

EJEMPLOS PARA UNA PRÁCTICA EDUCATIVA INNOVADORA: EL CASO DE LA INTEGRACIÓN DE CONTENIDOS Y ACTIVIDADES

Malva Alberto, Marta Castellaro, María Julia Blas

Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional Argentina

mtoso@frsf.utn.edu.ar, mcastell@frsf.utn.edu.ar, mariajuliablas@gmail.com

Campo de investigación: Matemática y Uso de Tecnologías

Nivel: Superior

Resumen. *Intentando mejorar nuestra práctica para que a priori se traduzca en mejores desempeños académicos de los estudiantes de primer año universitarios, identificamos como eje de este trabajo la socialización de experiencias llevadas a cabo por docentes y alumnos de cátedras de ciencias y tecnologías básicas, que interactuando en forma horizontal y vertical diseñaron e implementaron secuencias didácticas integradas, colaborativas y necesarias para favorecer la comprensión, articulación y transferencia de contenidos y actividades de las cátedras Matemática Discreta y Algoritmos y Estructuras de Datos. Las secuencias se organizaron en procesos espiralados y cada vez más complejos, seleccionando conceptos y procedimientos, contenidos y trabajos prácticos, que posibilitaron el desarrollo de un software para resolver, constatar y validar soluciones a problemas planteados desde las cátedras. Se hicieron aportes significativos para mejorar el intento educativo, fortaleciéndose además actitudes de colaboración y cooperación entre los involucrados.*

Palabras clave: Contenidos, actividades, matemática, tecnologías, software

Justificación

Hemos registrado en nuestros alumnos de primer año universitario escaso rendimiento cuando tratan de recodificar y aplicar un concepto o procedimiento para resolver nuevos problemas; encontramos debilidades relacionadas con el uso de variables tanto discretas como continuas, con la comprensión, la comunicación y la justificación de argumentos; percibimos insuficiencia de micro habilidades tales como: la búsqueda y selección bibliográfica y la lectura crítica; la redacción de párrafos o argumentos y la expresión oral; notamos escaso uso educativo de los recursos tecnológicos que suelen estar disponibles en centros comunitarios, laboratorios, domicilios particulares o bibliotecas (Roldán, Rogiano, Alberto y Banchik, 2008).

Estas dificultades nos llevan a reafirmar que una de las funciones de la educación es la de promover la capacidad de los alumnos para gestionar sus propios aprendizajes, para adoptar una autonomía creciente en su carrera académica y disponer de herramientas intelectuales, tecnológicas y sociales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida.

Esta función es en la práctica un reto permanente, pero presenta interrupciones, grietas y muchas brechas cuando nos referimos a alumnos que transitan su primer año de estudios universitarios en

las carreras de ingeniería. En este momento se conjugan varias cuestiones: deben adaptarse a nuevos ámbitos y ritmos, a nuevas personas y personajes; deben remontar dificultades y carencias previas; deben cursar asignaturas de las ciencias básicas, complementarias, o introductorias a las tecnologías básicas y aplicadas de la carrera, que pueden, a veces, no ser motivadoras para el estudiante que se inicia y por sobre todas estas dificultades deben además, consolidar la elección de la carrera.

Intentamos innovar en nuestra práctica para que a priori produzca mejores desempeños académicos (Perkins, 1997) de los estudiantes. Para ello diseñamos e implementamos una secuencia didáctica (Litwin, 1997) integrando contenidos y actividades de varias cátedras. Docentes y alumnos de ciencias y tecnologías básicas, interactuamos en distintos momentos para poner en escena actividades integradas y colaborativas. Esta interacción se realizó durante dos ciclos lectivos y tuvo distintos momentos y actores: estudiantes de un mismo semestre; estudiantes de distintos semestres, docentes y alumnos que compartían una cátedra y docentes y alumnos de cátedras cursadas en distintos semestres.

Las secuencias didácticas se diseñaron mediante un proceso en espiral y cada vez más complejo, articulando conceptos y procedimientos, actividades y recursos. Involucraron la real y efectiva participación de alumnos, posibilitando tanto la apropiación del conocimiento como el fortalecimiento de actitudes de colaboración y cooperación con los docentes y entre pares. Coincidimos con Huberman (1992) cuando decimos que en estos diseños no existe intención de aseverar con absoluta certeza la mejora del proceso; tampoco es nuestra intención presentar las situaciones de enseñanza y aprendizaje vividas dentro o fuera del aula como propuestas acabadas e inmodificables; la secuencia didáctica que compartiremos puede trasladarse y enriquecerse involucrando otras cátedras y otros actores.

