

Una propuesta integradora de práctica de programación con instancias de aprendizaje individual y grupal, y fortalecimiento de competencias emprendedoras

Marta Castellaro, Daniel Ambort y María Fernanda Golobisky

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe

Lavaisse 610, (3000) Santa Fe, Argentina

mcastell@frsf.utn.edu.ar, dambort@gmail.com, mfgolo@santafe-conicet.gov.ar

Abstract

En este trabajo se presenta una propuesta de trabajo práctico integrador para una asignatura del área Programación, elaborada como una secuencia formativa, con instancias de aprendizaje individual y grupal, buscando el fortalecimiento de la formación práctica, las competencias genéricas de ingenierías y en particular las competencias emprendedoras. Se aprovechan las TICs y los espacios virtuales, pero a la vez se refuerza la importancia de la intervención de los docentes, para generar propuestas de enseñanza/aprendizaje que utilicen los distintos medios para favorecer el desarrollo de las competencias requeridas desde el inicio de la formación universitaria. Al comienzo del trabajo se contextualiza la necesidad de formación práctica y el desarrollo de diferentes competencias en las carreras de ingeniería en nuestro país. Luego, se plantean particularidades de la enseñanza de algoritmos y programación, y algunas estrategias para abordarlo y favorecerlo. A continuación se describe la propuesta de intervención pedagógica a través de un Trabajo Práctico Integrador, detallando la secuencia de problemas y actividades que lo componen, las diferentes alternativas de solución de cada uno, los recursos, la forma de documentación, las pautas de evaluación y los objetivos individuales y colectivos.

Palabras Clave

Competencias. Formación Práctica. Aprendizaje Colaborativo. Aprendizaje Basado en Problemas. Emprendedorismo.

1. Introducción

1.1. Relevancia de la Formación Práctica y el Desarrollo de Competencias en la Formación de los Ingenieros

El Ministerio de Educación de la Nación Argentina ha fijado en 2009 estándares [1] para las carreras de Ingenierías y Licenciaturas en Computación, Sistemas de

Información e Informática. Los mismos aprueban contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima, así como criterios de intensidad de la formación práctica.

En cuanto a las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información, se establece que la formación práctica debe realizarse a través de distintas actividades: formación experimental, resolución de problemas de ingeniería, proyecto y diseño, y práctica profesional supervisada. Se destaca que la intensidad de la formación práctica marca un distintivo de la calidad de un programa, y que una mayor dedicación a las actividades de formación práctica, sin descuidar la profundidad y rigurosidad de la fundamentación teórica, se valora positivamente y debe ser adecuadamente estimulada.

Respecto a la “Formación experimental”, se indican que deben establecerse exigencias que garanticen una adecuada actividad experimental vinculada con el estudio de las ciencias básicas así como tecnologías básicas y aplicadas, con trabajos en laboratorio y/o campo que permita desarrollar habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, y análisis de resultados. Respecto a la “Resolución de problemas de ingeniería” se establece que los componentes del plan de estudios deben estar adecuadamente integrados para conducir al desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos de ingeniería (esto es, situaciones reales o hipotéticas cuya solución

requiera la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías).

El CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería), realizó un trabajo preliminar que contribuyó a la normativa de los estándares, con fines de una “Reforma Curricular de las Ingenierías” [2]. En el mismo se establecieron criterios generales que deben contemplarse en la formulación de los Planes de Estudio de Ingeniería. Entre ellos se indican:

- Desarrollar en los estudiantes (futuros Ingenieros) capacidad de manejo de situaciones bajo incertidumbre, consolidando actitudes para la solución de problemas no tradicionales.
- Estimular la creatividad, la iniciativa personal, el trabajo interdisciplinario y la innovación en el área tecnológica.
- Desarrollar en los estudiantes capacidad de abstracción y de reflexión crítica, esto es adquirir aptitudes que le permitan percibir los cambios y, si es posible, anticiparse a los mismos.
- Es de interés el dominio del idioma inglés y el desarrollo máximo de su capacidad para el uso de las herramientas que le brinda la informática.

Se indica que “*El ingeniero argentino deberá formarse en diferentes etapas de aprendizaje, de modo de desarrollar las diferentes habilidades, destrezas y valores necesarios del nuevo profesional que requiere la sociedad y el mundo del trabajo en las primeras décadas del Siglo XXI*”. Para ello se establece que es necesario adquirir distintos tipos de competencias, las que agrupa en 4 clases:

- **Competencias básicas** para ingresantes: lectura comprensiva y rápida, escritura, expresión oral y matemáticas básicas.
- **Competencias genéricas:** conocimientos generales para realizar comportamientos laborales y habilidades que empleen tecnología, que incluye el caso del manejo de algunos equipos y herramientas.

