

LAS CAPACIDADES DE LOS ALUMNOS PARA EL DISEÑO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS A MEDIDA

Malva Alberto Toso, Marta Castellar y Constanza Quaglia
Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Santa Fe.
mtoso@frsf.utn.edu.ar, mcastell@frsf.utn.edu.ar

Argentina

Resumen. Este trabajo sintetiza el estado de la investigación que justifica la metodología utilizada, describe las actividades más significativas y reporta los aportes concretos realizados por grupos de alumnos que fueron parte del proyecto. Así, un grupo se centró en la generación de aplicaciones tecnológicas propias para resolver problemas planteados por cátedras de matemática. Otro grupo se desempeñó como tutores para que el uso de los laboratorios sea un espacio de formación experimental. Se describen las acciones implementadas para la integración de contenidos y se realizan nuevos aportes para que las experiencias tengan continuidad, puedan ser replicables y útiles como prácticas profesionalizantes en ingeniería

Palabras clave: Diseño, desarrollo, uso, aplicaciones tecnológicas.

Abstract. This paper summarizes the research stages that justifies the applied methodology, describes the most significant activities and lists the deliverables provided by the groups of students who were part of the project. Thus, one of the groups focused on the generation of their own technological applications to solve problems posed math-related subjects. Another group participated as tutors, aiming at turning IT laboratories into a place of experimental education. This also describes the actions taken towards the integration of content and portays new additions made so that this experience has continuity in time, can be replicated and serve as professionalizing practices in engineering.

Key words: Design, development, use, technological applications.

Introducción

Uno de los principales valores de los individuos en las sociedades actuales es el conocimiento, la capacidad de innovación, el emprendimiento y el espíritu de mejora continua, la solidaridad y la colaboración que dispongan y que están dispuestos a compartir. En épocas actuales, pretendemos que los futuros profesionales de la ingeniería renueven constantemente sus competencias como personas flexibles, capaces de continuar formándose y de actuar en distintos ambientes. Esto exige a quienes participan de su formación a redoblar esfuerzos para educar a estas nuevas juventudes y pensar espacios y ambientes donde realmente estas competencias académicas y sociales pueden ejercitarse y llevarse a cabo.

La posibilidad de aprender entre todos, docentes y alumnos, es un hecho innegable.

El trabajo gira en torno de las siguientes líneas de acción: por un lado se considera la acción del profesor de ciencias y tecnologías básicas y se describe una metodología de trabajo al contar con un equipo que lleva a la praxis educativa una enseñanza abierta, con capacidad de reflexión y diálogo, dispuesto a recibir comentarios y opiniones de otros, con capacidad de cambio y renovación. El marco metodológico elegido, para esta línea, es el de la investigación acción (Kember, 1992), ya que ésta implica una acción inmediata y correctiva con el propósito de mejorar

la práctica educativa áulica y atender al perfeccionamiento de quienes están verdaderamente comprometidos con este accionar. Sin embargo, el conocimiento práctico de una situación existente no es en sí mismo el objetivo de la investigación acción, sino, simplemente el comienzo para darse cuenta y concientizarse de la situación.

Por otro lado y paralelamente, se considera la figura del que aprende, con sus cargas motivacionales, el desarrollo de sus habilidades metacognitivas y el inicio de capacidades para el mejoramiento de los desempeños como futuro profesional. Esta mirada sobre el quehacer profesional de los futuros egresados se adecuó e incentivó desde el inicio de las acreditaciones de carreras de ingeniería, a partir de la última década.

Metodología

La metodología inicial de trabajo del equipo comenzó con un recorrido de la investigación teórica compartida por el grupo docente que llevó a cabo la lectura bibliográfica y el registro de las observaciones (Londoño, 2009; Tishman, et. al., 2001) sobre la comprensión de la actualidad existente en el aula y las relaciones sociales y académicas vinculadas a la gestión, uso e incidencia de tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TACs). El camino se completó con el recorrido de las actividades más significativas y los conocimientos ya existentes.

En este contexto, bajo una mirada descriptiva exploratoria, se efectuó un diagnóstico de la situación de las cátedras de Ciencias y Tecnologías Básicas en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, acerca de las características de la formación práctica, que se presentaba con buenas características para el análisis e implementación de casos.

La explicación de lo observado nos llevó a elaborar un guión sobre la situación y sus actores, relacionados con el contexto. Fue posible identificar y verificar actividades de formación experimental en algunas disciplinas, tal es el caso de Física y Química, mientras no quedaron claras qué actividades son de formación experimental en el caso de Matemática y Tecnologías Básicas.

