

## Factores motivadores e integradores en la formación experimental

**Castellaro Marta, Torresan Patricia, Ambort Daniel**

Departamento Sistemas-Facultad Regional Santa Fe-

Universidad tecnológica Nacional

[mcastell@frsf.utn.edu.ar](mailto:mcastell@frsf.utn.edu.ar); [ptorresan@gmail.com](mailto:ptorresan@gmail.com); [dambort@gmail.com](mailto:dambort@gmail.com)

### Resumen

La formación práctica y el desarrollo de competencias en la formación ingenieril han sido considerados con énfasis en la Argentina en los últimos años, así como la preocupación por minimizar la deserción temprana y apoyar la retención de los estudiantes. Se ha avanzado en establecer competencias que guíen la formación de ingenieros. Pero es necesario revisar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, especialmente en el primer año. Se requieren diseños, materiales de trabajo y prácticas docentes elaboradas especialmente, que busquen motivar e integrar atendiendo a la realidad de los jóvenes que transitan ese período; ampliar el conjunto de recursos con los que habitualmente se trabaja, generar propuestas nuevas que apoyen los aprendizajes y favorezcan el desarrollo de competencias, con la contribución de los recursos tecnológicos. En este trabajo se describe la estrategia desarrollada en un primer curso de Programación de una carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, que comprende un conjunto de actividades y secuencias didácticas, está mediada por recursos diferentes y basada principalmente en la resolución de problemas de ingeniería. Se enfoca en la creatividad para la generación de los elementos e instrumentos de trabajo, así como nuevos roles de docentes y alumnos.

**Palabras clave:** Formación práctica; Competencias ingenieriles; Motivación; Trabajos integradores; Recursos tecnológicos

### Introducción

La formación práctica y el desarrollo de competencias en la formación ingenieril han sido considerados con énfasis en la Argentina

en los últimos años; así como la preocupación por minimizar la deserción temprana y apoyar la retención de los estudiantes.

### Consideraciones respecto a la Formación Práctica

La Ley de Educación Superior [1] establece que los planes de estudios de carreras correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público, deben tener una carga horaria mínima prevista, contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca. Estas carreras deben ser acreditadas periódicamente por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) conforme a estándares que establezca el Ministerio de Educación (ME). En lo que refiere a las carreras relacionadas con la Informática, por Resolución Nro. 786/2009 del ME [2], se aprueban los contenidos curriculares básicos, la carga horaria mínima y los criterios de intensidad de formación práctica; y se señala que la formación práctica marca un distintivo de la calidad de un programa.

Para las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información, en la formación práctica se distinguen cuatro tipos: formación experimental, resolución de problemas de ingeniería, proyecto y diseño, y práctica profesional supervisada.

En cuanto a la Formación experimental, debe garantizar una adecuada actividad experimental vinculada con el estudio de las ciencias básicas así como tecnologías básicas y aplicadas. En cuanto a la Resolución de problemas de ingeniería, debe conducir al desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de

problemas abiertos de ingeniería (situaciones reales o hipotéticas cuya solución requiera la aplicación de conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías). Se establece como obligatoria la disponibilidad de Laboratorios de Informática.

### **Consideraciones sobre el desarrollo de competencias**

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) ha trabajado con otras asociaciones pares de Iberoamérica, generando distintos documentos que confluyen en el Documento “Competencias en Ingenierías- 2014” [3]. En el apartado Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino, se indica que hay consenso en cuanto a que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. Se entiende que el saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc., que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo.

Se define Competencia: es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Esta definición permite identificar algunas características de las competencias: aluden a capacidades complejas e integradas; están relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental); se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional).

Para las competencias genéricas se acordó una lista de diez principales, agrupadas como Tecnológicas por un lado y Sociales-Políticas-Actitudinales por otro, que luego se desagregaron en niveles componentes adecuados para una implementación curricular.

También se analiza qué implica una enseñanza orientada al desarrollo de Competencias. Para favorecer el desarrollo de competencias, el primer paso es tener claridad sobre cuáles son las competencias que deben ser consideradas en todos los estudios de ingeniería y específicamente en cada especialidad; y ello supone pensar la formación de grado desde el eje de la profesión.

Además el documento se indica que “facilitar el desarrollo de competencias de manera explícita durante el proceso de formación supone revisar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, de manera de garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en su desarrollo”.