Los docentes y alumnos involucrados en la secuencia programada corresponden a las asignaturas Matemática Discreta (MAD), y Algoritmos y Estructuras de Datos (AED) del primer año de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional. La secuencia se inició en el año 2008. Las actividades se expandieron, proyectaron y retroalimentaron con el ingreso 2009 y siguieron involucrando a algunos de los alumnos de ingreso 2008 en su segundo nivel.

Antecedentes

A pesar de los esfuerzos bien intencionados de los actores (docentes, alumnos), creemos que en el aula se presentan escenarios aún poco favorables para poder generar secuencias didácticas con aportes significativos tanto para el aprendizaje continuo, como para encontrar otras formas alternativas para aprender. Somos conscientes que existe una estrecha relación entre las estrategias de enseñanza que utiliza el docente y la forma que utilizan los estudiantes para aprender y desempeñarse; sabemos además que existe una distancia entre lo que el docente cree que enseña y lo que interpreta el estudiante como significativo para fortalecer su desempeño. Este relato es un espacio para el cambio y para reflexionar sobre la propia práctica educativa (Arnal, Rincón y Latorre, 1992).

Planificamos la secuencia para dos períodos lectivos consecutivos y se inicia cada año con un nuevo grupo de alumnos ingresantes.

Entre las premisas atendidas para el diseño de la secuencia didáctica se cuentan las siguientes:

- Los temas a desarrollar en MAD que implican cálculos, pruebas y procedimientos algorítmicos no están medianamente estandarizados. Es decir, la currícula no contiene expresamente pautados los contenidos que los alumnos ‘deben’ experimentar, medir, constatar durante las actividades prácticas de MAD.
- En las Ciencias y Tecnologías Básicas (MAD y AED) hay aspectos que requieren experimentar, medir y analizar y buenas prácticas que enseñar.
- El trabajo conjunto entre docentes y alumnos y entre alumnos es esencial para favorecer el descubrimiento y enriquecer el análisis.
- El cuerpo docente estimulará y guiará estas actividades. Esto puede incluir que se adopten estrategias de enseñanza diferentes a las usadas tradicionalmente (Brown y Coles, 2002).
- Existen actividades incluidas en textos y manuales como ‘actividades a realizar’, con sus consignas y secuencias de procedimientos, que son, prácticamente reproductoras.
- Los alumnos en general disponen en forma particular de recursos (calculadora, computadora, un software de soporte y datos) e insumos necesarios como para avanzar

en productos y resultados requeridos por el avance de la secuencia, por lo que no se torna como 'exigencia' tener que asistir a un laboratorio como espacio físico concreto.

- Los procedimientos a seguir se pueden describir de manera simple mediando un lenguaje informático básico, y los alumnos, poseedores de instructivos de ejecución pueden desarrollarlo en cualquier momento.
- No todo lo que se realiza mediante una computadora puede considerarse una actividad que contribuya al logro de mejores desempeños académicos y sociales.

Particularmente, consideramos que:

- Hay temas que corresponden a los contenidos de MAD, cursada en el primer semestre del primer nivel, que si bien pueden estudiarse y favorecer su comprensión y aplicación con ejercicios realizados sobre papel y con seguimiento manual, la posibilidad de contar con alguna herramienta (informática) de apoyo, estimula y facilita dichas actividades y constituye un medio de constatar resultados o analizar otras soluciones. Tal el caso de los problemas relacionados con 'Estructuras algebraicas Finitas' y 'Teoría de Grafos', por citar sólo dos.
- Si bien se pueden encontrar herramientas de este tipo (y hasta acceder a ellas en forma libre o en línea), cuando se trata de asignaturas de primer año, hay algunos inconvenientes, relacionados entre otros a: la terminología y notación empleadas en otros contextos; el alcances de los temas en estudio (herramientas potentes de las cuales los alumnos están en condiciones de aplicar solo un par de funciones); o aspectos relativos a instalación y acceso a la herramienta.
- El aprendizaje de construcción de programas (algoritmos, estructuras de datos simples, un lenguaje de programación) se logra realmente cuando los alumnos 'desempeñan roles lo más similares posibles a las situaciones profesionales'; en particular, cuando la realización de los trabajos prácticos de laboratorio propios de la cátedra AED tiene metas concretas sobre aspectos conocidos, con requerimientos precisos y si es posible, con conocimiento del perfil de los destinatarios (alumnos de MAD).

