

Promoción del Pensamiento Computacional para Favorecer la Formación de Recursos Humanos en Disciplinas STEM

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

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}@exa.unne.edu.ar, mcespindola@yahoo.com, anamacom@hotmail.com

Resumen

Este proyecto de investigación busca aportar información a la problemática de la formación de recursos humanos en disciplinas académicas relacionadas con las ciencias, las tecnologías, las ingenierías y las matemáticas, conocidas como STEM. Se plantean tres líneas de investigación, una orientada a la incorporación de innovaciones basadas en tecnologías (juegos, robots) en el campo de la didáctica de la programación al interior de las carreras de Informática, otra orientada a promover el pensamiento computacional a través de la formación de formadores y articular acciones entre la universidad y otros niveles educativos no universitarios para estimular vocaciones en STEM. Paralelamente a estas actividades, se propone también indagar sobre las causas que influyen en la elección de la formación profesional de las mujeres. Finalmente, se busca también contribuir a mitigar los índices de desgranamiento y de abandono estudiando las dificultades que se presentan en la enseñanza de la Matemática en el primer año de las carreras de Ciencias Exactas.

Palabras clave: Didácticas específicas, herramientas lúdicas, pensamiento computacional, participación de la mujer.

Contexto

Las líneas de I/D corresponden un proyecto nuevo presentado a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), en etapa de evaluación.

Introducción

Las dificultades en la formación en STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), es un problema global. Diversos países a nivel mundial se ven afectados por una marcada disminución de estudiantes en carreras TIC, y la escasez de recursos humanos calificados. Un informe del Consejo Presidencial de Asesores en Ciencia y Tecnología (PCAST) en EE.UU. señala que se requerían, en la próxima década, aproximadamente 1 millón de graduados universitarios en los campos de STEM., Además, en este país menos del 40% de los estudiantes que ingresan a la universidad con la intención de especializarse en un campo STEM lo logran [1].

La consultora Everis publicó un estudio [2] del cual se desprende que en 2019 habrá un 40% menos de ingenieros y técnicos informáticos en España. América Latina no es ajena a esta situación, y se llevan adelante diversas políticas públicas, conscientes de esta “revolución digital”, en el que los grandes datos (big data) y la información en tiempo real, son nuevas fuentes de creación de valor. [3].

Sin embargo, en un estudio reciente [4] Katz señala que es evidente la producción limitada de graduados en STEM respecto de las necesidades del campo productivo y, la falta de masa crítica en capacidades para trabajar en la innovación digital. Destaca que, si bien se observa un avance significativo de la digitalización en la región, persiste una carencia estructural de capital humano de TIC. Considera que

esta carencia tiene efectos negativos, debido a que *“jóvenes que han transitado dos o tres años de carrera tienden a abandonarlas tentados por los altos salarios del mercado”* [4].

Propuestas de soluciones

Ante este problema de carácter global, existen numerosos programas que proponen soluciones, que buscan mejorar la educación en estos temas desde los primeros niveles de educación (*“Some STEM for All”*), concentrar los esfuerzos sólo en los interesados o en los destacados (*“All STEM for Some”*) [5], fortalecer la formación de los docentes de STEM y promover el incremento de los mismos mediante beneficios adicionales. [6].

En este contexto, la identificación de las vocaciones se torna esencial para detectar las causas del alto índice de deserción y desgranamiento de los estudiantes. *“Es indudable la íntima relación existente entre el bajo rendimiento, la deserción, el fracaso y la despersonalización del estudiante en el transcurso de su vida universitaria”* [7].

Por estos motivos desde la UNNE se realizan diferentes esfuerzos tendientes a mejorar el desempeño y lograr la permanencia, en la carrera Licenciatura en Sistemas de Información se presentó un conjunto de estrategias, orientadas a mejorar esta realidad descrita en [8].

Nueva alfabetización

Un debate en esta época de transformaciones, atravesada por el exponencial desarrollo de las tecnologías, es sobre la noción de alfabetización: cuáles son los conocimientos necesarios para la vida cotidiana y de qué forma deben ser transmitidos en contextos educativos. Actualmente se requiere la apropiación de habilidades ligadas al desarrollo de formas de gestión y procesamiento de la información. *“Se trata de dimensiones que involucran el ejercicio de una nueva ciudadanía, la del siglo XXI, con nuevas formas de participación, reglas y valoraciones”* [9].

Las Ciencias de la Computación (CC) reúnen los conceptos básicos de esta nueva alfabetización necesaria para que los estudiantes de todos los niveles puedan comprender, por ejemplo, los principios algorítmicos sobre los que funciona el buscador que utilizan cotidianamente o para decidir qué datos publicar en las redes sociales en que participan y con quiénes están dispuestos a compartirlos.