### **El contexto de esta experiencia**

Los aspectos normativos del ME y propositivos del CONFEDI hacen referencias a lo que es esperable que se haga, pero no detallan en el cómo. Las propuestas pedagógicas/didácticas constituyen un amplio espacio en el que los docentes deben discurrir y definir las actividades de enseñanza-aprendizaje.

Aquí nos enfocamos en el ámbito de una asignatura de primer año, de introducción a la programación (Algoritmos y Estructuras de Datos-AED), que incluye el diseño de algoritmos y la construcción de programas en un lenguaje de programación.

Podríamos considerar como adecuada una planificación de cátedra que contemple actividades en Laboratorios informáticos, donde los alumnos trabajen con las computadoras, resuelvan problemas, realicen tareas de verificación, prueba, corrección y presenten sus resultados.

Pero el escenario de este trabajo presenta algunos aspectos particulares. Los alumnos que comienzan los estudios universitarios encuentran en general una realidad diferente a la que tenían como habitual, que suele ofrecer dificultades (cómo estudiar, cómo socializar con otros estudiantes que no

conocen, cómo conformar equipos, etc.), situación que se torna más compleja debido a la falta o escasez de algunos hábitos (la atención, la comprensión, el trabajo en equipo).

Este trayecto puede alivianarse con aportes de los docentes en diferentes aspectos, entre los que se pueden identificar: a) "motivación" (cuando los estudiantes deben realizar actividades que los motivan, ponen esfuerzo, realizan consultas, forman verdaderos equipos de trabajo y dan cuenta de los resultados con entusiasmo); b) "integración" (cuando los alumnos pueden integrar los contenidos curriculares de las distintas asignaturas, entre sí y con contenidos extracurriculares, logran afianzar los aprendizajes y acrecentar lo aprendido, viéndolo desde distintas perspectivas y contextualizándolo).

También debe considerarse la falta de homogeneidad en los conocimientos y capacidades previas (hay alumnos que comienzan con experiencias varias en programación, manejando un par de lenguajes inclusive, y otros que nunca vieron un programa); las expectativas con la disciplina (en general los alumnos quieren comenzar a tener resultados-productos-aplicaciones en forma temprana, dado que es lo primero con lo que identifican a estas carreras).

Todo lo anterior supone modificaciones al rol docente tradicional, ya que se necesita un facilitador de situaciones de aprendizaje, para lo cual el docente deberá revalorizar la etapa de planificación en equipos responsables del desarrollo de las actividades curriculares.

### **Estrategia académica**

El escenario señalado requiere estrategias, materiales de trabajo y prácticas docentes elaboradas especialmente, que busquen motivar e integrar atendiendo a la realidad de los grupos de jóvenes que transitan ese período. Es necesario ampliar el conjunto de recursos básicos con los que habitualmente

se trabaja (las clases en aula y laboratorio, los libros y material impreso), generar propuestas nuevas que apoyen los aprendizajes y las competencias, incluyendo tecnologías, actividades y propuestas generadoras de interés y desafíos afines al contexto de estos alumnos, teniendo como restricción que recién inician la carrera y por ende cuentan con poca formación específica ya desarrollada. Esto implica una tarea docente en equipo, búsqueda de medios, creatividad en la generación de los elementos e instrumentos de trabajo, nuevos roles y prácticas por parte de los docentes, que también van más allá de los habituales y salen de las clases y los libros

La enseñanza-aprendizaje de la programación de computadoras utiliza entre otras estrategias, la resolución de problemas a través del uso de computadoras, y el proceso se descompone en varias etapas: interpretación del enunciado del problema, modelado de una solución, selección de las estructuras de datos más adecuadas a la situación planteada, escritura del algoritmo, implementación en un lenguaje de programación de alto nivel [4].

Pero pueden sumarse otros recursos:

*-El aprendizaje basado en problemas:* proceso de indagación que permite resolver preguntas, dudas o incertidumbres, que se desarrolla en grupos de trabajo pequeños, persiguiendo la resolución de un problema complejo y/o desafiante, que ha sido planteado por el docente, con la intención de promover en los alumnos un aprendizaje auto dirigido. Esto implica un cambio de roles, donde el estudiante debe ser sujeto activo, que trabaja en forma cooperativa [5].

