

Modelos, metodologías y recursos para el desarrollo del pensamiento computacional

Gladys N. Dapozo, Cristina L. Greiner, Raquel H. Petris, Yanina Medina, Ana M. Company, María C. Espíndola

Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura
Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio N° 1449. Corrientes. Argentina.
{gndapozo, cgreiner, rpetris, yanina, acompany, mcespindola}@exa.unne.edu.ar

RESUMEN

Este proyecto busca contribuir con modelos, metodologías y recursos que contribuyan al desarrollo del pensamiento computacional, en la formación específica de profesionales de la Informática como también en la formación de estudiantes de otras disciplinas STEM y en la formación de formadores de los niveles educativos preuniversitarios. Para ello se proponen dos líneas de investigación: La promoción del pensamiento computacional en el nivel universitario y la formación de formadores de los niveles preuniversitarios. En la universidad, para mitigar indicadores de deserción y desgranamiento en estudiantes de Informática, y en formación docente de los niveles educativos preuniversitarios, para apoyar las políticas públicas orientadas a incorporar las Ciencias de la Computación en las escuelas, iniciativas que buscan incidir en un mayor desarrollo de las áreas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

Palabras clave: Enseñanza de la programación. Formación de formadores. Pensamiento computacional.

CONTEXTO

Las líneas de I/D corresponden al proyecto PI 21F016 “Modelos, metodologías y recursos para el desarrollo del pensamiento computacional”, acreditado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (SECYT-UNNE), continuación de las líneas de I/D del proyecto PI 16F016 (2018-2021).

1. INTRODUCCIÓN

Problemática que enmarca el proyecto

Existe un interés generalizado a nivel mundial para incrementar la cantidad y calidad de los

recursos humanos formados en disciplinas relacionadas con las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas (STEM). Diversos estudios [1][2] destacan la insuficiente producción de graduados en estas áreas, respecto de las necesidades del aparato productivo y, particularmente, la carencia de capital humano de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), con las capacidades necesarias para trabajar en la innovación digital.

En los últimos años, las instituciones educativas con formación en las ciencias de la computación y de la informática de los países más desarrollados (EEUU, Francia, España y otros países europeos), promueven el abordaje de los conceptos fundamentales de estas ciencias desde una visión renovadora, tal como lo manifiesta Wing: “*El Pensamiento Computacional será una habilidad fundamental usada por todos a mediados de Siglo XXI. A la lectura, escritura y aritmética, es necesario añadir el pensamiento computacional a la capacidad de análisis de cada estudiante*” [3].

Sumado a ello, cada ciencia se desarrolla, crece y avanza por el creciente influjo de la Informática, que contribuye al manejo de cantidades masivas de datos (i.e. Big Data) [4] permitiendo extraer conclusiones relevantes en cada área. Este fenómeno se observa aún en ciencias que hasta hace pocos años se habían mantenido al margen de estos desarrollos tecnológicos, como ser las ciencias sociales.

Pensamiento Computacional

El pensamiento computacional está relacionado con otros tipos de pensamiento: el matemático, el lógico y el crítico, entre otros, con los cuales comparte habilidades cognitivas comunes como ser reconocimiento de patrones, abstracción, modelado, repetición, entre otras.

Su finalidad es que a partir del reconocimiento de los aspectos que nos rodean, de problemas reales de las actividades diarias o de las ciencias, se propongan soluciones aplicando herramientas informáticas [5].

La tendencia mundial en educación es fomentar el pensamiento computacional y la enseñanza de la programación, desde etapas muy tempranas. Especialistas de diversos campos coinciden en que, habilidades como la creatividad, el análisis crítico, la colaboración y la comunicación cobrarán relevancia significativa, y que es necesario un cambio en el sistema educativo para lograr su desarrollo [6].