El análisis acerca de la formación práctica en Física y Química, por ejemplo, permite afirmar que los temas que conllevan experimentos, muestras y análisis de resultados, en general están establecidos por las mismas disciplinas y sus didácticas específicas, es decir, están medianamente estandarizados; muchas actividades están incluidas, diseñadas, descritas en textos y manuales disponibles como 'actividades a realizar por los alumnos', con sus consignas planteadas y secuencia de procedimientos; los alumnos en general no disponen en forma particular de los instrumentos e insumos necesarios para realizar las pruebas, por lo que es natural tener que asistir al 'laboratorio' como un espacio físico concreto; habitualmente los elementos de dichos laboratorios requieren del control de uso y 'administración gestionada' de recursos, infraestructura, equipamiento e

insumos, lo que hace necesaria la participación de los docentes y de los alumnos en la clase de laboratorio; la participación de los alumnos es generalmente grupal y la metodología permite valorar actitudes de liderazgo, capacidad para trabajar en equipo, sentido de responsabilidad y cuidado de los materiales y recursos, entre otros (Garza, et al, 2008); durante las actividades experimentales se enseñan también: normas de uso y cuidado (asociadas a los instrumentos y los insumos); buenas prácticas de trabajo y formas de documentación de los experimentos y de los análisis realizados, entre otros aprendizajes.

Pero cuando este análisis exploratorio se lleva a otros campos de las Ciencias Básicas, tal es el caso de la Matemática o a las Tecnologías Básicas, las definiciones se diluyen y el escenario cambia. En la carrera específica de Ingeniería en Sistemas de Información, ¿cómo y quiénes utilizan los laboratorios de informática?, ¿qué papel juegan en la formación experimental las Tecnologías Básicas? No es sencillo identificar qué actividades llevadas a cabo en los laboratorios de informática, donde el recurso disponible es mayoritariamente una computadora, son experiencias que contribuyan a la formación experimental. Podemos hacer una interpretación de lo que ocurre en estas disciplinas, diciendo que los instrumentos e insumos necesarios (una calculadora, una computadora, un software de soporte y datos) son de acceso familiar para los alumnos y están disponibles en el aula o en el hogar; estos recursos para calcular, aplicar procedimientos o validar un resultado son accesibles para los alumnos en forma individual, por lo que no se torna como ‘exigencia’ tener que asistir a un laboratorio como espacio físico; en los textos de matemática, mayoritariamente no están expresamente pautados los contenidos que los alumnos ‘deben’ experimentar, medir, constatar aunque las ediciones más recientes, tienen referencias a páginas web donde los alumnos encuentran distintas aplicaciones, simuladores que ejemplifican o hacen relaciones con aplicaciones clásicas o más modernas, entre otros; los procedimientos a seguir se pueden describir de manera simple mediando un lenguaje informático básico, y los alumnos, poseedores de instructivos de ejecución, pueden desarrollarlos en cualquier momento y por sí solos. El resultado de esta etapa de búsqueda y análisis nos orienta hacia la conclusión que ‘no todo lo que se realiza mediante una computadora o en un laboratorio de informática, puede considerarse una actividad experimental’(Res Min N°786/2009).

Este proceso de investigación acción constituye un proceso continuo, en espiral, donde comienzan a aparecer momentos de problematización, diagnóstico, diseños de propuestas didácticas de cambios, aplicación de la propuesta y evaluación, desarrollo de cualidades para la escucha, la participación, el espíritu colaborativo y la flexibilización, para luego reiniciar el circuito con una nueva problematización.

Premisas para una propuesta de cambio; actores y actividades

Para las experiencias que describiremos, consideramos las siguientes premisas:

- ❖ En las Ciencias y Tecnologías Básicas hay aspectos que requieren experimentar, medir y analizar y buenas prácticas que enseñar. Las cátedras de Ciencias y Tecnologías Básicas involucradas son Álgebra y Geometría Analítica (AGA), Matemática Discreta (MAD),

Taller de Introducción a la Programación (TIP), Algoritmos y Estructuras de Datos (AED).

