

El Pensamiento Computacional: experiencia de su aplicación en el aprendizaje de la resolución de problemas

María V. Rosas, Mariela E. Zúñiga, Jacqueline M. Fernández, Roberto A. Guerrero

Laboratorio de Computación Gráfica, Departamento de Informática, FCFMyN
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 (San Luis, Argentina)
{mvrosas, mezuniga, jmfer, rag}@unsl.edu.ar

Resumen. El Pensamiento Computacional (PC) es el núcleo de las disciplinas actuales en Ciencia, Tecnología, Ingenierías y Matemáticas, representando una alternativa que mejore índices de deserción y desgranamiento en carreras universitarias. Este trabajo relata una experiencia piloto realizada en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, destinada a alumnos inscriptos al ingreso 2017. El curso tuvo como propósito desarrollar conceptos básicos del PC, centrándose en: Descomposición, Abstracción, Reconocimiento de patrones y Algoritmo. Se registró además el impacto que éste provocó mediante una encuesta al comienzo y otra al finalizar. Del análisis de los datos se promueve un espacio de reflexión que favorezca transformaciones que garanticen el ingreso y la permanencia en la universidad, comenzando por la formalización como curso de ingreso obligatorio para todos los alumnos que en el primer año de su carrera tengan una materia relacionada con la resolución de problemas computacionales y/o la programación.

Palabras clave: Pensamiento Computacional, resolución de problemas, curso de ingreso. Ingreso y permanencia de los alumnos al nivel superior.

1 Introducción

En todo momento el contexto económico, político, tecnológico y cultural presenta nuevos desafíos al sistema educativo provocando modificaciones y reestructuraciones en sus propuestas pedagógicas. Estos cambios se hacen más evidentes en los niveles superiores de formación. La tendencia actual determina que los nuevos profesionales estén capacitados para afrontar una gran variedad de situaciones, incluso estar preparados para afrontar problemas que tal vez aún no existen como tal. Por lo tanto, cabe a las instituciones educativas adaptarse a los requerimientos del mundo actual, formando a las nuevas generaciones en habilidades de pensamiento como complemento de los contenidos específicos que fueron el eje de la enseñanza hasta el momento [1].

La universidad como parte del sistema educativo no puede estar ajena a los desafíos actuales, debiendo capacitar a sus futuros egresados en una formación más generalista, centrada en prácticas de resolución de problemas e incentivando la

creatividad para desempeñarse satisfactoriamente en su campo profesional. El mundo laboral va sufriendo transformaciones, surgiendo nuevas profesiones desconocidas o inimaginables hasta hace unos años atrás. La grieta entre lo que se espera de los nuevos profesionales y cómo ellos egresan de la universidad puede ir disminuyendo a partir de centrar los esfuerzos en formar a los alumnos en rutinas y prácticas de pensamiento y no en conocimientos específicos, y que esto sea una constante desde el comienzo de su formación. En este sentido, podría considerarse que llevar a cabo estas acciones desde el primer año de cualquier carrera universitaria contribuiría a la adaptación y permanencia del alumnado favoreciendo su desempeño académico durante todo el proceso de formación de grado [2] [3].

En particular, en carreras vinculadas a las Ciencias e Ingeniería, diferentes autores han planteado la problemática recurrente del desgranamiento en los primeros años y la falta de motivación, presentando diferentes propuestas para hacer frente a estas realidades [4][5]. Algunas de estas propuestas implementaron períodos de aprestamiento utilizando herramientas lúdicas, cursos de ingreso con herramientas específicas y prácticas de programación, trabajos interinstitucionales de articulación con el nivel medio, entre otros. Estas iniciativas lograron resultados prometedores mediante prácticas acotadas a resoluciones concretas y con objetivos orientados en su mayoría al aprendizaje de la programación [6] [7] [4] [8].

Por otro, el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) ha evidenciado un fuerte avance teórico en los últimos años. Varios autores manifiestan la importancia de promover su desarrollo desde edades muy tempranas, considerando que esto favorece significativamente las habilidades de los estudiantes para enfrentar y resolver los problemas de diversa índole: académicos, personales, sociales, entre otros. [9] [10] [4] [11] [12]. Según Jeannette Wing, el PC se define como el conjunto de los procesos de pensamiento implicados en la definición de problemas y en la representación de sus soluciones, de manera que dichas soluciones pueden ser efectivamente ejecutadas por un agente de procesamiento de información (humano, computadora o combinación de ambos) . Por lo tanto, el PC se basa en resolver problemas haciendo uso de conceptos básicos de la programación [13] [14].