Las habilidades y competencias propias de las CC que pueden ser aplicadas en otros campos de estudio, tales como la descomposición de problemas complejos en subproblemas, el diseño de algoritmos como estrategia de solución, factibles de ser implementados y ejecutados por un dispositivo digital, la capacidad de abstracción como la representación de un problema de manera conceptual y general, la generalización o modelización y formalización, traducida en la operación de plantear una solución de modo que permita resolver múltiples problemas que comparten características comunes, aun cuando se denen contextos diferentes y cambiantes; el reconocimiento de estrategias de solución que han sido útiles para resolver determinados problemas y podrían servir para resolver otros diferentes o bien combinarse de nuevas maneras para solucionar otros en el futuro; la identificación de patrones en la organización de datos y la resolución de problemas[3].

Promoción del pensamiento computacional

En la última década, la web 2.0, los dispositivos móviles, la industria del videojuego y el resurgir del movimiento DIY (Do It Yourself) han puesto en un primer plano las necesidades y carencias en la formación sobre pensamiento computacional y programación. Como respuesta a esta demanda gobiernos, empresas y organizaciones sin ánimo de lucro o instituciones educativas, han desarrollado proyectos y adoptado

decisiones relacionadas con el fomento de la programación en la educación.

El concepto de pensamiento computacional es una competencia compleja de alto nivel relacionada con un modelo de conceptualización específica de los seres humanos que desarrolla ideas y está vinculada con el pensamiento abstracto-matemático y con el pragmático-ingenieril que se aplica en múltiples aspectos de la vida diaria. No es sinónimo de capacidad para programar un ordenador, puesto que requiere pensar en diferentes niveles de abstracción y es independiente de los dispositivos. Se puede desarrollar pensamiento computacional sin utilizar ordenadores (basta papel y lápiz). Por otra parte, es una competencia básica que todo ciudadano debería conocer para desenvolverse en la sociedad digital, pero no es una habilidad rutinaria o mecánica, ya que es una forma de resolver problemas de manera inteligente e imaginativa (cualidades humanas que no poseen los ordenadores). Además, posee las características de combinar abstracción y pragmatismo, puesto que se fundamenta en las Matemáticas, un mundo de ideas, y se desarrolla a partir de proyectos de ingeniería que interactúan con el mundo real.

La programación no es solo una competencia cognitiva que se utiliza para diseñar códigos. Es también una competencia social y cultural que se usa para participar en grupos. Este aprendizaje conectado es algo más que lenguaje de programación porque permite comprender cómo funciona la tecnología y cómo el diseño puede incorporar nuevas posibilidades y soluciones a problemas de la vida cotidiana [10].

Con frecuencia se atribuye a la tecnología un nivel de complejidad que solamente expertos o especialistas podrían abordar. Tradicionalmente la matemática, los principios de la física, los conceptos de biología o química son abordados en todas las etapas del sistema educativo

formal con diferentes niveles de profundidad y de complejidad. Del mismo modo, los fundamentos de las CC pueden ser incorporados de manera espiralada a lo largo de los niveles inicial, primario y secundario. Esta iniciativa se vería facilitada por un gran número de herramientas lúdicas actuales que favorecen la enseñanza de la programación en todos los niveles. La clave sigue estando en la formación de profesionales de la educación, orientadas tanto para los docentes en formación como para los que están en ejercicio. Y esto, sin dudas, demandará cambios en las instituciones formadoras y en las estrategias de desarrollo profesional docente.

Vocaciones TIC. ¿Por qué los jóvenes no eligen carreras TIC?

En nuestro país, la CESSI (Cámara de Software y Servicios Informáticos) realizó en 2006 un estudio que aporta algunas causas, que se reportan en [5], a los que se suma la experiencia personal de los autores. Entre las causas que se mencionan, se destacan: Los jóvenes tienden a asociar a los informáticos con la imagen del “nerd”, personas aisladas, enfrascadas en la computadora, Imaginan a las carreras TIC como difíciles, en parte por deficiencias en formación matemática, en parte por prejuicio puro. Atendiendo a esta situación, en la UNNE, se decidió acompañar la iniciativa de la Fundación Sadosky de promover el estudio de carreras vinculadas con la Informática, y en este marco, indagar sobre el perfil de los alumnos del nivel medio en relación a su formación y habilidades tecnológicas, su interés por la elección de carreras vinculadas con la Informática y los factores que influyen en esta elección, a fin de aportar información que contribuya al objetivo de acercar a los jóvenes a la Informática, como actividad profesional.

Un párrafo aparte merece la cuestión de género en TIC. Según Pavez [11] las mujeres están más expuestas a quedar

rezagadas en el mundo de las TIC porque deben sortear mayores barreras que sus pares masculinos para acceder y aprovechar las ventajas ofrecidas por el mundo digital.

La iniciativa Program.AR

La Iniciativa Program.AR sostiene que el mundo moderno no puede comprenderse cabalmente sin contar con un conjunto de herramientas que permitan decodificar la lógica de la tecnología que media en buena parte los vínculos que establecemos con el mundo en el que estamos insertos.

Los diseñadores de esta propuesta exponen las razones que fundamentan la enseñanza de la programación en la escuela argentina. Para comprender y problematizar los saberes vinculados a la tecnología no alcanza con simplemente conocerlos, nombrarlos o estar en constante contacto con dispositivos tecnológicos. La lógica de funcionamiento de la tecnología no se revela con su mero uso [12].

La problemática en la UNNE

En un estudio realizado en la UNNE [13] se muestra la evolución de la cantidad de alumnos inscriptos en la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la UNNE, por año académico y sexo. Se puede observar una marcada tendencia decreciente en el ingreso pasando de 518 inscriptos en el año 2001, a 210 en el 2014. Se observa una mejora a partir del 2015 (274), 2016 (257) y 2017 (304). La misma podría estar relacionada con las diferentes acciones de promoción que se vienen llevando a cabo desde el 2013, como por ejemplo las Visitas a las Escuelas, en el marco de las acciones de la Fundación Sadosky. En la caracterización de los alumnos se nota también una preponderancia de varones. El porcentaje más alto de mujeres se dio en el 2001 con un 41%, siendo decreciente en los años siguientes, llegando al porcentaje más bajo (12%) en el año 2012. Esta problemática se ve agravada por índices

desfavorables de desgranamiento, deserción y lento avance en la carrera, que influye en el bajo número de egresados, entre 20 y 30 alumnos por año (Estadísticas UNNE. www.unne.edu.ar). En síntesis, la problemática que dio origen a este proyecto se puede resumir en las siguientes cuestiones:

Líneas de investigación y desarrollo

En todos los casos, se tomará como fuente de datos la información de alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Nordeste (FaCENA-UNNE) y la información recabada en las actividades de articulación con el nivel medio.

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

- Estudiar la aplicación de metodologías innovadoras en el campo de la didáctica de la programación, mediante la incorporación de herramientas lúdicas y robots.

Actividades:

- a) Diseñar y aplicar estrategias de enseñanza de la programación que incorporen software lúdico, como PilasBloques, Scratch, Alice, Ligthbot, entre otros, en el primer año de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información (LSI).
- b) Evaluar si las estrategias implementadas mejoraron la comprensión de los conceptos de programación y los resultados finales del cursado.

- Promover el pensamiento computacional a través de actividades orientadas a la formación de formadores.

Actividades:

- a) Estudio, evaluación y selección de software para diseñar y desarrollar actividades orientadas a consolidar el pensamiento computacional en la enseñanza de la Química, Física, Biología y Matemática.

- b) Capacitación de docentes y estudiantes avanzados de los profesorados de Ciencias Experimentales (Química, Física, Biología) y Matemática que se dictan en la FaCENA, en herramientas computacionales que faciliten la resolución de problemas en las distintas áreas.
- c) Análisis del grado de apropiación del pensamiento computacional de los participantes a través de la evaluación de las actividades diseñadas para ser implementadas en el aula.
- Estudio de las dificultades que se presentan en la enseñanza de la Matemática en el primer año de las carreras de Ciencias Exactas.

Actividades

- a) Diseño de un instrumento de recolección de información que permita detectar las dificultades de aprendizaje de conceptos propios de las asignaturas de Matemática de primer año.
- b) Sistematización de la información, análisis y clasificación de las dificultades.
- c) Evaluación de métodos o estrategias que permitan mejorar la comprensión de los conceptos detectados como dificultosos para los alumnos.
- Articular acciones entre la universidad y otros niveles educativos no universitarios para estimular vocaciones en STEM, en particular, la formación en Ciencias de la Computación.

Actividades

- a) Dictado de talleres de robótica e introducción a la programación con herramientas lúdicas.
- b) Evaluar el grado de interés de los alumnos por la formación en carreras de Informática, y en particular, el interés de las mujeres.

- Análisis de los estilos de aprendizaje su impacto en el aprendizaje de la programación.