- ❖ El trabajo conjunto entre docentes y alumnos y entre alumnos es esencial para favorecer el descubrimiento y enriquecer el análisis.
- ❖ Las experiencias en estas temáticas requieren que los resultados obtenidos (confirmación o contraste), así como su análisis sean documentados y discutidos en conjunto.
- ❖ El cuerpo docente estimula y guía estas actividades y esto puede incluir, adoptar estrategias de enseñanza diferentes a las usadas tradicionalmente.
- ❖ Las variables de la experiencia no se aíslan, sino que se analiza todo el contexto; los procesos son interactivos y permiten correcciones inmediatas.
- ❖ Hay temas de matemática con cursada en el primer semestre del primer nivel de la carrera, 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’, ‘Teoría de Grafos’, ‘Espacios Vectoriales’, ‘Transformaciones Lineales’, por citar sólo éstos.
- ❖ Si bien se pueden encontrar herramientas TACs (y hasta acceder a ellas en forma libre o en línea), cuando se trata de asignaturas de primer año, hay algunos inconvenientes, relacionados con la terminología y notación empleadas en distintas bibliografías; el alcance de los temas en estudio (herramientas potentes de las cuales los alumnos están en condiciones de aplicar sólo un par de funciones); 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 tiene metas concretas sobre aspectos conocidos,

con requerimientos precisos y si es posible, con conocimiento del perfil de los destinatarios.

Este proyecto de articulación e integración cuidadosamente planificado entre diferentes cátedras, es replicable y perfectible e involucra distintos grupos de alumnos que fueron parte del proyecto.

Un grupo se centró en la generación de aplicaciones tecnológicas propias para resolver problemas de aprendizaje y conocimiento (TACs) planteados por cátedras de matemática que se cursaban en paralelo o bien en articulación vertical mientras otro grupo se desempeñó como tutores de los jóvenes usuarios, para que el uso de los laboratorios de informática sea un espacio con verdaderos aportes a la formación experimental.

El equipo docente se insertó 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 formación experimental, y continuó con actividades de intervención e interacción con los alumnos en los momentos de laboratorio y fuera de ellos, propiciando siempre el acercamiento y las consultas.

Síntesis de las experiencias sobre la gestión, diseño y uso de TACs a medida

Describimos tres de las secuencias, indicando cátedras intervinientes, desarrollo y resultados logrados:

Desde TIP para AGA: En el primer cuatrimestre del primer nivel de la carrera se incluyó una actividad integradora en TIP; la cátedra se cursa en paralelo con las asignaturas AGA y MAD. TIP tiene carácter motivador y nivelador y en su estructura curricular y metodológica se incorporaron secuencias didácticas con contenidos que permiten resolver problemas algorítmicos sencillos relacionados con AGA y MAD. En TIP se abordan contenidos básicos de algoritmos y programas, apoyados con un lenguaje de programación simple y de libre acceso con metodología teórico-práctica; sus clases en laboratorios incluyen la realización de trabajos prácticos consistentes en construir pequeñas y simples aplicaciones con un alcance concreto. En el contexto estrecho de las secuencias didácticas posibles para los primeros tres meses de la carrera, se diseñaron actividades que requieran del uso de condiciones lógicas, de manera que se empleen los conocimientos adquiridos en MAD y que a la vez se los resignifique. Por ejemplo, la lógica de predicados desde la perspectiva de generar condiciones que permitan la toma de decisiones. Para el trabajo integrador de TIP se seleccionó un problema de contenidos tratados en la asignatura paralela AGA, aunque de forma no exhaustiva, tal que se revise y aplique lo visto y se complete su comprensión. El

problema se basó en la obtención de una recta de regresión para un conjunto de puntos con ciertas condiciones, que el usuario ingresa por teclado. La aplicación debía controlar el ingreso, validar los datos ingresados, mostrar en una ventana de un diagrama cartesiano los puntos, generar la recta de regresión, mostrarla en la ventana y rotularla convenientemente. Optamos por aprovechar las facilidades gráficas que presenta el lenguaje utilizado, para que la aplicación genere una salida visual comprensible y atrayente. Así se agregó que la presentación de la aplicación se realice con una figura con movimientos oscilantes y cambio de color y que el ingreso de los puntos sea acompañado de un semáforo que indique su validez. Como resultados alcanzados, los alumnos completaron la comprensión del tema desarrollado en paralelo en AGA, tuvieron que revisar y contextualizar los temas matemáticos para poder plantear una solución. Esto retroalimentó los contenidos propuestos para TIP, porque además comprendieron la finalidad de la programación al encontrar soluciones a problemas apoyados por computadoras. Los trabajos fueron grupales y entregados como tareas cumplidas en el campus virtual. Finalizados, se publicaron los resultados más completos y mejor manejados, promoviendo así la comunicación y validación de la propia producción, el espíritu de mejora y el trabajo en equipo, valores y competencias que es indispensable fortalecer desde el comienzo de la vida universitaria.