Durante el proceso de resolver un problema, el pensamiento computacional se pone en juego cuando [6] [11] [14]:

- Se descompone el mismo en pequeños subproblemas; denominado proceso de **Descomposición**. El mismo consiste en dividir un problema complejo (situación o tarea) en subproblemas más pequeños y manejables cuyas soluciones combinadas proveen la solución al problema general.
- Se centra la atención en las características más importantes; denominado proceso de **Abstracción**. Se pretende captar la esencia del problema filtrando las características no fundamentales y conservando los rasgos más relevantes, para luego crear una representación o modelo simplificado del mismo.
- Se utiliza el conocimiento de problemas similares resueltos con anterioridad; denominado proceso de **Reconocimiento de Patrones**. Consiste en buscar similitudes entre distintos problemas y dentro de un mismo problema. Se trata de encontrar similitudes o patrones de un problema (o subproblema) complejo con otro similar ya analizado-y resuelto efectivamente. Mientras

más patrones se reconozcan, más fácil y rápida será la tarea general de resolver problemas.

- Se elabora un plan de acción a ejecutar: **Algoritmo**. Consiste en un conjunto de instrucciones claras y precisas, que se identifican y se planifican en un determinado orden para la resolución a un problema.

La experiencia presentada en este trabajo consistió en promover, desde un sentido más general, prácticas para el desarrollo de las habilidades de pensamiento. Las mismas se centraron en actividades de resolución de problemas que desarrollan cuatros pilares del Pensamiento Computacional, utilizando como soporte diferentes herramientas de programación e incorporando el modelo lúdico como elemento de motivación. La iniciativa surge en el marco del proyecto de investigación “Estrategias para la Mejora de la Enseñanza de la Programación a Alumnos Ingresantes de las carreras de Ciencias e Ingeniería” y en concordancia con los objetivos planteados en su definición [1] [15].

El presente trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se explica cómo se diseñó el curso en función de los potenciales alumnos, las características del mismo y los instrumentos de recolección de datos; en la sección 3 se hace el análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas, finalmente en la sección 4 se presentan algunas conclusiones y trabajos futuros.

2 Metodología del curso

Para la implementación de la experiencia que permitiera indagar qué habilidades relacionadas al PC ponen en juego los alumnos que ingresan a la UNSL en lo que respecta al aprendizaje de la programación en carreras de Ciencias e Ingeniería, se diseñó el curso “Inicio a la Programación”. El mismo estuvo orientado a alumnos que ingresaban en el ciclo 2017 a la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la UNSL, con el objetivo de introducirlos en la práctica de resolución de problemas usando fundamentos del PC. [17]

Debido a que en este período los alumnos deben cursar en forma obligatoria dos cursos de nivelación y evaluaciones diagnósticas, se optó por la modalidad B-learning para la organización del curso. Se estructuró en tres semanas completas de actividad, cerrando cada una con un encuentro presencial.

El aspecto no presencial fue cubierto mediante un aula virtual en la plataforma Moodle del Campus virtual de la UNSL, lo que facilitó la comunicación, organización y distribución de los recursos necesarios para la realización del curso [16].

El material de estudio fue desarrollado por los docentes responsables del dictado y puesto a disposición de los estudiantes semanalmente. En ellos se plantearon los objetivos que se pretendían alcanzar, el marco teórico y las actividades a realizar para afianzar dichos contenidos. Así mismo, se incorporaron diferentes recursos digitales (audio, video, enlace web) que complementaban el material de estudio.

Para poner en práctica los contenidos abordados y favorecer el desarrollo de las habilidades planteadas en los objetivos propuestos, las actividades fueron programadas con una modalidad integradora y complejidad incremental.

La comunicación entre los participantes del aula virtual se incentivó a través de la habilitación de foros para debatir e intercambiar ideas, conocimientos y dudas, y el uso de mensajería privada especialmente pensada para la comunicación entre el equipo docente y cada estudiante.