*-El aprendizaje colaborativo:* metodologías que plantean un cambio esencial en el papel del alumno, ya que éste pasa de una actividad centrada en la adquisición de información a una centrada en la adquisición de habilidades, competencias y destrezas [6], tanto específicas de cada área temática como genéricas. Requieren que los objetivos de enseñanza y las actividades del grupo se orienten en términos de ejercitar la capacidad

de colaborar, principalmente para poder resolver situaciones profesionales o situaciones susceptibles de manifestarse en la vida real [7].

La consigna del equipo docente fue repensar la forma de trabajo. Ir más allá de una guía de ejercicios para que los alumnos resuelvan y codifiquen, buscar otros escenarios de trabajo, diseñar acciones y proyectos de trabajo, elaborar materiales y disponer los recursos para poder llevar a cabo esas propuestas, generar los espacios de apoyo y acompañamiento.

La selección de recursos tecnológicos apropiados, que den apoyo a las propuestas didácticas, merece también un trabajo cuidado y continuo. En esta experiencia se pueden citar: campus virtual, sitios juez en línea, Entornos de Desarrollo Integrados (IDEs) acorde al grado de avance de los alumnos, entre otros.

Se procuró contribuir al desarrollo de diferentes competencias: *Capacidad para:*

- Identificar y formular problemas
- Realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar la alternativa más adecuada.
- Implementar tecnológicamente una alternativa de solución.
- Controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.
- Concebir soluciones tecnológicas.
- Planificar y ejecutar proyectos.
- Identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.
- Emplear las formas de pensamiento apropiadas para la innovación tecnológica.
- Identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas.
- Asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo
- Reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.
- Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.).

- Reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo.
- Lograr autonomía en el aprendizaje

## Escenarios, Acciones y Materiales

En los puntos siguientes se explicita la experiencia de la cátedra AED junto con otras cátedras de primer año, con propuestas diseñadas y guiadas para atender desde el inicio de la carrera los distintos aspectos de la formación práctica, promover el desarrollo de competencias, favorecer la motivación y apoyar la integración de conocimientos y de equipos.

### Los Talleres

Además de las clases teórico/prácticas en aula, se realizan instancias prácticas en formato de “talleres”, donde los alumnos deben resolver un conjunto de problemas directamente en computadoras. En el laboratorio se agrupan en pares, y se les brindan problemas para los que deben proveer soluciones algorítmicas aplicando las técnicas, estrategias y herramientas de software (lenguaje C y C++) presentadas en las otras clases de la asignatura.

Las guías de estos talleres, están diseñadas en dos partes. La primera, está compuesta por ejercicios diseñados para ser resueltos dentro del horario planteado para el taller para luego ser entregados a través del campus virtual [8]. Estas entregas permiten el monitoreo por parte del cuerpo docente, y constituye además un repositorio unificado de los programas por parte de los alumnos, útiles para instancias posteriores de los talleres o trabajos prácticos. En el segundo grupo de consignas a resolver se encuentran ejercicios de mayor complejidad y de carácter integrador de contenidos, que deben ser resueltos de manera extra aula y publicados en el repositorio de código, para ser también evaluados por los docentes.

Estas actividades fuera del aula permiten fomentar las habilidades de autogestión de los alumnos, así como desarrollar en ellos

sus capacidades de comunicación a través de los distintos canales propuestos por los docentes (foros de discusión y consulta, clases de consulta personalizadas, etc.), habilidades generales requeridas en profesionales y que deben ser impulsadas en cada ocasión posible.

Para poder cumplir con los objetivos propuestos para las clases-taller, es primordial que los docentes lleven adelante una planificación y preparación detallada de los ejercicios y con un trabajo coordinado en las distintas comisiones.

Además, el seguimiento de las actividades de los alumnos (en forma personal y a través de los canales digitales de comunicación) es muy importante para fomentar actitudes de auto-gestión y comunicacionales (por ejemplo, consultar en caso de dudas o discutir soluciones a problemas).

Estas actividades se plantean considerando [9] que las prácticas educativas se caracterizan por la necesaria interrelación de cuatro componentes: el docente y su actuación mediadora para conseguir que se logren las intencionalidades específicas de los contextos educativos; los contenidos o la selección de saberes culturales que conforman un determinado curso; los estudiantes en tanto que constructores activos de conocimiento y últimos responsables de su aprendizaje, y las TIC entendidas no como simples medios para el aprendizaje sino como artefactos que condicionan o influyen en la creación de contextos específicos de enseñanza-aprendizaje, y conforman en gran medida la naturaleza de las actuaciones educativas del docente y de los estudiantes.