Actividades

- a) Diseño de un instrumento que permita determinar los estilos de aprendizaje de los alumnos de primer año de la LSI.
- b) Análisis de la relación entre el estilo de aprendizaje y las dificultades en el aprendizaje de la programación.
- Estudiar la problemática de la cuestión de género en las carreras STEM

Actividades

- a) Recabar información sobre los factores que influyen en la decisión de las mujeres respecto de su formación profesional, en las distintas actividades que se realicen en el marco de este proyecto.

Resultados obtenidos

Integrantes del grupo de investigación formaron parte de los equipos de asistencia técnica a la Fundación Sadosky para la implementación de talleres de Alice en los colegios secundarios de la ciudad de Corrientes y la capacitación de docentes en didáctica de la programación. Los resultados de estas experiencias se publicaron en [13]. Se muestran los resultados de las acciones de capacitación en programación, que permitieron ajustar la propuesta incorporando actividades motivadoras para las chicas, enfatizando la relevancia que representa una titulación universitaria para el desarrollo personal, y de la sociedad en su conjunto. En [14] se presentaron los resultados de la experiencia de formación en Didáctica de la Programación destinada a docentes de los niveles no universitarios de la ciudad de Corrientes, (2015 y 2016), en la cual se pudo detectar un elevado porcentaje (82%) de los docentes que manifiestan estar de acuerdo con la incorporación de la programación en las escuelas.

Formación de recursos humanos

En el Grupo de Investigación GI-TIPC (Tecnologías Informáticas y Pensamiento Computacional) están involucrados ocho docentes investigadores y dos tesis de posgrado.

Referencias

[1] President's Council of Advisors on Science and Technology. (2012). "Report to the president. Engage to excel: producing one million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics". Disponible en: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_2-25-12.pdf

[2] Consultora EVERIS. (2012) "La falta de ingenieros TIC: situación actual y perspectiva". Barcelona. Disponible en: <http://www.everis.com/spain/WCLibraryRepository/La%20falta%20de%20ingenieros.pdf>

[3] Borchardt, M.; Roggi, I. (2017) Ciencias de la Computación en los Sistemas Educativos de América Latina. SITEAL. <http://www.siteal.iipe-oei.org>

[4] Katz, R. (2016). TIC, digitalización y políticas públicas. En Entornos Digitales y Políticas Educativas. IPEE-UNESCO.

[5] Atkinson, R.D.; Mayo, M. "Refueling the U.S. innovation economy: Fresh Approaches to Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education". Disponible en: <http://www.itif.org/files/2010-refueling-innovation-economy.pdf>

[6] Committee Members. "Rising above the gathering storm, revisited". Disponible en: <http://www.sandia.gov/NINE/documents/RisingAbove.pdf>

[7] Romero, H.; Pereyra, A. (2003). "Elección vocacional e ingreso a la universidad". III Coloquio internacional sobre gestión universitaria en América del Sur.

[8] Dapozo, G.; Greiner, C.; Godoy Guglielmone, M. (2011). "Retención de alumnos y culminación de estudios. Análisis y propuestas para la Licenciatura en Sistemas de Información de la UNNE". TE&ET 2011. ISBN 978-987-633-072-5. Pp. 424-433.

[9] Brito, A., (2015). Nuevas coordenadas para la alfabetización: debates, tensiones y desafíos en el escenario de la cultura digital, SITEAL TIC. Disponible el 26/03/2017 en: http://tic.siteal.org/sites/default/files/stic_publicacion_files/tic_cuaderno_alfabetizacion.pdf

[10] Valverde Berrocoso, J.; Fernández Sánchez, M.R; Garrido Arroyo, M. delC.. El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. RED-Revista de Educación a Distancia, 46(3). 2015. Disponible en: http://www.um.es/ead/red/46/valverde_et_al.pdf

[11] Pavez, I. (2015). Niñas y mujeres de América Latina en el mapa tecnológico: una mirada de género en el marco de políticas públicas de inclusión digital, SITEAL TIC. Disponible en: http://tic.siteal.org/sites/default/files/stic_publicacion_files/tic_cuaderno_genero_20160210.pdf

[12] Factorovich, P.; Sawady O'Connor, F. Actividades para aprender a Program.AR. Volumen 1. Edición: Ignacio Miller. E-Book. - (Program.AR). ISBN 978-987-27416-1-7.

[13] Dapozo, G.; Greiner, C.; Pedrozo Petrazzini, G.O.; Chiapello, J. (2014) "Investigación para fortalecer actividades de promoción y retención de alumnos en carreras de informática". Anales del XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. ISBN 978-987-3806-05-6.

[14] Dapozo, G.; Petris, R.; Greiner, C. (2016). "Programación en las escuelas. Experiencia de formación docente en el Nordeste Argentino". III Encuentro Internacional de Educación y Cultura en Ambientes Virtuales. Guadalajara. México.