En nuestro país, acompañando esta corriente, se definieron políticas públicas que tienen como propósito cambios profundos en la enseñanza en escuelas primarias y secundarias en temas relacionados con las Ciencias de la computación [7]. Tanto la programación de computadoras como el desarrollo del pensamiento computacional resultan relevantes para este objetivo. Según Ripani [8] al comprender la lógica en la resolución de problemas, los alumnos también se preparan para entender y cambiar la realidad. La Fundación Sadosky lanzó en el año 2013 el proyecto Program.ar, que a partir de múltiples iniciativas acerca a niños y jóvenes al aprendizaje de las Ciencias de la Computación. En el 2015 el Consejo Federal de Educación declaró de importancia estratégica para el Sistema Educativo Nacional al aprendizaje de la programación durante la escolaridad obligatoria (Resolución CFE N° 263/15, 2015). En 2018, mediante la Resolución CFE N° 343/18 se aprobaron los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Educación Digital, Programación y Robótica. Entre sus objetivos se destacan los de fomentar el conocimiento y la apropiación crítica y creativa de las TIC, y desarrollar iniciativas orientadas a construir conocimiento sobre la programación y el pensamiento computacional.

Estas iniciativas conllevan la necesidad de formación de formadores capaces de encarar este proyecto en el ámbito de las escuelas en los distintos niveles.

Competencias, pensamiento complejo y pensamiento computacional

Por otra parte, en la Educación Superior, en el seno de las redes que nuclean las distintas profesiones (CONFEDI, RedUNCI, FODEQUI, entre otras) se debate sobre un nuevo paradigma de enseñanza y aprendizaje, centrado en el desarrollo de competencias.

Según Tobón [9] la formación de competencias se da desde el desarrollo y fortalecimiento de habilidades de pensamiento complejo como clave para formar personas éticas, emprendedoras y competentes. Este autor señala que se deben concebir las competencias como: *“Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas”*.

Edgar Morín [10], fundamenta que la complejidad y multi-disciplinariedad son parte del siglo XXI, por lo cual la educación del futuro debe estar centrada en la condición humana. Bajo este enfoque, el ser humano debe ser capaz de identificar los aspectos comunes y diversos que existen entre nosotros; y tener la capacidad de abstraer y descomponer un problema o contexto complejo en un conjunto de componentes simples que permitan mejorar los procesos de toma de decisiones y la resolución de problemas. Por ello, las universidades fomentan el desarrollo de las habilidades blandas (pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación) igual de relevantes como las habilidades fuertes (técnicas) propias de la especialización.

El pensamiento computacional es un proceso mental que aplica habilidades propias de la computación y del pensamiento crítico. Cuenta

con cuatro principios: a) Descomposición de un problema en fases más pequeñas, b) Reconocimiento de patrones, c) Abstracción de información irrelevante al problema, d) Diseño de algoritmos para la resolución del problema. Similares principios proponen Selby [11], estableciendo también criterios para desarrollarlos: a) Generalización, b) Descomposición, c) Abstracción, d) Diseño Algorítmico, y e) Evaluación, como habilidad para reconocer y determinar los alcances de realizar procesos, en términos de eficiencia y uso de recursos.

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la programación se considera la necesidad de alcanzar en los estudiantes la comprensión del uso de la tecnología informática no como un simple requisito para aprender un lenguaje de programación mediante la elaboración de algoritmos y la generación de código, sino que se busca la apropiación de un proceso metodológico adecuado para resolver problemas y programar soluciones. El desarrollo de habilidades cognitivas como la capacidad de abstracción, una buena aptitud lógico-matemática y la facilidad para la resolución de problemas de orden algorítmico, son muy importantes al momento del aprendizaje de los fundamentos de programación [12].

Además, los vertiginosos cambios de los medios de comunicación y tecnológicos, han ido acompañados de profundas transformaciones en la vida personal y en las instituciones, y han puesto en crisis, entre otras cuestiones, la transmisión del conocimiento. Estos cambios marcan la necesidad de revisar algunas de las certezas que fuimos construyendo, especialmente desde los aprendizajes. Los fenómenos de big data, internet de las cosas, machine learning, inteligencia artificial, dan cuenta de la vertiginosidad del desarrollo tecnológico. En este contexto es valioso revisar qué propuestas vamos a generar en nuestras clases y que empecemos a dialogar con los sujetos reales que tenemos en las aulas para diseñar propuestas relevantes y profundas, definir qué es lo relevante en tiempos de información fluida

y accesible, qué los emociona, qué los fascina, qué los inquieta[13].

Es importante que los profesores asuman el compromiso de formarse en las particularidades que plantean los ambientes tecnológicos actuales, reconociendo que es fundamental abordar la tarea docente en forma colaborativa con otros colegas, pues la inteligencia humana opera en un modo distribuido. La utilización de cada innovación tecnológica impactará y moldeará el funcionamiento cognitivo de los estudiantes de manera decisiva, por lo cual la selección de los medios y recursos tecnológicos no es un tema que pueda soslayarse [14].

En este proyecto vinculado con procesos de enseñanza y TIC, no puede dejar de considerarse el impacto de la pandemia del Covid-19 en el sistema educativo. Si bien, la reacción inmediata, en todos los niveles, fue la de pasar, sin solución de continuidad ni preparación previa alguna, de la enseñanza presencial a una enseñanza remota para navegar en la emergencia, no se puede ignorar que la ausencia de presencialidad pudo haber afectado aprendizajes y profundizado las desigualdades. En la enseñanza pos pandemia tendrá seguramente una ponderable incidencia la estrategia de hibridación entre modalidades que se adopte, así como su alcance, intensidad, conveniencia pedagógica, y momento o fase del proceso de formación en que se introduzca o trabaje [15].

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Para el logro de los objetivos de este proyecto se propone trabajar en las siguientes líneas:

1. Formular un modelo de formación de pensamiento computacional en la enseñanza de la programación en carreras de Informática.
 - 1.1. Diseñar y aplicar estrategias para desarrollar el pensamiento computacional de los estudiantes en la enseñanza de la programación en la formación de informáticos.
 - 1.2. Recabar información del proceso formativo como retroalimentación para evaluar el grado de adquisición de las habilidades cognitivas propias del

- pensamiento computacional por parte de los estudiantes.
2. Elaborar un modelo de formación de pensamiento computacional transferible a los docentes de los niveles educativos preuniversitarios.
 - 2.1. Desarrollar propuestas pedagógicas que involucren conceptos de programación y robótica educativa para trabajar en la escuela.
 - 2.2. Desarrollar actividades didácticas digitales que puedan ser utilizadas en distintas propuestas pedagógicas buscando un abordaje holístico para la resolución de problemas, aplicando conceptos de gamificación y juegos serios.
 - 2.3. Definir mecanismos de seguimiento y de comprobación del grado de adquisición de las competencias vinculadas con el PC por parte de los docentes
 - 2.4. Evaluar el grado de implementación de estrategias educativas vinculadas con el pensamiento computacional y las Ciencias de la Computación que los docentes que participan de las capacitaciones han realizado en sus espacios áulicos, mediante una encuesta semestral.
 3. Desarrollar un marco de referencia para evaluar las características de las herramientas visuales y/o lúdicas utilizadas en la enseñanza inicial de la programación para orientar a los docentes en la selección de las herramientas más adecuadas para incorporar en sus propuestas docentes
 - 3.1. Relevar y evaluar las herramientas visuales y/o lúdicas utilizadas en la enseñanza inicial de la programación.
 - 3.2. Definir criterios de evaluación de las herramientas, en función de aspectos tecnológicos como didácticos.
 - 3.3. Diseñar un marco de referencia que permita la selección de las herramientas en función de los criterios predefinidos y objetivos de aprendizaje
 - 3.4. Validar el marco de referencia con diferentes casos de estudios, diseñados para tal fin.
 4. Generar un repositorio digital de recursos (herramientas y actividades didácticas) para

los docentes de los niveles educativos preuniversitarios.

- 4.1. Realizar un relevamiento sobre recursos digitales orientados al desarrollo del pensamiento computacional en las escuelas.
- 4.2. Seleccionar y publicar recursos propios del grupo de investigación y otros recursos externos que resulten de interés, como así también las producciones de los docentes que asisten a los cursos de capacitación.
- 4.3. Generar espacios de intercambio y comunicación entre los diferentes participantes.
- 4.4. Poner a disposición el repositorio para los docentes de la región.
- 4.5. Evaluar el impacto y las visitas al sitio web con el propósito de optimizar los recursos disponibles.

3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

En la línea de estrategias educativas para la enseñanza de programación en carreras de Informática, en [16] se presenta la experiencia del dictado en modalidad “remota de emergencia” realizada en Algoritmos y Estructuras de Datos I de la Licenciatura en Sistemas de Información de la FaCENA-UNNE. Se comentan las adecuaciones pedagógicas realizadas con el propósito de lograr los objetivos de formación, destacando los aspectos que resultaron favorables y los que requieren ajustes o nuevas estrategias.