### Los trabajos en contextos en línea

Los sitios de jueces en línea son conocidos desde hace ya varios años, y ahora se han potenciado brindando facilidades no sólo a los participantes que los utilizan para resolver problemas sino también a los docentes que los aprovechan en la gestión de cursos de programación. Brindan contextos

de autocorrección, rankings a nivel de participantes y de soluciones individuales (por eficacia y eficiencia), también visualizan información sobre el desempeño de los alumnos a nivel global y a nivel de los grupos ó disciplinas en las cuales participe. Los alumnos se motivan cuando pueden autoevaluarse y ver sus progresos en tiempo real, compararse con su grupo de referencia, con otros alumnos de su país y con los programadores que están en el tope de los rankings. Para los docentes, estas herramientas permiten agilizar y centralizar la gestión de los problemas a ser resueltos, la asignación a los grupos respectivos de alumnos, la gestión de los plazos de entrega, y la visualización de los códigos entregados. Durante el seguimiento de AED se plantean tareas que los alumnos resuelven en forma extra aula, a través del sitio URI Online Judge- Problems & Contest- Academic [10]. En la Figura 1 se observa la vista del estado de una tarea.

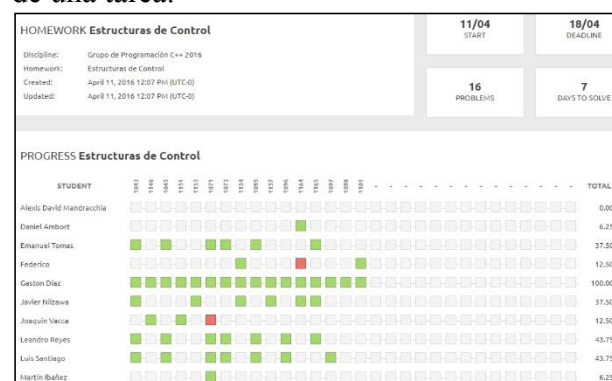


Figura 1. Vista de progreso de una tarea en URI

Se requiere trabajo de los docentes para seleccionar el juez en línea más adecuado a los objetivos de la cátedra y las herramientas adicionales que puedan facilitar el trabajo de los alumnos; y luego generar los contextos, las tareas, organizarlos para participar, incentivar el trabajo extra-clase (en las clases, en el foro, aportando datos). Se utiliza una herramienta online para complementar el trabajo con el sitio juez, es Ideone [11], un compilador e IDE en línea, que facilita la etapa de prueba de los algoritmos codificados, con un manejo muy práctico de los datos que ingresan por entrada estándar.

## . Los problemas-proyectos

Siguiendo los lineamientos de la estrategia académica enunciada en el punto 2, los trabajos prácticos no se planifican en base a la resolución de problemas aislados, sino mediante el diseño y planteo de trabajos prácticos integradores grupales, que se desarrollan en etapas cíclicas de creciente complejidad, llevadas adelante a lo largo del curso (como proceso de aprendizaje).

Se trata de trabajos que vinculan con otras materias y con herramientas tecnológicas ó aplicaciones (calculadora, red social, juego de preguntas), y que incluyen diferentes tareas (búsqueda, análisis, estudio, propuestas, desarrollos). El objetivo es facilitar a los alumnos escenarios para hacer posible el desarrollo de competencias académicas (de comprensión, resolución, validación), de investigación (en el sentido de indagación, de búsqueda y averiguación) y sociales (comunicación, respeto por las opiniones diversas, responsabilidad, trabajo en equipo) durante el tránsito por el primer año universitario [12].

Algunos de los trabajos que se han realizado en los últimos años son:

- **MatDis:** herramienta con módulos integrados para resolver problemas sobre Lógica, Teoría de Números, Estructuras Algebraicas Finitas, Álgebras de Boole, Árboles y Grafos.

En dos años sucesivos, los trabajos estuvieron orientados a generar una herramienta de apoyo al estudio de temas de Matemática Discreta (MAD); el primer año se orientó al desarrollo de funcionalidades referidas a Lógica Proposicional y Teoría de Números. Se seleccionó una de las soluciones más completas y al año siguiente los alumnos cursantes de MAD utilizaron la aplicación. En el segundo año se les requirió examinar el código de la herramienta obtenida el año anterior y agregar funcionalidades. En la Figura 2 se muestra una captura de pantalla de esta aplicación.