- **Competencias específicas:** conocimientos especializados para realizar labores concretas propias de una profesión o disciplina que se aplican en determinado contexto laboral.

- **Competencias laborales:** articulación de conocimientos, aptitudes y actitudes en el mundo del trabajo.

También se define que para comenzar a cursar una carrera de ingeniería, un alumno debe responder a las competencias básicas y al inicio de las competencias genéricas, y en el marco de los primeros años de las carreras se debe asegurar la adquisición de las competencias genéricas y el inicio de las competencias específicas.

Las **competencias genéricas**, a su vez, las agrupa en 3 clases:

- **Competencias sociales**, entre ellas:

Trabajar en equipo a partir de la construcción de metas comunes a través de un entendimiento interpersonal y en forma comunicativa.

Participar en actividades que contribuyan a la formación de juicio crítico y toma de decisión.

Adaptar y resolver las situaciones complejas haciendo uso de las capacidades adquiridas.

- **Competencias metodológicas**, entre ellas: Buscar, seleccionar y utilizar estratégicamente los recursos disponibles para el estudio.

Resolver problemas a partir del uso estratégico y heurístico de los saberes construidos.

Manejar tecnologías de la información y comunicación para la resolución de problemas y construcción de nuevos aprendizajes.

- **Competencias científico-técnicas**, entre ellas:

Relacionadas con el lenguaje simbólico.

Relacionadas con la resolución de problemas.

Relacionadas con modelos de simulación.

Relacionadas con los laboratorios.

Este trabajo del CONFEDI tomó como base las “Competencias Genéricas Identificadas en América Latina” [3], elaboradas en el marco del Proyecto Alfa Tuning América Latina, a propuesta de los Centros Nacionales Tuning para cualquier profesional universitario. Entre este conjunto enfatizamos en: i) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, ii) Capacidad para organizar y planificar el tiempo, iii) Capacidad de comunicación oral y escrita, iv) Capacidad de comunicación en un segundo idioma, v) Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas, vi) Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, vii) Capacidad para tomar decisiones, viii) Capacidad de trabajo en equipo, ix) Habilidades interpersonales, x) Habilidad para trabajar en forma autónoma.

Posteriormente, el CONFEDI se integró al Programa Regional de Emprendedorismo e Innovación en Ingeniería (PRECITYE), iniciativa de los Consejos de Facultades de Ingeniería de Argentina, Brasil y Chile (ABENGE, CONDEFI, CONFEDI) y de las Universidades de Uruguay, nucleadas a través de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII-BID). El objetivo es promover y difundir la cultura emprendedora y de innovación entre los estudiantes de las carreras de ingeniería de la región, en forma colectiva en todos los países.

En 2012, realizó un Estudio de Línea Base [4] del que participaron 116 Decanos y más de 2.400 estudiantes del último año de las carreras de Ingeniería de Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, como un relevamiento para conocer la situación actual de las iniciativas de apoyo al emprendedorismo en las carreras de ingeniería. Este estudio concluye que el tema emprendedor ha tendido a ganar cierto espacio en las casas de estudio, pero que aún existe un largo camino por recorrer en el campo del fortalecimiento institucional si se desea avanzar hacia modelos de universidades emprendedoras, y es

indispensable abordarlo desde el inicio de la formación, y a través de distintas acciones. En este sentido se viene trabajando en la difusión de casos y propuestas de apoyo a los docentes, ejemplo de esto es un certamen internacional de ejercicios prácticos e intervenciones pedagógicas [5].

1.2. Estrategias de Enseñanza-aprendizaje de Algoritmos y Programación

La enseñanza-aprendizaje de la programación de computadoras utiliza entre otras estrategias, la resolución de problemas a través del uso de computadoras. Este 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 [6]. También es importante tener en cuenta la optimización del uso de los recursos disponibles para el desarrollo de un programa. La actividad práctica es fundamental para comprender y adquirir capacidad respecto a este proceso. La intervención docente para el armado de propuestas que guíen estas acciones requiere especial atención y el empleo de técnicas y herramientas que la favorezcan.