Así es que surgió este proyecto de articulación e integración cuidadosamente planificado entre diferentes cátedras (MAD y AED), con un alcance inicial de dos años, a fin de poder evaluar la experiencia y analizar su extensión.

Descripción de la secuencia

Una secuencia didáctica se refiere a la organización de materiales, tiempos, recursos y actividades del currículum que devienen progresivamente complejas a medida que los estudiantes avanzan (Litwin, 1997; Politino y Silva, 2005). La intervención docente centra su accionar en una forma alternativa para la selección, organización e integración de contenidos de asignaturas de las Ciencias y Tecnologías Básicas y se basa en diseñar e implementar las actividades de comprensión y solución de problemas con carácter transdisciplinar. El equipo docente se inserta inicialmente desde un rol de mediador y facilitador, como un puente entre las disciplinas involucradas, las prácticas y el propio alumno. Todos están entrelazados en una propuesta que potencia los procesos de comprensión, experimentación, análisis, construcción y reconstrucción del conocimiento. Inicialmente, la tarea del docente fue de selección de actividades y materiales, generación de los procedimientos que guíen las acciones de los alumnos, y continuó con actividades de intervención e interacción en los momentos de laboratorio y fuera de ellos, propiciando siempre el acercamiento y las consultas.

La estructura de la secuencia didáctica se dividió en cuatro fases, abarcando dos ciclos lectivos.

La primera fase es el inicio de la secuencia y corresponde al primer semestre del primer año de implementación de la secuencia. La caracterizamos de esta manera:

- Los alumnos ingresantes a primer año cursan MAD y en paralelo un Taller de Programación (con sentido nivelador para AED) durante el primer semestre. En el Taller de Programación construyen herramientas simples (aplicaciones sencillas en Python) que dan soporte a temas que estudian en paralelo en MAD, y las emplean para realizar experiencias, mediciones y observaciones (por ejemplo, soluciones con condiciones a ecuaciones diofánticas, manejo de puntos y de rectas, usando como apoyo el texto y la ejercitación propuestos en MAD).

La segunda fase corresponde al segundo semestre de primer año de implantación de la secuencia.

La describimos así:

- Los alumnos de AED, que cursan el segundo semestre del primer nivel, construyen herramientas que dan soporte a temas que se desarrollaron durante el primer semestre en MAD. Ellos deben revisar y resignificar los contenidos de MAD para generar un instrumento en AED que sirva a sus pares (alumnos del año próximo) para comprender y afianzar el aprendizaje de ciertos temas de MAD. Al analizar las soluciones que van alcanzado, experimentan con programación y con los temas ya estudiados en MAD. Si bien en AED, es importante ‘construir programas’, el aprendizaje se consolida con actividades del tipo: analizar una solución ya dada, encontrar un error o defecto de una solución no eficaz, modificar una solución bajo alguna consigna que implique una experiencia concreta, completar o ampliar una solución. Se guía a los alumnos sobre buenas prácticas, no sólo de los recursos básicos de programación, sino en otros aspectos como la interacción del usuario con la aplicación, los formatos de presentación, la documentación que acompaña, el manual instructivo, etc. Las soluciones que van logrando en cada trabajo se van integrando, con lo que se refuerzan cuestiones como legibilidad del programa, flexibilidad, modularidad. El docente acompaña, selecciona y publica la herramienta que más se adecua a los objetivos de la experiencia.