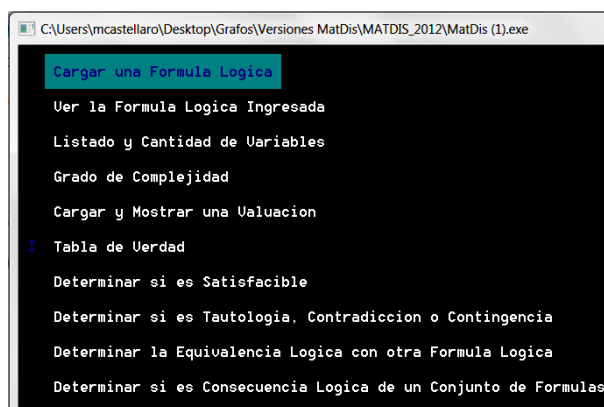


Figura 2- Captura de pantallas de la aplicación MatDis

Al desarrollar el trabajo los alumnos debían revisar los contenidos de MAD, sintetizarlos, atender a una forma conveniente de representar los datos para el tratamiento computacional y desarrollar la solución requerida con las estructuras y elementos de programación estudiados en ese primer curso.

- **PregUTNados:** una versión alternativa del popular juego de preguntas y respuestas Preguntados. Se propuso una versión adaptada para facilitar su construcción en el marco de la cátedra y en lugar de contemplar las categorías tradicionales (arte, ciencia, historia, geografía), se trabajó utilizando como categorías las materias que se cursaban en paralelo (Física I, Matemática Discreta, Algoritmos y Estructuras de Datos, Arquitectura de Computadoras y Análisis Matemático). En la primera etapa los alumnos debieron interiorizarse sobre el juego y definir el conjunto de preguntas que formarían la base de preguntas y luego se implementarían como parte de la aplicación en modo catálogo. En la segunda etapa se trabajó el tema de inicio de sesión, registración y menús de trabajo; y se desarrollaron los módulos correspondientes a la selección aleatoria de categorías y preguntas, que debió implementarse simulando una ruleta. La tercera etapa comprendió las funciones propias del juego (usuarios, partidas, jugadas, puntajes, ganadores), con manejo de archivos y las funciones que permiten obtener estadísticas de un usuario y del histórico del juego en general.

- **OLDBOOK:** implementación de un servicio de red social llamado Oldbook, que implemente de forma primitiva una red social como las que conocemos en la actualidad. Esto dispara una serie de requerimientos como: registro y validación de usuarios, manejo de información almacenada en arreglos y matrices, uso de librerías y archivos, definición y uso de listas enlazadas, para poder gestionar usuarios, amistades, rankings de popularidad. En la actualidad, este tipo de servicios se encuentra formado por personas que comparten una relación de amistad, mantienen intereses y actividades en común, o están interesados en explorar los intereses y las actividades de otros. Es decir, es considerado un medio de comunicación cuya finalidad es encontrar gente para relacionarse en línea. En la Figura 3 se muestra una captura de pantalla del servicio de Oldbook.

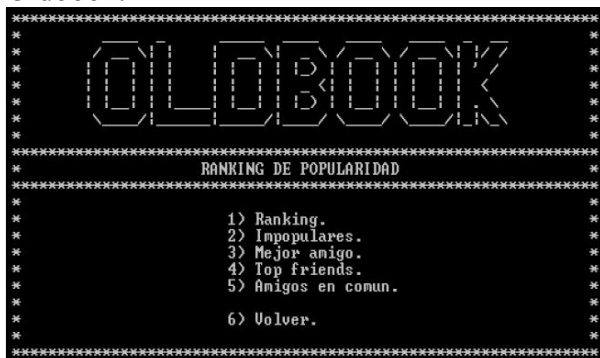


Figura 3- Vista de una solución a la red social Oldbook

- **UTNaprox:** Herramienta que facilita el cálculo de aproximaciones numéricas, por medio del uso de técnicas matemáticas. Permite aproximar números irracionales y algunas funciones trigonométricas y del cálculo en general. Posibilita al usuario seleccionar y parametrizar el método con el que se entrega el resultado, calculándolo mediante diferentes algoritmos y con una precisión determinada desde diferentes opciones. Así por ejemplo, si el usuario desea una aproximación del número Pi, se propone la indagación de varios métodos para obtenerlo (Fórmula de Leibniz, Producto de Wallis, etc.) lo que permite adicionalmente, contextualizar la historia de la matemática. Luego de seleccionar uno de ellos debe indicar

si quiere obtener el resultado mediante el cálculo de un número fijo de términos o cortar por precisión, así como también, si quiere ver la aproximación término a término, o sólo visualizar el resultado final. Obtenida la aproximación, la aplicación le sugiere al usuario utilizar una aproximación asociada, la que es obtenida a partir de un digrafo de relaciones.