Desde AED para MAD: En el diseño de las instancias formativas superadoras, encontramos dificultades para atender al desafío planteado cuando trabajamos en actividades de los primeros niveles de formación universitaria. Hemos analizado diferentes fuentes que articulan las tecnologías con los procesos educativos. En García, et. al. (2009) encontramos en forma sintetizada y actualizada, algunas características referentes a la Tecnología en la Educación que sustentan nuestra experiencia, cuando expresa que resulta de gran interés la posibilidad de realizar nuestros propios materiales o software educativos ajustados con precisión a nuestros objetivos y necesidades curriculares. Esta experiencia lleva dos ciclos lectivos completos y se inicia cuando los alumnos de AED, cursando en segundo semestre del primer nivel, construyen modularmente aplicativos que puedan dar soporte a temas que se desarrollan en MAD. Ellos deben revisar y resignificar los contenidos de MAD para generar un instrumento (como trabajo integrador de AED) que sirva a sus pares (alumnos de MAD del año próximo, que es nuevo grupo de alumnos interviniente) para comprender y afianzar el aprendizaje de ciertos temas. Al tener un objetivo claro sobre los destinatarios y el uso de la aplicación a desarrollar, los alumnos son guiados 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 y la documentación que acompaña. La construcción de partes de una herramienta permite reforzar cuestiones como legibilidad del programa, flexibilidad, modularidad. Los docentes acompañan, seleccionan y publican

la herramienta que más se adecua a los objetivos de la experiencia. Como resultado, la situación didáctica se sostiene, crece y se retroalimenta durante los siguientes años. Los alumnos de MAD del año siguiente emplean las herramientas desarrolladas por sus pares, en sesiones preparadas de laboratorio, de manera que les permitan no sólo constatar resultados de resoluciones manuales, sino también abordar soluciones de problemas con mayor extensión, más complejos o con mayores datos, comprobando que las nuevas tecnologías hacen aportes a la comprensión, aplicación, transferencia a nuevas situaciones con mayor precisión y rapidez. Por otra parte, el hecho de que dichos instrumentos hayan sido desarrollados por sus pares les permite una valorización diferente de los mismos y de los contenidos que desarrollarán en el próximo semestre en AED y se los insta a participar como usuarios comprometidos, ser hacedores de nuevos aportes y demandantes de otros requerimientos. Los alumnos de MAD suman 4 horas a la formación experimental. Actualmente MAD cuenta con una aplicación tecnológica MATDIS 2.0 que fue registrada como obra colectiva. MATDIS 2.0 tiene distintos módulos integrados para resolver problemas sobre Lógica, Teoría de Números, Estructuras Algebraicas Finitas, Álgebras de Boole, Grafos y Digrafos y Árboles.

Una aplicación TACs a medida como requerimiento de AGA: Un nuevo objetivo es trazado. Es el desarrollo de un recurso tecnológico que permite resolver tareas específicas en temas de álgebra lineal. La selección de la cátedra y el tema fue decisión de los estudiantes, en base a una revisión de los contenidos que más dificultades les ofrecieron en el momento de su cursado. En esta etapa, alumnos avanzados, que se desempeñan como becarios de investigación, están diseñando y desarrollando una herramienta de apoyo para que los estudiantes de AGA sean capaces de revisar y fortalecer lo aprendido o proponer nuevas situaciones prácticas para consolidar lo desarrollado en clases. Se trata de un recurso simple, disponible y portable, de costo nulo y eficiente para la validación de resultados. La herramienta no sólo permite incorporar una nueva tecnología en el aula, sino también fuera de ella. Las funcionalidades se iniciaron dando apoyo al tema cambio de base, que inmediatamente se fueron sumando subespacios vectoriales, conjunto de generadores, y más recientemente sistemas de ecuaciones lineales (Grossman, et.al., 2012) El uso incipiente de esta herramienta ha permitido observar que los alumnos usuarios adquieren hábitos de autonomía e independencia más tempranamente porque la aplicación puede ser empleada como medio de consulta y comprobación de resultados de los ejercicios planteados en las clases prácticas. La herramienta AGA, está siendo desarrollada con claros aportes a actividades de diseño y proyecto para los alumnos desarrolladores. Ellos definieron la metodología de trabajo, la determinación de requisitos no funcionales, la elección de las tecnologías a utilizar, los requerimientos funcionales, el diseño de interfaces, la implementación y prueba.