Los alumnos debieron revisar y reconstruir aprendizajes iniciados en el primer semestre, acudiendo también al soporte de los docentes de ambas cátedras, cada uno aportando algo al proceso. Pusieron en juego las estructuras de datos objeto de la materia y los elementos de programación, realimentando lo dado en clase. Lograron una aplicación concreta, para unos usuarios concretos (es decir, un software para que los alumnos ingresantes de los próximos años puedan resolver problemas más complejos) y eso constituyó un factor de motivación. Nuevamente se promovió el trabajo en equipo, la comunicación, la constatación de resultados y el análisis de alternativas, buenas prácticas de documentación y análisis de defectos sobre resultados logrados. Seguían en progreso, el ejercicio en valores y competencias, para el logro de mejores desempeños (Perkins, 1997).

Se inicia la tercera fase: para los alumnos de ingreso 2008, este momento corresponde a su tercer semestre y es el segundo año de implementación de la secuencia; para los alumnos de ingreso 2009, se corresponde con la proyección de la primera fase de la secuencia.

- Se invitó a los alumnos que ya están transitando el tercer semestre a seguir realizando aportes a la herramienta, dando soluciones más completas y creativas y mejorando la comunicación y ajuste de funcionalidades; en esta fase la cátedra MAD cuenta con una versión preliminar de un software, al que se lo identifica como 'MATDIS', en su versión 1.0; el software está disponible para los primeros usuarios, los ingresantes de Matemática Discreta. Los alumnos que ingresaron a la tercera fase (ingresantes 2008) socializaron sus producciones presentando la herramienta en distintas reuniones. Merecen mencionarse los talleres extracurriculares realizados con sus pares y la presentación en dos congresos.

Para esta fase, pero ya en el segundo año de la experiencia, los alumnos de MAD, que son los nuevos ingresantes 2009, emplean las herramientas (software MATDIS) desarrolladas por sus pares en el semestre anterior, en talleres mediante actividades preparadas para el laboratorio; ellos pueden no sólo constatar resultados de resoluciones manuales, sino también abordar soluciones de problemas con mayor extensión, más complejos o con mayores datos (por ejemplo, abordar problemas de grupos finitos de hasta 20 elementos y dígrafos y árboles de hasta 12 nodos), que serían muy difíciles de resolver en forma manual, aburridos o tediosos, comprendiendo que los recursos computacionales hacen aportes a la comprensión, aplicación y transferencia a nuevas situaciones con mayor precisión y rapidez.

En la cuarta fase, que corresponde al cuarto semestre para el ingreso 2008 y al segundo semestre para el ingreso 2009, la situación se presenta de esta manera:

- Estos alumnos del segundo semestre que ya cursaron MAD y ahora están transitando AED, y los docentes de ambas cátedras participan en un doble rol: como 'usuarios' de las herramientas generadas por el grupo anterior operando en modalidad de 'caja negra' y como 'generadores' de propuestas de ajustes y mejoras para esas herramientas. Ambos roles requieren nuevamente la aplicación de conocimientos informáticos y matemáticos que están estudiando; potencian el aprendizaje, porque permiten entre otras cuestiones: constatar resultados de resoluciones manuales y efectuar resoluciones de problemas más

complejos (que se dificultan manualmente pero que tienen riqueza de resultados). La aplicación de estas herramientas complementarias también genera en los alumnos capacidades de aprendizaje diferentes y competencias nuevas, entre ellas las de validación y valorización de los instrumentos (que fueron construidos por sus compañeros). En su rol de generadores ellos están diseñando propuestas para complementar, ajustar y mejorar dichas herramientas a los fines de su empleo (en este período los contenidos de MAD que revisarán corresponden a temas de lógica proposicional) y (como el proceso se encuentra en curso) se espera también que puedan participar en la revisión de la documentación de usuario. Este grupo de alumnos, al cursar AED contará con los resultados alcanzados en el año anterior, más su propia experiencia de usuarios en el primer semestre y generadores en el segundo semestre. Se ha planificado esta cuarta fase de manera que realicen actividades similares a las anteriores de la secuencia, pero ahora, mejorando y ampliando la herramienta (en esos temas de lógica). Aquí nuevamente se empleará lo aprendido en MAD, reforzando y resignificando, se potenciará el aprendizaje de los temas de programación y se generarán nuevos instrumentos (software MATDIS con nuevas modularidades) como resultado y se desarrollarán competencias de órdenes superiores (en este caso se agregarán la capacidad de análisis crítico de un software ya modelado y construido y las que se requieran para modificar y lograr mejoras en el sentido de operaciones de 'caja blanca').