Los alumnos debieron revisar y resignificar temas de números, sucesiones, series, etc. Como los métodos utilizados fueron descubiertos hace varios siglos atrás, por distintos matemáticos, la herramienta incluyó también la funcionalidad de brindar datos históricos. En la Figura 4 una captura de pantalla de la herramienta.



Figura 4- Pantalla de cálculo de Pi indicando los términos

En cada una de estas etapas de los proyectos integradores se incluyen actividades de análisis del problema, búsqueda de información relevante, de diseño, codificación de la solución, su depuración mediante casos de prueba, así como la preparación de resultados y documentación de presentación. Además los alumnos deben realizar una presentación final grupal, llevada adelante en modalidad de coloquio, la cual tiene como fin no sólo evaluar la solución presentada, sino también las habilidades comunicacionales de los mismos y el inculcar pautas específicas de trabajo y de comunicación.

El trabajo en grupo fomenta la adopción de técnicas y actitudes de trabajo y comunicación

de los alumnos, no sólo con los docentes sino también entre los miembros del grupo en sí. Los docentes tienen el rol de fomentar la motivación e integración de contenidos curriculares específicos y distintos saberes: Entre esas tareas cabe mencionar:

- Diseño en la elaboración de los trabajos-proyectos, de acuerdo a las pautas y objetivos expresados anteriormente.
- Seguimiento de avance y apoyo continuo, a través de diversos canales y herramientas de comunicación: foro de consultas, entrevistas personales, elaboración y comunicación de pautas de apoyo, a lo largo de todo el proceso de resolución y presentación del proyecto.
- Control de entregables, revisión de cumplimientos de pautas del software y de la documentación técnica, manuales de usuario, casos de prueba y otros documentos.
- Dotar al coloquio de un formato de “demo” de producto y no de evaluación formal, a fin de fomentar en los alumnos las competencias comunicacionales de tipo profesional.

### . Las prácticas transversales

La integración de cátedras planteadas para la elaboración de los trabajos prácticos integradores se extendió a la búsqueda de otras actividades que los alumnos puedan realizar en cada asignatura de manera que apliquen lo tratado en las otras, adoptando formas de secuencias didácticas [13][14].

Algunos ejemplos de estas actividades transversales son los siguientes:

- Al desarrollar la aplicación MatDis, los alumnos que cursaban AED revisaron los contenidos de MAD y generaron una herramienta de apoyo al aprendizaje. Los alumnos ingresantes, cada año han venido utilizando esta herramienta para complementar sus ejercitaciones en los distintos temas. Además se dictan algunos talleres complementarios opcionales sobre otras funcionalidades que brinda la herramienta como Introducción a los Grafos [15].
- Se diseñó una actividad didáctica intercátedras, como propuesta extracurricular de resolución de problemas, generada

utilizando problemas identificados y seleccionados utilizando el sitio Project Euler [16] que proporciona problemas de matemática y de programación, y deja trazabilidad del trabajo de los alumnos en distintas instancias. Se trata de problemas elementales que pueden resolverse utilizando: lápiz y papel (pero esto podría demandar mucho tiempo); de una manera más abstracta mediante un algoritmo sencillo, con una herramienta simple de programación; y finalmente, pueden hacerse más eficientes si se emplean otros recursos como la recursión o estructuras de datos. Algunos de los problemas seleccionados, corresponden a la unidad de aprendizaje “Teoría de Números e Inducción”, que es adecuada para el aprendizaje e identificación de los números primos, propiedades, algoritmo de la división, descomposición factorial de un entero positivo, inducción y ternas pitagóricas.

En MAD se presentó la herramienta tecnológica viendo la forma de acceder a los problemas, haciendo hincapié en que los problemas matemáticos por más simples que parezcan requieren ser pensados y resueltos adecuadamente en tiempo, cantidad y forma. Una vez resueltos de manera manual, se resaltó el hecho de que se requiere un trabajo muy intenso y que un algoritmo que sea procesado por una computadora podría ser de gran ayuda. En paralelo, en AED, se trabajó pensando los algoritmos y escribiéndolos con las herramientas que disponían (estructuras de control básicas); se analizaron las soluciones y los tiempos empleados. Finalmente, cuando se avanzó con el estudio de nuevos conceptos de programación, se empleó el sitio juez, pero esta vez para evaluar soluciones nuevas y más eficientes, utilizando otros recursos de flujo y de datos.

- Se generó una secuencia didáctica para reforzar la enseñanza y el aprendizaje de: la teoría de números y la abstracción modular, articulando matemática y programación. La abstracción funcional se presenta en todos los cursos iniciales de programación, pero resulta difícil encontrar tiempos en el aula y problemas simples y de temáticas afines a los



alumnos, que les permita “identificar” la necesidad o conveniencia de la abstracción y modularización y “valorar” sus beneficios. Por otra parte en la mayoría de la bibliografía utilizada en MAD se presentan ejemplos y se resuelven problemas sobre números primos, máximo común divisor, función Modulo  $z$ , ecuaciones diofánticas con valores numéricos de fácil cálculo manual, pero en general el alumno no identifica donde emplearlo o cómo generalizar a situaciones más complejas.

En esta secuencia se identificaron contenidos de matemática cuya enseñanza se vería beneficiada si los alumnos usan o construyen herramientas computacionales para su solución, y luego pueden utilizar para resolver mayor cantidad de problemas o problemas de mayor complejidad, hacer pruebas, verificaciones y observaciones, en los tiempos razonables de las clases.

Como resultado se diseñó una librería de funciones cuya estructura que se muestra en la Figura 5. Los estudiantes de programación contribuyen a la construcción de los módulos y como alumnos de MAD pueden hacer uso dicho paquete de funciones para elaborar programas que permitan resolver los problemas matemáticos.

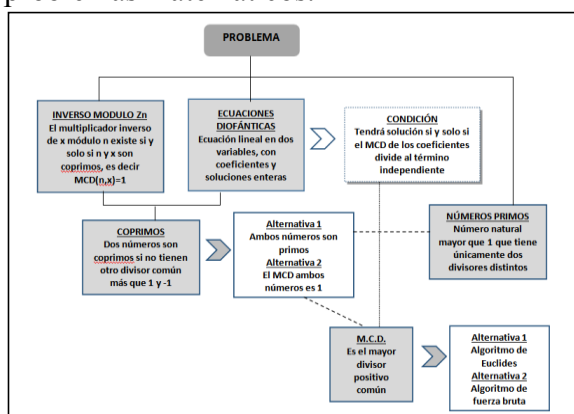


Figura 5. Problemas de la propuesta pedagógica intercátedras

## Las competencias

Se aprovecha el trabajo en contextos y las oportunidades de competencias que se presentan a nivel nacional e internacional (vía internet). En forma interna se comenzó en 2009 con una competencia de programación

local, que se inició para alumnos avanzados y en los últimos años se incorporó un nivel inicial para los alumnos de primer año.

En la competencia, los problemas difieren bastante entre sí, en cuanto a dificultad y temática, pero hay requerimientos comunes que las soluciones deben satisfacer:

-*Corrección*: el programa se ejecuta sobre distintos casos de prueba y se comprueba la salida para cada uno.

-*Tiempo*: los problemas tienen un límite máximo de tiempo. La solución será aceptada si ejecuta en un tiempo menor.

-*Memoria*: opcionalmente se establecen limitaciones al uso de este recurso.

El objetivo de promover las siguientes actitudes/habilidades en los aspirantes y los estudiantes ingresantes y de niveles siguientes:

- *Desafío*: de competir, de participar en algo nuevo, de enfrentarse a problemas no conocidos.

- *Autoestima*: de superarse, de ir más allá de los conocimientos que se han impartido en los cursos y las evaluaciones realizadas.

- *Trabajo en equipo*: desde la conformación hasta la participación en la competencia.

- *Empleo de nuevos medios*: el sitio juez para subir los problemas, probar y calificar [17].

La organización de la competencia, que en su edición 2015 contó con 150 participantes, implica un esfuerzo considerable del grupo de docentes, en aspectos de muy diversa índole: organización general del evento, preparación y selección de los problemas para cada nivel, difusión del evento en las cátedras directamente relacionadas, etc. En la Figura 6 se muestra un momento de la competencia.