En la línea de formación docente, en [17] se muestran los resultados del dictado de la Diplomatura en Programación y Robótica Educativa. Se destaca el interés que suscita esta formación por parte de los docentes, provenientes de distintas áreas de conocimiento y con una motivación en consonancia con los objetivos de esta propuesta educativa. Así también se comprueba que los docentes han incorporado los conocimientos y las técnicas propias de la programación y han consolidado competencias para la cultura digital, tales como la colaboración y la creatividad, necesarias para lograr en los alumnos un aprendizaje más efectivo y motivador.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En este proyecto participan seis docentes investigadoras, entre ellas dos tesis de posgrado que desarrollan su Trabajo Final de la Maestría en Tecnologías de la Información de la UNNE.

5. REFERENCIAS

- [1] M. Borchardt, I. Roggi, *Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina*, Buenos Aires: IPE – UNESCO Cuaderno SITEAL. 2017.
- [2] R. Katz, “TIC, digitalización y políticas públicas,”. *Entornos Digitales y Políticas Educativas*. IPE-UNESCO, pp. 17-58. 2016.
- [3] J. Wing, “Computational Thinking,” *Communications of the ACM*, vol 49(3), pp. 33-35, 2006.
- [4] G. Simari, “Los fundamentos computacionales como parte de las ciencias básicas en las terminales de la disciplina Informática”, VIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Santiago del Estero, 2013.
- [5] H. Pérez Narváez y R. Roig-Vila, “Entornos de programación no mediados simbólicamente para el desarrollo del pensamiento computacional. Una experiencia en la formación de profesores de Informática de la Universidad Central del Ecuador”, *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(9), 2015.
- [6] Arias Ortiz, E., y Cristiá, J. (2014). El BID y la tecnología para mejorar el aprendizaje: ¿Cómo promover programas efectivos? Nota Técnica IDB-TN-670, BID.
- [7] Sadosky. CC-2016 Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas argentinas. 2013. Disponible en: <http://www.fundacionsadosky.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/cc-2016.pdf>
- [8] M. F. Ripani. *Competencias de Educación Digital*. Ministerio de Educación de la Nación. Argentina. 2017. Libro digital. Disponible en: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005452.pdf>
- [9] S. Tobón, “El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos”. *ACCIÓN PEDAGÓGICA*, N° 16, Enero - Diciembre, 2007 - pp. 14 - 28
- [10] E. Morin, *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Buenos Aires: Nueva Visión. 2002
- [11] C. C. Selby, *Relationships: computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom's Taxonomy*. *WiPSCE '15 Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. 2015. (págs. 80-87). London, United Kingdom: ACM New York, NY, USA. doi:10.1145/2818314.2818315
- [12] J. A. Jiménez-Toledo, C. Collazos, O. Revelo-Sánchez, “Consideraciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un primer curso de programación de computadores: una revisión sistemática de la literatura”. *Instituto Tecnológico Metropolitano. TecnoLógicas*, vol. 22, 2019.
- [13] C. Lion. *Aprendizaje y tecnologías. Habilidades del presente, proyecciones del futuro*. Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico. 2020.
- [14] S. Coicaud. *Potencialidades Didácticas de la Inteligencia Artificial. Mediaciones Tecnológicas para una enseñanza disruptiva*. Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico. 2019.
- [15] Eduardo Sánchez Martínez. ¿Qué universidad después de la pandemia?. *Integración y Conocimiento: Revista del Núcleo de Estudios e Investigaciones en Educación Superior de Mercosur*, ISSN-e 2347-0658, Vol. 11, N° 1, 2022, págs. 147-152
- [16] G. Dapozo, C. Greiner, A. M. Company, S. Armana. *Desarrollo de habilidades cognitivas para la programación en contexto de masividad y enseñanza remota*. *Primeras Jornadas de Educación y TIC de FaCENA – UNNE*. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas. 2021. Libro Digital. ISBN 978-987-3619-71-7.
- [17] G. N. Dapozo, C. L. Greiner, R. H. Petris, Y. Medina, A. M. Company and M. C. Espíndola, "Motivación y logros en la formación de docentes para introducir la programación y la robótica en los niveles educativos no universitarios," 2020 IEEE Congreso Bienal de Argentina (ARGENCON), 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/ARGENCON49523.2020.9505572.