Los contenidos y las actividades fueron organizados de la siguiente manera:

Semana 1

- Resolución de problemas computacionales y no computacionales
- Pilares del Pensamiento Computacional: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmo

Semana 2

- Resolución de problemas. Estrategias.
- Estructuras de Control: Secuenciales, Repeticiones (simples y condicionales).

Semana 3

- Estructuras de Control: Condicionales.
- Variables. Parametrización.

Con el propósito de obtener la información necesaria para realizar a posteriori un balance del curso y evaluar el impacto y la relevancia de la experiencia, se planificaron 2 cuestionarios. Un cuestionario previo al inicio de las actividades del curso y otro posterior a la finalización de las mismas. El primer cuestionario pretendía indagar los conocimientos previos de los alumnos para poder focalizar la orientación de las actividades durante el dictado, mientras que el cuestionario a posteriori pretendió observar la utilización apropiada de la terminología abordada en el curso, así como también la comprensión de los nuevos conceptos.

Al finalizar el tercer y último encuentro se habilitó un espacio de diálogo donde los participantes pudieron valorar verbalmente la experiencia. De este intercambio se registraron algunos criterios a tener en cuenta sobre los contenidos trabajados, su relevancia, la modalidad propuesta y la integración de los contenidos de este curso con las materias curriculares del primer año en cada carrera.

3 Evaluación de Resultados

La experiencia se planificó tomando como población al conjunto de 429 alumnos pre-inscriptos, para el año 2017, en las carreras de la FCFMyN. Un alumno reviste la condición de pre-inscripto a partir del momento que ha iniciado el proceso de inscripción y no necesariamente lo ha finalizado ó ha confirmado su matriculación.

A los fines de configurar la muestra se procedió con el análisis y depuración de los datos que los potenciales alumnos declararon, eliminando registros repetidos o con errores. De la muestra obtenida, fueron seleccionados aquellas personas que habían expresado su intención de ser alumnos de carreras que en el primer año de su plan de estudio tuvieran alguna materia vinculada a la programación. Resultó así un muestreo de 100 personas a quienes se los convocó a través del correo electrónico declarado durante la pre-inscripción. El 50% de los alumnos respondieron a la invitación, expresando su conformidad de participar, en forma voluntaria, de esta experiencia. (Ver tabla 1).

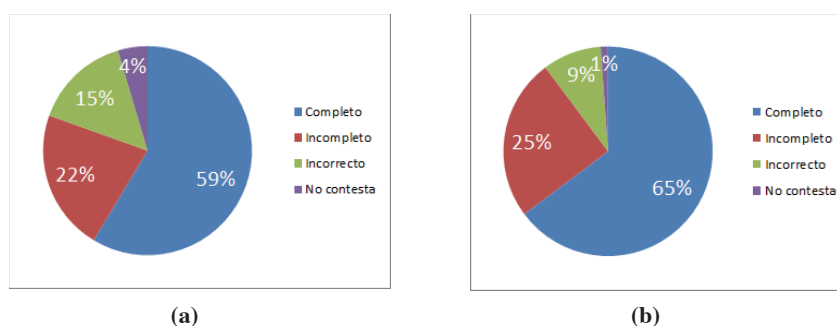
Tabla 1. Tamaño de la muestra en las distintas instancias

Pre inscriptos FCFMyN	Convocados	Se interesaron en la propuesta	Asistieron al menos una vez	Terminaron el curso
429	100	50	40	22

La recopilación de datos se realizaron en dos momentos determinados y a través de cuestionarios con la intención de determinar las condiciones y características del grupo al momento del inicio del curso (Pre) y al terminar (Pos). Ambos cuestionarios mantuvieron características similares y fueron estructurados en 8 ejercicios prácticos comprendiendo todos los pilares del PC abordados. Cada pilar contó con dos ejercicios prácticos y la respuesta a cada uno fue calificada según los siguientes criterios: *Completo*, *Incompleto*, *Incorrecto* y *No contesta*.

El análisis se organiza por niveles desde una evaluación general del impacto de la experiencia a un estudio más específico sobre cada ejercicio planteado.