La utilización de una *metodología colaborativa*, permite potenciar la enseñanza de la programación, ya que maximiza el trabajo individual y en particular los futuros profesionales deberán desempeñarse en equipos de desarrollo que en muchos casos son multi o inter –disciplinarios [7].

Los elementos presentes en el Aprendizaje Colaborativo son: Cooperación, Responsabilidad, Comunicación, Trabajo en equipo y Autoevaluación; los que se correlacionan con las competencias citadas en el punto 1.1. El trabajo colaborativo se basa en que el aprendizaje o la calidad del trabajo a realizar se incrementan cuando las personas desarrollan destrezas cooperativas para aprender y solucionar los problemas en los

cuales se ven inmersas. Asumiendo que el trabajo y el aprendizaje constituyen una actividad social, producto de la interacción entre las personas, será a través de esta interacción desde donde se manifiesten las soluciones de los problemas y la realización de actividades significativas.

Por otra parte, el ***aprendizaje basado en problemas*** es un 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 autodirigido. Implica un trabajo de investigación que puede desarrollarse de distintas formas: dirigida por el docente, dirigida por el docente y los alumnos en forma compartida, y dirigida por los alumnos. Esto implica un cambio de roles que no solo afecta al docente; el estudiante también debe cambiar su forma de actuar, debe ser un estudiante activo, que trabaja en forma cooperativa y asumiendo la responsabilidad de su proceso de aprendizaje [9].

Otro recurso importante lo constituyen ***los entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje centrados en la Web***, los cuales permiten la participación con diferentes roles, que involucran a los alumnos, docentes, y administradores, cada uno con una mirada distinta del sistema. Estos entornos son producto de la evolución tecnológica, e integran diferentes herramientas en un software de carácter pedagógico que permite acompañar los procesos de enseñar y aprender.

Una de las posibilidades didácticas que permite la ubicuidad es trabajar con un ***aula aumentada***, utilizando la misma metáfora de la realidad aumentada, definida como la combinación de elementos del mundo real con elementos virtuales. Se habla de aula aumentada como el uso de un espacio virtual complementario del espacio presencial por

parte de los alumnos y los docentes y una propuesta de enseñanza-aprendizaje que combine elementos de los dos entornos. Puede tener múltiples formatos de poca complejidad técnica: un blog, una carpeta compartida en la red de la institución, un aula virtual, un grupo en una red social, son algunas de las herramientas que un docente puede elegir para generar este espacio de intercambio. Así, los docentes disponen de un aula presencial, y un espacio virtual donde se genera otro tipo de comunicación: asincrónica, mediada por tecnologías, fuera del horario de clase, más horizontal, etc.

El concepto de aula ampliada inaugura un nuevo espacio comunicativo y de circulación de saberes más cercano con las formas de consumo de los jóvenes: redes, descarga de archivos a demanda, lectura en pantalla, producción y consumo de multimedia, colaboración [10].

Un caso particular lo constituyen los sitios web denominados ***“Jueces en línea de Problemas de Programación”*** [11, 12, 13 y 14], que son sitios de internet donde hay publicados una serie de retos de programación en los que se envían las soluciones y un juez virtual las acepta o las rechaza. Los problemas difieren bastante entre sí, en cuanto a dificultad y temática. Sin embargo, hay tres 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: todos los problemas tienen un límite de tiempo. La solución que ejecute más lento, será descartada.

Memoria: también hay limitaciones de este recurso en cada problema.

A veces sólo resulta difícil de cumplir una de las restricciones, pero otras hay que optimizar el tiempo o el espacio además de resolver un problema. En cuanto a los lenguajes a emplear, casi todos los sitios admiten C, C++ y Java, aunque algunos permiten lenguajes adicionales. Los jueces más conocidos y

utilizados son UVa Online Judge [16] y Sphere Online Judge (SPOJ) [15], aunque existe ya alrededor de una centena de ellos, en varios lenguajes y con prestaciones muy diferentes [17, 18].

El contexto definido hasta aquí constituye el marco en el que se ha definido una Propuesta de Intervención Pedagógica, como un trabajo constituido por una tira de ejercicios/problemas, en los que se busca:

- reforzar con actividades prácticas la interpretación de enunciados del problema, el modelado de una solución y su implementación.
- aplicar las técnicas de aprendizaje basado en problemas.
- utilizar la metodología de trabajo colaborativo.
- aprovechar las posibilidades de los entornos virtuales.
- buscar el desarrollo temprano de competencias asociadas al emprendedorismo.

2. