

Estrategia metodológica B-Learning para la enseñanza de la programación a los alumnos de primer año de Ingeniería Electrónica

María V. Rosas, Mariela E. Zúñiga, Norma M. Arellano, Jacqueline M. Fernández

Área de Servicios - Dpto. de Informática
FCFMyN - Universidad Nacional de San Luis
{mvrosas, mezuniga, nmare, jmfer}@unsl.edu.ar

Resumen

La programación es una disciplina de las Ciencias de la Computación con muchas aplicaciones, incluyendo problemas no triviales cuya resolución constituye un desafío intelectual. La verdadera dificultad no reside en expresar la solución del problema en términos de instrucciones elementales de un lenguaje de programación específico, sino en la resolución del problema propiamente dicha. El proceso de encontrar una solución adecuada a un problema provoca, generalmente, en el alumno un conflicto cognitivo pues no dispone de un sistema de estrategias que le permita responder de manera satisfactoria. Del análisis de la realidad áulica que se viene presentando en los últimos años se observa que, las características de los alumnos ingresantes a la carrera de Ingeniería (desmotivación, conocimientos previos, hábitos de estudios, entre otras) y la complejidad propia de los contenidos de la asignatura son factores que influyen negativamente en el rendimiento académico. El propósito de la experiencia realizada fue reformular la propuesta de enseñanza incorporando el uso de las TIC's y la modalidad B-learning con la intención de favorecer el desempeño de los alumnos en la asignatura.

Dicha experiencia fue realizada durante el dictado del curso de iniciación a la programación que reciben los alumnos de primer año en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, de la Universidad Nacional de San Luis.

Palabras clave: Resolución de problemas, Enseñanza de la Programación, TICs, B-Learning.

Introducción

Enseñar, o mejor aún, aprender a programar computadoras incluye un proceso en el que la persona pone en juego una gran variedad de habilidades y capacidades. En el proceso de aprender a programar, es dable esperar que los alumnos adquieran habilidades y desarrollen capacidades fundamentales en la resolución de problemas. No sólo se está aprendiendo a programar sino que, al mismo tiempo, se está programando para aprender; pues, además de comprender ideas computacionales conceptuales y específicas, simultáneamente se está aprendiendo estrategias para solucionar problemas. Habilidades que no sólo son útiles para los expertos de la computación sino para muchas de las actividades cotidianas de la vida de las personas, sin distinción de edad, origen, intereses u ocupación [6] [8].

Existen diferentes metodologías de resolución de problemas, como por ejemplo el método heurístico definido por el matemático Polya en 1957. El modelo de Polya define un marco conceptual que consiste de cuatro etapas fundamentales: entender el problema donde se identifican los datos dados y se definen las incógnitas, trazar un plan donde se establece la relación entre los datos y las incógnitas y se buscan patrones, ejecutar el plan de la posible solución donde se comprueba si son los pasos correctos y finalmente revisarlo, etapa de la visión retrospectiva donde es muy importante observar qué fue lo que se hizo, verificar el resultado y el razonamiento seguido. Siendo

el análisis el elemento fundamental del proceso de resolución. Esta estrategia permite transformar el problema en una expresión más sencilla que se sepa resolver. Esta metodología puede pensarse como el instrumento heurístico que permite descubrir, interrelacionar y desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo, la creatividad y capacidad de inventiva con el pensamiento computacional necesario para implementar la transformación [1] [15].

En la era digital el pensamiento computacional es una habilidad que se encuentra al alcance de todos. Es un proceso de solución de problemas que se caracteriza por organizar los datos de manera lógica para su análisis, representar datos mediante abstracciones, formular soluciones a problemas computacionales y automatizarlas algorítmicamente [13] [15] [16].

Los avances tecnológicos han ampliado significativamente la capacidad de resolución de problemas y, por lo tanto, los estudiantes no sólo necesitan aprender sino practicar nuevas habilidades como la del pensamiento computacional que les permitirá aprovechar el potencial generado por los rápidos avances en las TICs [4] [12]. Es necesario conocer las potencialidades de estas herramientas para hacer un uso adecuado de las mismas. En este contexto se encuentra el Blended learning (B-learning) o aprendizaje que combina la enseñanza presencial con la enseñanza no presencial. Modelo híbrido donde se deja de lado la “enseñanza asistida por computadora” para incorporar el “aprendizaje basado en la computadora” y es incorporado como complemento de la modalidad presencial para definir estrategias que permitan mejorar los resultados académicos de los alumnos [17][18].

La universidad es consciente de su rol en la sociedad del conocimiento, donde se ha pasado de un paradigma concentrado en la enseñanza a un paradigma concentrado en el aprendizaje apoyado en la construcción colaborativa del conocimiento. Es pertinente entonces renovar los grados de innovación con el objetivo de reducir el nivel de deserción, mejorar el desempeño académico de todos los

estudiantes y establecer bases robustas que le faciliten su permanencia y egreso del sistema universitario [7].

Análisis y contexto de la problemática

Cada año estudiantes provenientes de distintos lugares del país y de diferentes instituciones educativas, ingresan a la UNSL. Es necesario que los docentes de asignaturas del primer año en carreras universitarias contribuyan con la adaptación de los estudiantes a la vida universitaria. Dicho proceso supone la apropiación de nuevas responsabilidades, normativas y hábitos, todo un desafío para muchos ingresantes, constituyéndose así en un factor que incide en su rendimiento académico.

Esta experiencia se ha llevado a cabo con los alumnos de la asignatura Fundamentos de la Informática de la carrera Ingeniería Electrónica con Orientación en Señales digitales de la FCFMyN. Su dictado es responsabilidad de docentes del Dpto. de Informática de dicha facultad y representa el primer curso de programación que reciben los alumnos de esta carrera. La asignatura se organiza semanalmente en seis horas de clases teórico-prácticas debiéndose cumplir, según el plan de la carrera, un total de 105 horas. Inicialmente el crédito horario se completaba con clases de consultas que no resultaban motivadoras para los alumnos y, por lo tanto, no eran aprovechadas.

Del análisis de los resultados académicos obtenidos en los últimos períodos, fue posible identificar algunos aspectos críticos de los alumnos ingresantes, destacándose:

- Las “habilidades académicas” que caracterizan a la mayoría de los alumnos ingresantes y que se relacionan principalmente con la falta de hábito de estudio, problemas con la comprensión de textos y dificultad en la resolución de problemas.
- La falta de motivación o poco interés de los alumnos, potenciado por el hecho de que están acostumbrados a trabajar y contar con diferentes recursos tecnológicos que, si bien

son utilizados, no son considerados el eje principal de la asignatura.

- Bajo umbral de tolerancia al fracaso.

Éstos y otros factores pudieron influir en el alto porcentaje de deserción y el bajo rendimiento académico obtenido por los alumnos ingresantes. En este punto, es importante destacar que desde algunos años el dictado de la asignatura se realiza en los dos cuatrimestres del año académico para fomentar la permanencia de aquellos alumnos que no alcanzaron los objetivos y así reducir el índice de deserción de los alumnos de primer año.

En este contexto, teniendo en cuenta la problemática detectada y considerando las características propias de los alumnos ingresantes en su calidad de “nativos digitales” y a su manejo cuasi innato de la tecnología se decidió el estudio y definición de diferentes propuestas metodológicas que contribuyan a mejorar los procesos educativos involucrados en la enseñanza de la programación y el análisis de la factibilidad de su puesta en marcha. El proceso que permitió definir la propuesta final de enseñanza se desarrolló en forma gradual. En una primera etapa se realizó la incorporación de prácticas de laboratorios complementarias de programación con la intención de motivar a los alumnos y en una segunda etapa se integró el uso del campus virtual definiendo un nuevo canal de comunicación y cuyo potencial provee, además, la posibilidad de definir actividades de aprendizajes que complementan el trabajo presencial realizado hasta el momento [2] [10].

Justificación de las herramientas utilizadas

Para diseñar las prácticas de laboratorio de programación fue necesario seleccionar cuidadosamente el software con el cual se iba a trabajar. Las distintas herramientas de software que se utilizaron se fueron incorporando en base a su complejidad de uso y en correspondencia con las prácticas áulicas, dando soporte a las mismas.

Se incorpora el uso de la herramienta **TIMBA** (*Terribly Imbecile Machine for Boring Algorithms*) que fuera ideado con fines educativos por un grupo de docentes de la UNSL, dirigido por el Ing. Hugo Ryckeboer. Dicha herramienta fue desarrollada en respuesta a la necesidad de contar con un pseudo-lenguaje simple que permita introducir al alumno en la noción de algoritmo y los conceptos básicos necesarios para la construcción de los mismos basados en el paradigma de la programación estructurada. TIMBA es un lenguaje que permite la definición de algoritmos utilizando las tres estructuras de control básicas y que consisten de una secuencia de órdenes a un ejecutor, denominado UCP, capaz de comprender un conjunto reducido de acciones primitivas y de manipular pilas de cartas [14] [16].

La aplicación **Dia**¹ (*Diagram Editor*) es una herramienta muy potente y fácil de aprender que permite la creación en forma sencilla de numerosos tipos de diagramas: UML, de flujo, de red, y cronogramas. Dia fue empleada como complemento y facilitador del proceso de diseño y definición del algoritmo final a través de la realización de diagramas de flujo simples.

Para iniciar a los alumnos en la construcción de programas o algoritmos computacionales similares a los lenguajes formales de programación pero sin tener que lidiar con las particularidades estrictas de sintaxis, se incorpora un software multiplataforma de distribución libre y gratuito denominado **PSeInt**² (*Pseudo code Interpreter*). Con la incorporación de esta herramienta se continúa con la profundización del uso de las estructuras de control agregando complejidad a los conceptos ya aprendidos al utilizar TIMBA. Se introducen los conceptos de variables, expresiones, manejo de estructuras de datos y la implementación de la Modularización. La simpleza de sintaxis de esta herramienta le facilita al alumno la tarea de escribir algoritmos en un pseudo-lenguaje

¹ Dia <http://dia-installer.de/index.html.es>

² PSeInt: <http://pseint.sourceforge.net/>

similar al lenguaje natural haciendo hincapié en la apropiación significativa de conceptos básicos vinculados a la programación. A través de herramientas adicionales asiste al alumno en la depuración de sus algoritmos para encontrar errores y comprender la lógica de los mismos como un paso previo a programar en un entorno integrado de programación más complejo y lenguajes de programación formales como Pascal, C o Java.

Se incorporó, además, la utilización de la plataforma virtual Moodle que aporta un nuevo espacio para el *aprendizaje*, la *comunicación* y la *evaluación*. El aprendizaje se incentiva a través de la utilización de recursos orientados a complementar los procesos de enseñanza-aprendizaje generados en las clases presenciales, como por ejemplo la incorporación de distintos materiales de estudio, referencias a páginas web o URL entre otros. La comunicación e intercambio con los alumnos se logra por medio del uso de herramientas que generan un ambiente común e integrado de trabajo tanto en forma sincrónica como asincrónica. El uso de los foros y la mensajería interna son algunas de las actividades que se incluyen para esta función. Con respecto a la evaluación, el uso de la plataforma permite plantear tareas adicionales a los ejercicios propuestos en las clases prácticas que luego el profesor revisa, valora y califica, contando con actividades útiles que hacen posible un seguimiento de los alumnos para llevar el registro de las tareas que realiza y la participación de los mismos en la plataforma.

Propuesta de enseñanza

Al momento de redefinir la propuesta de enseñanza se decidió aprovechar la potencialidad del modelo B-learning el cual permite integrar tanto las prácticas de aula tradicional con recursos tecnológicos disponibles en entornos virtuales y el manejo de las TICs. En este sentido se decidió que dicha propuesta debía combinar el modelo tradicional, concretado a través de la ejercitación presencial en el aula y en el

laboratorio de programación, con la incorporación del entorno virtual.

La práctica en el aula; donde las consultas corresponden generalmente a las producciones que los alumnos realizan sobre papel, representa una alternativa significativa para la resolución de problemas. Esta modalidad favorece la socialización, permite al docente adaptar la clase en función de la dinámica del grupo y posibilita el refuerzo inmediato a los alumnos.

La implementación del laboratorio de programación posibilita el contar con un espacio para que los alumnos editen, compilen, depuren y ejecuten sus producciones mediante el uso de diferentes herramientas, estimulando en ellos el rol de programadores novatos y asistidos por los docentes a cargo del laboratorio. En este nuevo ámbito los alumnos ponen en práctica sus habilidades tecnológicas, competencias propias de una generación que ha crecido inmersa en las nuevas tecnologías, logrando una participación más activa y autónoma de los alumnos en la construcción de su propio conocimiento, teniendo la posibilidad de comparar, validar y rehacer las soluciones desarrolladas en la práctica presencial.

La incorporación de un aula virtual como soporte a la presencialidad permite promover nuevos medios para la comunicación asincrónica, como así también generar propuestas de instancias para la evaluación y retroalimentación previas y posteriores a las evaluaciones parciales de la materia. Las relaciones convencionales en los entornos educativos entre estudiantes y profesores cambian al incluir esta modalidad facilitando, además, el aprendizaje colaborativo, descentralizado y autónomo de los alumnos.

Considerando que se pretende enfrentar al alumno con la problemática de analizar y resolver problemas de carácter general, y la transformación de los mismos en términos de un algoritmo para posteriormente, de ser posible, traducirlo a un programa codificado en un lenguaje de programación ejecutable por una computadora, el contenido de la asignatura se organiza en varios tópicos fundamentales.

Resolución de problemas y Diseño de algoritmos representan dos ejes centrales del diseño curricular de la materia y es por ello que fueron considerados para el desarrollo de la propuesta realizada.

El proceso de Resolución de Problemas y las etapas que éste involucra fueron primeramente trabajados en las clases áulicas con la modalidad tradicional utilizando lápiz y papel. Se plantearon actividades con el fin de desarrollar las competencias necesarias para comprender un problema, distinguir los elementos y propiedades fundamentales que lo componen, construir un modelo abstracto que lo represente y finalmente llevar a cabo pruebas para verificar que dicha solución resuelve de forma correcta y conveniente el problema planteado.

Con el propósito de afianzar los conceptos de abstracción y modelización de algoritmos necesarios para el inicio en la programación se decidió incorporar el uso de la herramienta de programación TIMBA que soporta estos conceptos básicos a partir de contar con un conjunto limitado de acciones primitivas. Los alumnos tienen la posibilidad de implementar en las horas de laboratorio en forma concreta la solución encontrada. Estas prácticas se complementaron con la utilización de la herramienta Dia para visualizar gráficamente el diseño de los algoritmos desarrollados.

Para incluir los conceptos elementales de programación se decidió usar el software PseInt que, al ser desarrollado con fines educativos, permite abordarlos focalizándose en la complejidad del concepto y minimizando las dificultades y exigencias propias de un lenguaje de programación.

Con la intención de generar un espacio común de trabajo y promover un espíritu colaborativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje se incluyó la utilización de la plataforma virtual Moodle favoreciendo la comunicación, el seguimiento y la retroalimentación personalizada. En lo que se refiere a la utilización de los recursos disponibles en la plataforma Moodle, es posible mencionar que la misma fue orientada, principalmente, en dos objetivos centrales:

fortalecer los espacios de consultas y promover instancias de evaluaciones para el diagnóstico de conocimientos. En este sentido, la utilización de foros se organizó por tema promoviendo la integración y maduración de los conceptos e incentivando la interacción y participación de los alumnos. Con respecto a las instancias de evaluación, en el diagnóstico de los conocimientos previos a los parciales, se utilizaron además del *cuestionario* y la *tarea* otras herramientas colaborativas disponibles en la plataforma.

Análisis de los resultados

Los resultados recabados durante esta experiencia parten de la percepción de los docentes en relación con las formas de aprendizaje de los estudiantes considerando diferentes elementos como la interacción, el liderazgo, el desempeño académico de estos últimos y las respectivas prácticas dentro de las actividades colaborativas. Se llevó a cabo una encuesta a los alumnos que asistieron a la asignatura con el objetivo de conocer, desde su punto de vista, los propios hábitos de estudio y la influencia que la nueva estrategia pudo haber tenido en los respectivos procesos de aprendizaje.

Desde la perspectiva docente

La experiencia se considera como positiva en diferentes sentidos:

- Los medios utilizados permitieron una nueva forma de comunicación e intercambio, sustentado en el hecho que los alumnos, en su mayoría, no sólo cuentan con una serie de recursos tecnológicos para la comunicación sino que, además la utilización de los mismos es más frecuente que la de los medios tradicionalmente propuestos por la universidad.
- Al redefinir la propuesta de enseñanza, a partir de la disponibilidad tecnológica y en pos de mejorar la comunicación con los alumnos se favoreció el logro de una participación más activa y mejor predispuesta. Se debe destacar que el

incremento en la participación se produjo en forma paulatina y con diferentes niveles de compromiso.

- Con la incorporación del aula virtual y de sus herramientas se logró un registro digital del progreso individual de cada alumno, la retroalimentación grupal e individual sobre cada actividad evaluada y la especificación de los criterios de evaluación en las diferentes etapas, todo esto influyendo de manera positiva en el ejercicio de la práctica docente. En base a la estadística de la entrega de tareas y como se observa en la Figura 1, el mayor porcentaje de alumnos tuvieron una participación activa en el Campus cumplimentando con al menos el 51% de las actividades.



Figura 1

- La utilización de un entorno de aprendizaje virtual permitió proyectar una nueva estrategia de trabajo que modificó el estilo habitual del equipo docente, logrando una comunicación más activa, integrada y participativa.
- En relación con la permanencia de los alumnos en el curso, como se puede observar en la Figura 2, la situación en el año 2013 mejoró significativamente con respecto al año 2011, reduciéndose notablemente el porcentaje de deserción o de alumnos que nunca asistieron a clase (NA). Hasta el año 2012 un gran número de alumnos abandonaban el curso luego de rendir la primer evaluación parcial. A partir del año 2013 el alumno dispone del laboratorio de Programación y el aula virtual para trabajar los conceptos básicos de la asignatura y de esta forma se implementa la propuesta planteada en este trabajo.

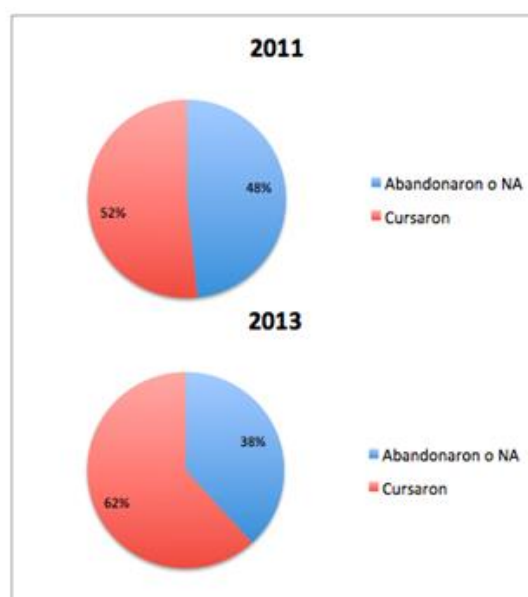


Figura 2

- Los resultados obtenidos luego del primer parcial sirvieron de disparador para los alumnos quienes reconocieron al laboratorio y al entorno virtual como complemento del proceso que se venía realizando en el aula. La diferencia entre el total de alumnos aprobados y no aprobados se reduce sustancialmente en el segundo parcial mientras que el porcentaje de aprobados en la última instancia de evaluación es muy superior con respecto al de los No aprobados (Figura 3). Es de destacar que la totalidad de quienes lograron regularizar la materia fueron aquellos alumnos que cumplimentaron la mayoría de las actividades propuestas en el laboratorio y en el campus.