Figura 6. Competencia TecnoMate 2015

Los alumnos son invitados a participar voluntariamente, formar equipos, prepararse en espacios de apoyo que se le brindan. Muchos participan con entusiasmo, incentivados además por las premiaciones y reconocimientos.

## Conclusiones

Los resultados han sido satisfactorios, con una revalorización de la formación práctica, y un apoyo a la motivación de alumnos y docentes. Por otra parte se continuó trabajando con los alumnos que cursaron la asignatura, quienes en forma opcional:

- a) realizaron presentaciones de sus proyectos en encuentros nacionales como estudiantes, obteniendo premios en 3 oportunidades;
- b) se integraron como becarios para mejorar las aplicaciones generadas y dictar talleres a otros alumnos;
- c) se sumaron a actividades de difusión de la carrera con demos de sus productos.
- d) se integraron a un Taller Opcional de Programación permanente, para alumnos interesados en las competencias.

## Bibliografía

- [1] Ley de Educación Superior Nro. 24.521 (1995). Ministerio de Educación. Argentina. [www.me.gov.ar/consejo/cf\\_leysuperior.html](http://www.me.gov.ar/consejo/cf_leysuperior.html)
- [2] Resolución Ministerio de Educación de la Nación N° 786/2009. “Estándares para acreditación de carreras Licenciatura e Ingeniería en Computación, Sistemas de Información e Informática”.
- [3] Documentos de CONFEDI: “Competencias en ingeniería”. (2014). Universidad FASTA Ediciones, ISBN: 978-987-1312-61-0; ebook ISBN: 978-987-1312-62-7.
- [4] GONZALEZ, A.; MADDOZ, M.C. (2013). “Utilización de TIC para el desarrollo de actividades colaborativas para la enseñanza de la programación”. TE&ET 2013. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27525>
- [5] MORALES BUENO, P. y FITZGERALD, V. (2004). “Aprendizaje Basado en

Problemas”. Revista Theoria, Vol. 13 ISSN 0717-196X pág.145-157

[6] GONZALEZ, E., GONZALEZ, J.M., REY, V. (2012). “Enseñanza-aprendizaje académico y científico, ¿quién sabe dónde ejerceremos!”. Actas de las Jornadas de Innovación Educativa, Universidad de Vigo, pag.175-184.

[7] PERRENOUD, P (2008). “Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes?” Revista de Docencia Universitaria REDU. Formación centrada en competencias (II). <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/240819>

[8] Campus virtual FRFSF-UTN- curso AED. <https://campusvirtual.frsf.utn.edu.ar>

[9] BADIA, Antoni (2006). “Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior”. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 3, n. ° 2. UOC.

<http://www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/presentacion.pdf>. ISSN 1698-580X

[10] <https://www.urionlinejudge.com.br>

[11] <http://www.ideone.com>

[12] SERRANO, J. M. y PONS, R. M. (2011). “El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación”. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 13(1). <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>

[13] CASTELLARO M. y otros (2014). “Secuencias didácticas para trayectos formativos usando recursos tecnológicos en línea”. II Congreso Argentino de Ingeniería (CADI), San Miguel de Tucumán. [http://teyet.info.unlp.edu.ar/archivos/Articulos\\_Aceptados\\_para\\_exposicion.pdf](http://teyet.info.unlp.edu.ar/archivos/Articulos_Aceptados_para_exposicion.pdf)

[14] ALBERTO M. y otros (2015). “Integración de la Enseñanza de Matemática y Programación para resignificar conceptos y modelar situaciones”. XXIX Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa-29 RELME 2015. Panamá.

[15] ALBERTO M. y otros (2014). “Las capacidades de los alumnos para el diseño de recursos tecnológicos a medida”. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME 27). ISBN: 978-607-95306-7-9

[16] <https://projecteuler.net/>

[18] CASTELLARO, M.; AMBORT, D. (2015). "Mixed strategies for motivation and retention of entrants. Changing practices in the activities designed to the prospective and first year students". Proceedings World

Engineering Education Forum WEEF (pág. 374 a 379). Italia.

[http://www.weef2015.eu/Proceedings\\_WEEF2015/proceedings/papers/Contribution1319.pdf](http://www.weef2015.eu/Proceedings_WEEF2015/proceedings/papers/Contribution1319.pdf)