La Figura 1 representa los resultados globales de los porcentajes obtenidos por tipo de respuesta en los cuestionarios Pre y Pos. De la comparación se observa que los resultados alcanzados en el cuestionario Pos mejoraron con respecto a los obtenidos en el Pre. Se redujo aproximadamente en un 50% el porcentaje de ejercicios sin resolver o resueltos de manera incorrecta, aumentando el porcentaje de ejercicios Completos o Incompletos. El índice de respuesta *Completo* aumentó un 6% mientras que la cantidad de respuestas de tipo *Incompleto* aumentó en un 3%. Los alumnos intentaron resolver el 90% de los ejercicios lo que significa que comprendieron las consignas de los mismos. Se infiere, entonces, que los alumnos, en un porcentaje muy significativo, supieron resolver el problema o entendieron la consigna pero no llegaron a la solución.

**Fig. 1.** Comparación entre Cuestionarios Pre y Pos, totales globales por tipo de respuesta.

En la Figura 2, se muestran los resultados del cuestionario Pre (a) y el cuestionario Pos (b) agrupados por tipo de respuesta distinguiendo los diferentes pilares. Muestra la distribución de los porcentajes vistos en la Figura 1, especificados por cada uno de los pilares trabajados. En el caso del gráfico (a), en las respuestas de tipo Completo los ejercicios asociados al pilar de *Abstracción* claramente fueron los mejores resueltos mientras que en la *Descomposición*, el *Reconocimiento de Patrones* y en la definición del Algoritmo se evidencia que, si bien encontraron mayor dificultad al resolverlos, el desempeño fue similar y relativamente bueno. Al analizar las

respuestas de tipo *Completo* del gráfico (b) se visualiza una distribución en los distintos pilares más homogénea que en el caso del gráfico (a), mejorando el desempeño en todos ellos. La *Abstracción* es el segundo pilar en que sobresalen luego de la *Descomposición* que mejoró significativamente. Se infiere entonces, que los alumnos fortalecieron en su estrategia el análisis del problema, que les permitió identificar los subproblemas que componen al problema planteado y asegurar un buen desempeño en las fases restantes.

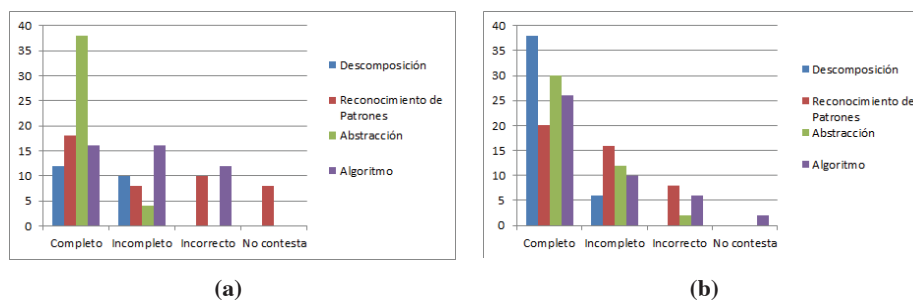


Fig. 2. Comparación Cuestionarios Pre y Pos, totales por cada pilar y tipo de respuesta.

En la Figura 3, se muestran los gráficos con un mayor detalle permitiendo analizar cada pilar en función del tipo de respuesta obtenidas en ambos cuestionarios. El gráfico (a) muestra los valores del pilar de *Descomposición*, donde se visualizan los mejores resultados alcanzados, ya que el incremento del tipo de respuestas *Completo* es significativo en el Cuestionario Pos. En las dos instancias, todos los alumnos respondieron, un porcentaje muy alto lo hizo de manera incorrecta en el Pre mientras que en el Pos ninguno lo resolvió mal o no lo hizo. Por otro lado, en el gráfico (b), correspondiente a *Reconocimiento de patrones*, la mejora en la respuesta del tipo *Completo* no fue tan relevante como en el gráfico anterior. Sin embargo, se observa un significativo incremento en las respuestas de tipo *Incompleto* del Cuestionario Pos. Esto podría mantener la relación con la disminución en las respuestas de tipo *Incorrecto* y la ausencia de respuestas en *No contesta*. El pilar de *Abstracción*, como se visualiza en el gráfico (c), arrojó los resultados menos satisfactorios, lo que lleva a plantear una evaluación más detallada del abordaje de este pilar durante el curso, con la intención de establecer los aspectos a mejorar. Finalmente, en el gráfico (d) que corresponde al pilar *Algoritmo* se destaca el incremento de tipo de respuestas *Completo* y se acentúa la disminución de los tipos de respuestas *Incompleto* e *Incorrecto*. Se infiere entonces, que se logró una notable mejora en la definición de algoritmos al finalizar el curso.