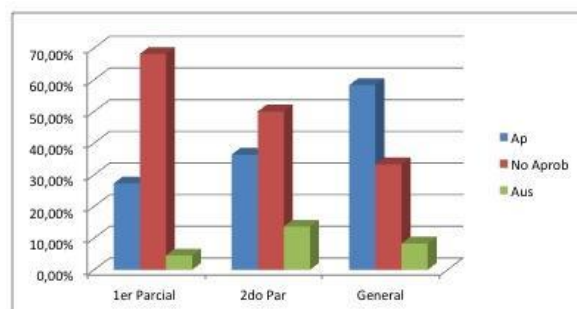


Figura 3

Desde la perspectiva del alumno

Con el propósito de conocer la opinión de los alumnos con respecto a la nueva estrategia planteada en lo que se refiere a la utilización de la plataforma virtual y evaluar la experiencia se elaboró una encuesta individual la cual fue respondida de manera anónima y voluntaria.

Para determinar los conocimientos previos en relación al manejo de herramientas virtuales, se consultó si habían utilizado en anteriores oportunidades entornos de aprendizajes virtuales. En la Figura 4 se observa que el 67% de los encuestados manifiestan estar familiarizados con el uso de la plataforma virtual ya que se utiliza en otras asignaturas previas.

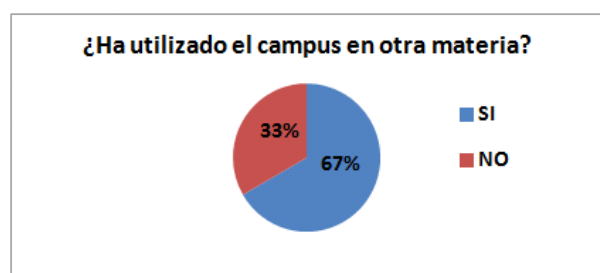


Figura 4

En relación a la frecuencia con la que el alumno ingresaba a la plataforma, en la Figura 5 es posible observar que el 50% de los alumnos reconocen haber accedido frecuentemente al campus evidenciando que la gran mayoría incorporaron al aula virtual como un recurso importante de consulta. En la Figura 6 se observa que la mayoría reconoce a la incorporación del campus como una continuidad de la práctica áulica que beneficia al proceso de aprendizaje y la minoría lo considera una sobrecarga de dedicación.

En la Figura 7 se observa que el 92% de los alumnos reconocen que ha sido beneficiosa la incorporación del uso del campus virtual siendo casi insignificante el porcentaje de alumnos que declaran no tener una opinión formada.

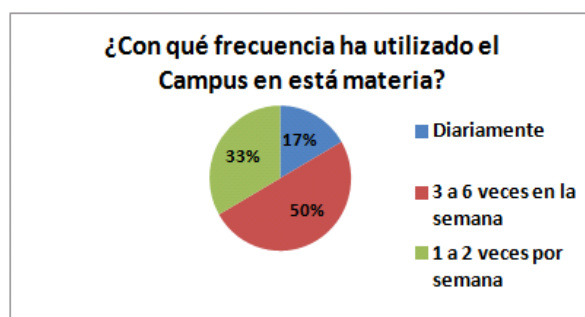


Figura 5

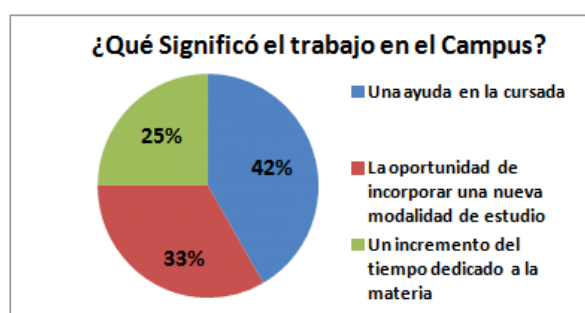


Figura 6

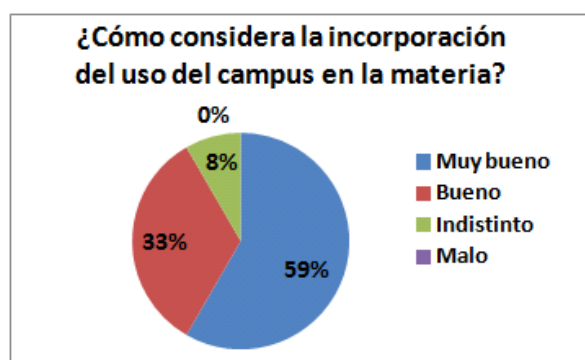


Figura 7

Conclusiones

Si bien, la intención de llevar a cabo esta experiencia fue abordar una problemática identificada en una carrera específica y en un contexto determinado, es importante enfatizar que esta realidad se reitera en carreras similares en diferentes universidades. Por lo tanto, se considera significativo innovar en las propuestas de enseñanza en busca de una solución factible que permita intervenir positivamente.

De la experiencia llevada a cabo por este equipo de trabajo se puede destacar que la integración de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza de la programación tiene un impacto positivo como estrategia para

facilitar el desarrollo de las capacidades y competencias necesarias en alumnos que se inician en la práctica de programar como así también afianzar la comunicación entre docentes y alumnos.

El desafío, a partir de esta experiencia, se centra en la realización e integración de nuevas estrategias a la práctica docente que permitan:

- Potenciar el desarrollo del pensamiento computacional para la resolución de problemas ya que representa una estrategia significativa para fomentar en los alumnos distintas habilidades que promuevan el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad en el diseño de algoritmos.
- Propiciar el trabajo colaborativo entre pares para mejorar las aptitudes y desempeños de los estudiantes y favorecer procesos de enseñanza-aprendizaje más significativos.
- Implementar un laboratorio virtual que permita contar con un ambiente común e integrado para la gestión de prácticas de programación en el entorno Moodle posibilitando, de esta manera, la integración de herramientas de programación al campus.

Referencias

- [1] Polya, George How to solve it; Princeton University Press, (1957) Segunda Edición.
- [2] Adell, J. Los estudiantes universitarios en la era digital: la visión del profesor. La Cuestión Universitaria, (2011), pp 97-100.
- [3] Brookshear, J. Introducción a las Ciencias de la Computación, Wilmington Delaware (U.S.A.): Addison-Wesley Iberoamerican, S.A., (1995)
- [4] Cukierman, U. Las TICs en la Educación de Ingeniería de las Nuevas Generaciones. Información y Comunicación para la Sociedad del Conocimiento, (2009). Córdoba, Argentina.
- [5] Gries D. The Science of programming. Springer-Verlag. (1981).
- [6] Helminen, J., Ihantola, P., Karavirta, V., & Malmi, L. How Do Students Solve Parsons Programming Problems?. An Analysis of Interaction Traces. Proceedings of the Eighth Annual International Computing, (2012), pp. 119-126
- [7] Lovos, E., Gonzalez, A. et al. Estrategias de enseñanza colaborativa para un curso de Programación de primer año de la Lic. en Sistemas. CACIC XVIII (2012).
- [8] Mac Gaul, M., López, M., Del Olmo, P. Resolución de problemas computacionales: Analisis del proceso de aprendizaje. TE&ET, (2008).
- [9] Negroponte, N. Ser digital. (1995), Buenos Aires, Argentina: Atlántida.
- [10] Prensky, M. Digital natives, digital immigrants. On the Horizon, (2001).
- [11] Prudkin, A. (30 de Junio de 2010). Educ.ar. Obtenido de <http://portal.educ.ar/debates/sociedad/cultura-digital/manuel-castells-en-argentina-c.php>
- [12] Rozenhauz, J., Cukierman, U., & Santángelo, H. Tecnología Educativa: Recursos, modelos y metodologías. (2009). Buenos Aires: Pearson.
- [13] Stager, G. (13 de Enero de 2004). En pro de los computadores. Obtenido de Eduteka: <http://www.eduteka.org/ProComputadores.php>
- [14] Szpiniak, A., Rojo, G. Enseñanza de la programación. TE&ET: Revista Iberoamericana. (2006)
- [15] Wing, J. M. Computational Thinking. Communications of the ACM, 49(3), (2006), pp 33-35.
- [16] Lenguaje TIMBA (Terribly Imbecile Machine for Boring Algorithms). Informe Técnico. UNSL.