> <https://sites.google.com/view/vidriera-proyectos-fceia/>

segundo proyecto [8, 9].

### ***Experiencias del desarrollo del PC en Carreras de Ingeniería***

Este proyecto, en el ámbito universitario, pretende incorporar el PC en el proceso de enseñanza y aprendizaje en las materias de Informática que se dictan en el primer año de las carreras de Ingeniería (UCA Campus Rosario), considerando que este proceso de pensamiento involucrado puede ayudar a los estudiantes a resolver mejor los problemas relacionados a sus carreras. Para esto se desarrolló material específico haciendo hincapié en aquellos conocimientos relacionados al PC, como ser: abstracción, descomposición de problemas en subproblemas, reconocimiento de patrones y algoritmos.

Para ver la efectividad de este entrenamiento, se aplicó a los alumnos, al inicio y al final del cursado, un test propuesto por Marcos Román-González [10, 11].

### **Resultados**

Se ha diseñado e implementado una formación superior para docentes del nivel primario en CC, la primera en la provincia de Santa Fe. Los resultados son sumamente alentadores, tanto desde la capacitación de los maestros (31 maestros egresados) como del diseño de la propuesta curricular de la Especialización, aprobada por el Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe. Las opiniones docentes en cuanto a la didáctica y contenidos de distintos módulos han sido altamente positivas y pueden verse en [6]. Destacamos además, que en este proceso se ha conformado un equipo docente universitario e interdisciplinario, competente en la formación docente en CC para el nivel primario.

A partir de este equipo, y continuando con esta línea de acción, en el cuatrimestre pasado se ha dictado el Curso “La

Programación y su Didáctica I” a 101 maestros de Rosario y la Región VI, con cerca del 60% de aprobación y muy buenos resultados del impacto de este curso en sus prácticas docente.

En cuanto al ciclo inicial universitario en ciencias exactas, los estudiantes manifiestan en los cuestionarios realizados los aspectos positivos que les dejó el desarrollo de los proyectos grupales de programación. Además, destacaron cómo éstos los ayudaron a incorporar conocimiento disciplinar, mantenerse motivados durante todo el proceso de desarrollo del trabajo, y cómo la actividad grupal facilitó relacionarse con el resto de los compañeros fortaleciendo de esta forma el vínculo entre pares. Esta combinación permitió que los cursantes logaran regularizar y aprobar la materia con una apreciación sólida y un alto grado de confianza sobre los saberes disciplinares adquiridos.

Con respecto a la incorporación del PC en el primer año de carreras de ingeniería, se analizaron las diferencias entre las respuestas al test de Marcos Román-González, al inicio y final de los cursos de Informática. Esta comparación nos brindó valiosa información acerca de la aprehensión de los conocimientos sobre el PC por parte de los alumnos y dio una pauta sobre la calidad del material desarrollado. Se trabaja sobre los contenidos de los apuntes de estas cátedras, considerando estos resultados.

### **Formación de Recursos Humanos**

El equipo de trabajo está integrado por las doctoras Ana Casali, Claudia Deco, Pamela Viale y Natalia Monjelat, la magister Cristina Bender, la licenciada Natalia Colussi y el estudiante Hernán Galardi. Dentro del marco de esta línea de I+D se desarrolló el trabajo de doctorado en Ciencias de la Educación de la Ing. Maritza

García Angarita, cuya defensa se realizó en diciembre de 2022 y algunos resultados pueden verse en [12].

Cabe destacar además, la formación que se lleva a cabo de docentes del Departamento de Ciencias de la Computación en la enseñanza de la disciplina a docentes de nivel primario y secundario, es un trabajo interdisciplinario con especialistas de las ciencias de la educación.

## Referencias

- [1] Wing, J. Computational Thinking Benefits Society. *Social Issues in Computing*. 2014.
- [2] Brackmann C., Román-González M., Moreno-León J., Robles G., Casali A. and Barone D. Computational Thinking Unplugged: Teaching and Student Evaluation in Primary Schools. In WIPSCENijmegen, The Netherlands, ACM. November, 2017.
- [3] Brackmann C., Couto Barone D., Casali A., Román-González M., Panorama Global Da Adoção Do Pensamento Computacional (Cap.3) Computação na educação básica: fundamentos e experiências (Ed. Raabe, Zorzo e Blikstein), pp. 30-47, 2020.
- [4] Monjelat, N. "Programming Technologies for Social Inclusion," En LACLO, 2017. La Plata, Argentina. 2017.
- [5] Bell, Witten & Fellows. CS Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students. 2015.
- [6] Casali A., Zanarini D., Monjelat N & San Martín P., Primary Level Teachers Training in Computer Science: Experience in the Argentine Context, In: Pesado P., Arroyo M.(eds) Computer Science—CACIC 2019.CCIS 1184, pp. 389-404, Springer2019 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48325-8\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48325-8_25)
- [7] A. Casali, P. San Martín, N. Monjelat, P. Viale, Experiencias y aprendizajes del trayecto proyectual en una Especialización Docente en Didáctica de las Ciencias de la Computación, *Revista Teyet* no. 27, pp. 9-19, 2020.
- [8] N. Colussi & P. Viale. "Actividades de Programación Grupales para Primer año de la Licenciatura en Ciencias de la Computación - Experiencias Didácticas en el Aula". In *Jornadas Argentinas de Didáctica de la Programación (JADiPro)*, 2019.
- [9] N. Colussi, P. Viale, N. Monjelat. "Vidriera de proyectos: una modalidad de evaluación posible en tiempos de virtualidad". En *II Workshop de Innovación y Transformación Educativa. "Transformación Digital. Desafíos de la Educación Superior"*. 2021
- [10] Viale P., Deco C., Bender C. Enseñando Pensamiento Computacional en el Ciclo Básico de las carreras de Ingeniería. *50° Jornadas Argentinas de Informática*. pp 42-51. SAEI, Simposio Argentino de Educación en Informática. CABA. 2021.
- [11] Viale P., Deco C., Bender C. Introduciendo conocimientos sobre el Pensamiento Computacional en los primeros años de las carreras de Ingeniería. pp 921-926 *COINI 2020: XIII Congreso Internacional de Ingeniería Industrial*. CABA. edUTecNe, 2021
- [12] García Angarita M., Deco C., Bender C., Collazos C. "Una Propuesta para el Desarrollo de Pensamiento Computacional en Niños y Jóvenes". *Revista Teyet*. Nro. 30. pp 16-27. Diciembre 2021. La Plata, Argentina.