Reflexiones finales

En esta secuencia propusimos un acercamiento sistemático e integrado donde los estudiantes son expuestos a conceptos y actividades experimentales en forma temprana, y vuelven a realizarlo de manera evolutiva en diferentes momentos del plan de estudios, dando continuidad al proceso. Desde el inicio de la vida universitaria, los estudiantes aprenden realizando experimentos, analizando los resultados, y (quizás más pretenciosamente) hablando y presentando conclusiones basadas en los resultados. La herramienta empleada en todas las acciones de formación experimental que conforman esta propuesta es la computadora, pero no tratada como un utilitario de oficina o comunicación cotidiana, sino en su perfil de medio de apoyo, comprobación, medición y análisis para la comprensión de los contenidos de cátedras de las Ciencias y

Tecnologías Básicas en una carrera de ingeniería. Si bien algunas de las actividades planteadas son realizadas por los alumnos en forma individual y quizás en computadoras que estén fuera del ámbito de la facultad, las actividades planificadas, así como los procedimientos y medios preparados por los docentes, les imponen a su realización todas las características de un aprendizaje para mejorar su desempeño académico, social y profesional.

Podemos además citar algunas acciones de borde o tangenciales a esta experiencia que se nutren de ella y a la vez le realizan aportes de mejora y enriquecimiento:

- a) En la Facultad sede de esta experiencia, se ha comenzado a trabajar en una Plan de Mejora Continua, y dentro del mismo se ha puesto especial atención al análisis de las actividades prácticas que realizan los estudiantes. Este trabajo ha constituido un aporte y se está realizando un análisis de esta dimensión a lo largo de toda la carrera.
- b) Alumnos que participaron en la tarea voluntaria de complementar el trabajo práctico, se integraron con un alumno del segundo nivel de la carrera y prepararon un artículo que se presentó en un congreso de estudiantes universitarios de informática.

Lo indicado en a) y b) nos permite señalar que el impacto de la experiencia se ha extendido a otros ámbitos más allá del inicial, promoviendo acciones de difusión y divulgación que generan nuevos análisis y discusiones, movilización hacia experiencias superadoras.

Finalmente, las secuencias didácticas socializadas de esta manera deben ser miradas como una tarea de semi divulgación ya que las mismas no son el producto de investigaciones científicas destinadas a intercambios en el campo disciplinar de las matemáticas ni son el resultado de una experiencia medida para que sea reproducida y transferida a un gran público: sólo se pretende difundir secuencias realizadas que, para un determinado grupo de alumnos de los primeros niveles, coadyuvaron a la comprensión de los conceptos matemáticos dando lugar a mejores desempeños. Si bien la propuesta constituye un aporte que intenta lograr mejoras de manera integrada entre dos cátedras, ya se está considerando la articulación con otras cátedras. Una integración que marque el sustento adecuado de una eficiente, continua y consistente enseñanza.

Referencias bibliográficas

Arnal, J., Rincón, D. y Latorre, A. (1992). *Investigación Evaluativa. Fundamentos y metodología*. Barcelona: Labor.

Brown, L., y Coles, A. (2002). La toma de decisiones complejas en el aula: el profesor como profesional intuitivo. En T. Atkinson y G. Claxton (Ed): *El profesor intuitivo*. 10 (pp. 212-232). España: Octaedro.

Facione, P. (2007). *Pensamiento Crítico: ¿Qué es y por qué es importante?* Recuperado el día 30 de marzo de 2008 de <http://www.insightassessment.com>

Huberman, S. (1992). *Cómo aprenden los que enseñan*. Buenos Aires: Aique S.A.

Litwin, E.(1997). *Las configuraciones didácticas*. Buenos Aires: Paidós.

Perkins, D. (1997). *La escuela inteligente: del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa.

Politino, A. y Silva, R. (2005). *Aportes para la elaboración de secuencias didácticas*. Recuperado el 10 de agosto de 2008 de <http://www.institucional.mendoza.edu.ar>

Roldán,G., Rogiano,C., Alberto, M., Banchik, M. (2008). *Habilidades cognitivas en Matemática: Propuestas didácticas para atender a su fortalecimiento*. Santa Fe: UNL