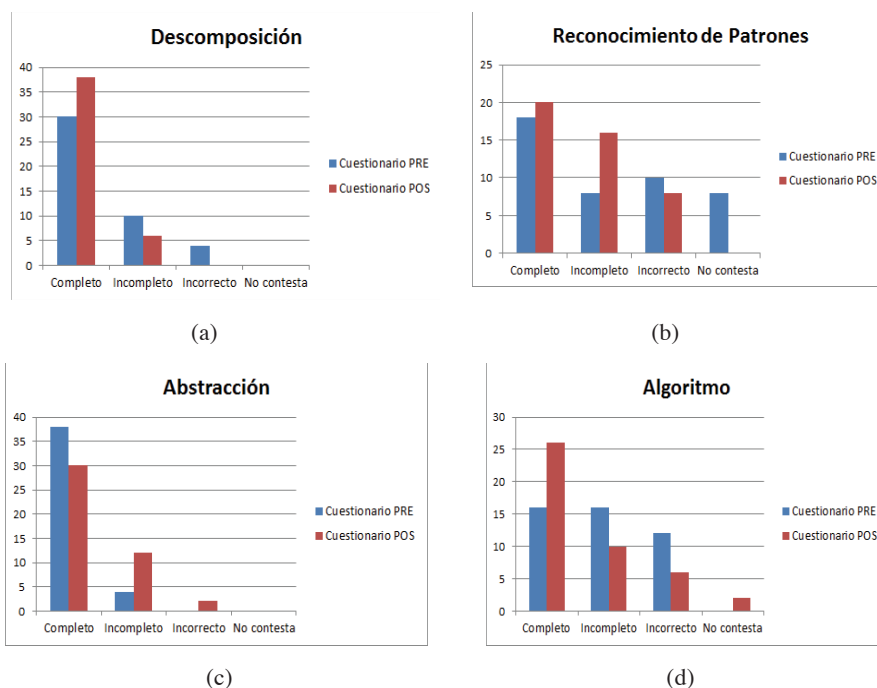


Fig. 3. Comparación entre Cuestionario Pre y Pos cada ejercicio por tipo de respuesta.

En la Figura 4, se pueden interpretar con un mayor detalle los resultados por ejercicio, mostrando la cantidad de tipos de respuesta en los cuestionarios Pre (a) y Pos (b). Una primera observación, permite identificar que las respuestas de tipo *Completo* se destacan en el cuestionario Pos, ya que se separan del resto de los tipos de respuesta en la mayoría de los ejercicios. Así mismo, se destaca que la respuesta de tipo *No contesta* en el cuestionario Pos se registró en un único ejercicio. Una comparación más profunda con respecto a cada ejercicio permite visualizar aquellos que mostraron una baja en el cuestionario Pos, en la cantidad de respuestas de tipo *Completo*. De este modo se plantea la necesidad de indagar las posibles causas. Entre las acciones que se podrían llevar a cabo se encuentran el revisar la práctica desarrollada durante el curso, seleccionando cuidadosamente los problemas y ejercicios, y el control de la complejidad y legibilidad de los enunciados en ambos cuestionarios.