Conclusiones

Con buena disposición y flexibilidad podemos advertir que existen oportunidades para la acción en diversos contextos y en distintas cátedras y temas y que la incorporación de herramientas TACs, o de tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento puede ser un medio para despertar el interés y la motivación, así como la participación activa de los estudiantes en la solución de estas necesidades.

El uso de los recursos tecnológicos con carácter experimental, racional y razonado contribuye a construir conceptos, validar y argumentar resultados en las aulas de matemática para ingeniería.

La efectiva producción y participación en estos trabajos favorece mejores desempeños para la futura práctica profesional (Reed, 2001).

Las cátedras que se sumaron a este desafío no sólo cuentan con el diseño e implementación de secuencias didácticas innovadoras, sino que están haciendo buenos aportes en cantidad de horas y experiencias a la formación experimental satisfaciendo requerimientos de los estándares de acreditación para la formación del Ingeniero.

Las acciones implementadas por los docentes para lograr la integración de contenidos entre distintas cátedras fue efectiva (Atkinson, et. al, 2002); se realizaron nuevos aportes para que aquellas experiencias tengan continuidad y sean significativamente útiles para mejorar las prácticas profesionalizantes de los alumnos de ingeniería.

La mirada en el quehacer profesional incentivó el desarrollo de herramientas tecnológicas propias, adecuadas a atender la problemática del conocimiento de los contenidos matemáticos curriculares (para los usuarios) y a favorecer el ejercicio de la formación experimental y resolución de problemas en ingeniería (para el grupo desarrollador). Otro aporte se hizo al currículum de las carreras de ingeniería como un elemento que comienza con la articulación de metas y valores, continuando con una prevención por la amplitud y selección de los contenidos de ciencias y tecnologías básicas para lograr un equilibrio entre las demandas del campo disciplinar, la construcción de guías de estudio adecuadas, el ofrecimiento de actividades de estudio independiente, el uso de recursos tecnológicos o aplicaciones para la resolución de problemas y validación de cálculos y finalmente la atención a los procesos de evaluación. El encuentro con colegas del área o departamento es un requisito que no es ajeno a esta articulación curricular. Finalmente, el proceso de evaluación de la tarea realizada, la retroalimentación, la medición de las tareas de aprendizaje, la validación, evaluación y difusión de las actividades realizadas son motivo de informes y comunicaciones a la comunidad. Las acciones socializadas de esta manera deben ser miradas como una tarea de semi divulgación ya que con las mismas sólo se pretende investigar y

difundir acciones realizadas en el aula de matemática que, para un determinado grupo de actores y en el marco de las carreras de ingeniería, coadyuvaron a la comprensión y mejora de la compleja tarea que implica el aprendizaje.

Referencias Bibliográficas

- Atkinson, T. y Claxton, G. (eds) (2002): *El profesor intuitivo*. Barcelona: Ediciones Octaedro.
- García, A. (2009): "Herramientas tecnológicas para la mejora de la docencia universitaria". En García Valcárcel, A. (Coord). *La incorporación de las TIC en la docencia universitaria: recursos para la formación del profesorado*. España: Davinci Continental, p.55-65.
- Garza, G.; Ressia, J.; Vallés, E.; Schbid, S.; Bandoni, A. (2008): *Formación Experimental en alumnos de Ingeniería Química*. Trabajo presentado en el congreso V CAEDI 2008, Salta, Argentina.
- Grossman, S; Flores, J. (2012): *Álgebra Lineal*. Séptima Edición. México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores S.A.
- Kember, D.; Gow, L. (1992): "Action reserch as a form of staff development in Higher Education". *Higher Education*. 23-297-310.
- Londoño, F. W. (2009) *Una Apuesta de Formación Contemporánea desde las Formas de Representación con Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Colombia: Artes Gráficas del Valle Editores Impresores Ltda.
- Reed, D. (2001): *Developing Empirical Skills in an Introductory Computer Science Course*, Proceedings of the 34th Midwest Instruction.
- Tishman, S.; Perkins, D.; Jay, E. (2001). *Un Aula para Pensar*. Buenos Aires: Aique

Documento

Res Min N°786/09. Argentina.

En <http://www.confedi.org.ar/sites/files/privado/Acreditacion-InformaticaySistemas.pdf>. Consulta en línea. Verificado 30/09/2013.