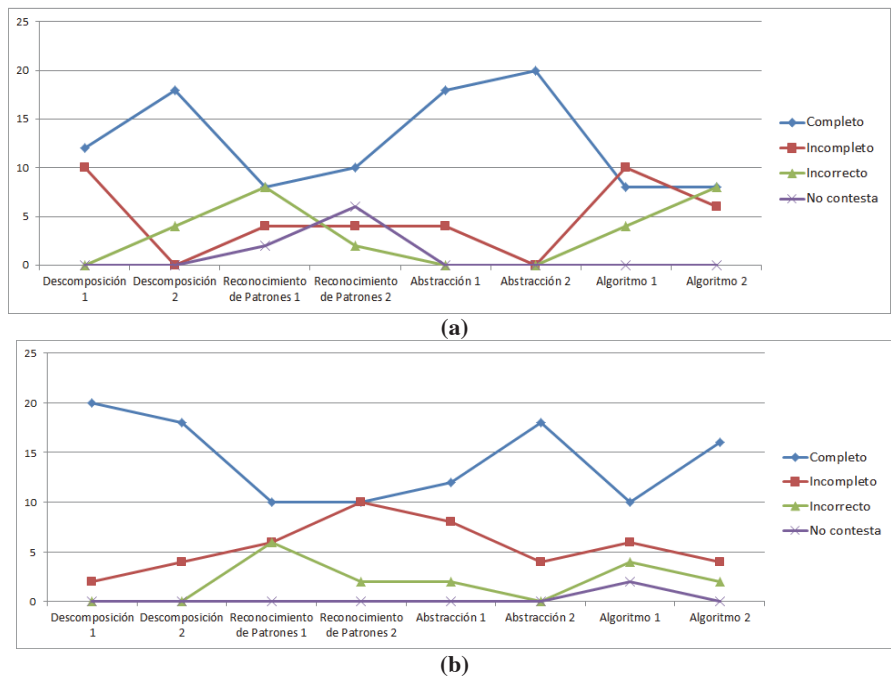


Fig. 4. Comparación entre Cuestionario Pre y Pos cada ejercicio por tipo de respuesta.

Como cierre del cuestionario Pos los alumnos tuvieron la posibilidad de autoevaluar su participación en las diferentes actividades propuestas en el curso y a través del campus. La Figura 5 refleja los porcentajes de actividades realizadas según los manifestado. Los alumnos, en su mayoría, justificaron estos valores aduciendo que si bien les resultaba muy entretenido el curso y las actividades propuestas eran motivadoras, dieron prioridad a los trabajos requeridos en los cursos obligatorios del ingreso. Más del 60% de los estudiantes cumplieron con varios o todos los requerimientos realizados. Se infiere entonces que, a pesar del nivel de participación relativamente bajo, el curso les resultó de interés, donde se propusieron problemas atractivos y la complejidad de las herramientas utilizadas estuvieron acordes a la situación. Los resultados obtenidos muestran un impacto general positivo.

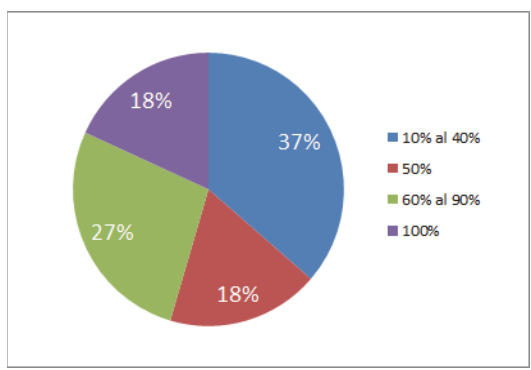


Fig. 5. Porcentaje de realización de las actividades propuestas en el aula virtual.

4 Conclusiones y Trabajo Futuro

Del análisis de la realidad áulica realizado en el período 2013-2016 en las asignaturas vinculadas a la resolución de problemas y/o programación de primer año de carreras de la FCFMyN, se detectó el bajo rendimiento académico de los estudiantes, el alto porcentaje de deserción en el primer año y el significativo desgranamiento en los años superiores, fundamentalmente en carreras afines a la informática. Así mismo se visualizó que el desgranamiento se acentuaba en los años superiores de cada carrera. En función de los datos registrados y la indagación sobre las posibles causas se configuraron diferentes acciones a llevar a cabo con la intención de atenuar esta situación. En este sentido el presente trabajo intenta contribuir en uno de los posibles factores que influyen en el bajo rendimiento académico, la diferencia entre los conocimientos previos de los futuros alumnos universitarios y los nuevos conceptos y prácticas impartidas en las materias vinculadas a la resolución de problemas y/o programación del primer año académico.

Del dictado del curso “*Inicio a la Programación*”, de las observaciones realizadas y del análisis de los datos recogidos es posible categorizar a la experiencia como muy positiva, en tanto se logró:

- Enriquecer los conocimientos previos de los alumnos participantes, sobre prácticas de resolución de problemas a partir del PC.
- Generar un espacio para propiciar la nivelación, en relación a los conocimientos previos, dada la variedad de orientaciones académicas que presentaron los alumnos participantes.
- Favorecer los tiempos de aprestamiento de los estudiantes ingresantes a la vida universitaria estimulando el sentido de pertenencia a la institución.
- Integrar prácticas en modalidad B-learning, favoreciendo el acceso a los contenidos y la interacción docente-alumno y alumno-alumno.
- El reconocimiento desde el Dpto. de Informática, espacio donde se valorizó la propuesta desarrollada.

Para el futuro, se espera:

- Dictar el curso en carácter obligatorio, en conjunto con los cursos de ingreso como Matemática y Comprensión lectora. En el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la UNSL.
- Lograr la adecuación de las prácticas propuestas en función de los resultados obtenidos y los aspectos débiles observados.
- Reforzar la propuesta con mecanismos que promuevan la participación y la realización de la mayor cantidad de actividades planteadas en función de incrementar positivamente los resultados obtenidos.

Referencias

- [1] Rosas M., Zúñiga M., Fernández J., Guerrero R.: El Pensamiento Computacional en el Ámbito Universitario. XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017), Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Aceptado. Aún no publicado. (2017)

- [2] Bit & Byte. Referentes de diferentes universidades argentinas opinan sobre la formación de profesionales informáticos. Año 2, no. 4. ISSN: 2468-9564. p. 23-28 (2016)
- [3] Simari G. 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. UNSE. Santiago del Estero. (2013)
- [4] Szpiniak D., Rojo G.: Enseñanza de la programación. TE&ET: Revista Iberoamericana. (2006).
- [5] Dapozo G., Greiner C., Pedrozo Petrazzin G., Chiapello, J.: Investigación para fortalecer actividades de promoción y retención de alumnos en carreras de Informática. Anales del XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 1a ed. San Justo. Buenos Aires. Universidad Nacional de La Matanza, 2014. ISBN 978-987-3806-05-6. (2014).
- [6] Compañ-Rosique, P., Satorre-Cuerda, R.: Enseñando a programar: un camino directo para desarrollar el pensamiento computacional. RED-Revista de Educación a Distancia, 46(11). 15-Sept.-2015 DOI: 10.6018/red/46/11 http://www.um.es/ead/red/46/faraon_et_al.pdf (2015)
- [7] Dapozo G., Greiner C., Petris R.: Herramientas lúdicas como apoyo a la enseñanza de la programación. XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2016). Octubre 2016. Universidad Nacional de San Luis. (2016)
- [8] Dapozo G., Petris C., Greiner C., Espíndola M., Company A., López M.: Capacitación en programación para incorporar el pensamiento computacional en las escuelas. X Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2015). ISBN 978-987-3977-30-5. Universidad de Morón. Buenos Aires. (2015)
- [9] Bravo-Lillo, C.: Pensamiento Computacional: una idea a la que le llegó el momento. Bits de Ciencia- Revista del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile, 48-51. (2015)
- [10] Brookshear, J.: Introducción a las Ciencias de la Computación. Wilmington Delaware (U.S.A.): Addison-Wesley Iberoamerican, S.A. (1995)
- [11] Zapata-Ros.: Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. RED-Revista de Educación a Distancia, N° 46. (2015)
- [12] Wing J.: Computational Thinking: What and Why? Disponible en <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf> (2010)
- [13] Wing J.: Computational Thinking and Thinking about Computing. Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, pp. 3717-3725. (2008)
- [14] Wing J.: Computational thinking. Commun. ACM 49, 3 (March 2006), 33-35. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> (2006)
- [15] Zúñiga M., Rosas M., Fernández J., Guerrero R.: El Desarrollo del Pensamiento Computacional para la Resolución de Problemas en la Enseñanza Inicial de la Programación. XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2014), Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. ISBN 978-950-34-1084-4. pp. 340-343 (2014)
- [16] <https://moodle.org>.
- [17] Linn, M., Aho, A., Blake, B., et al.: Report of a Workshop on the pedagogical aspects of COMPUTATIONAL THINKING. The National Academies Press. ISBN 978-0-309-21474-2. (2011)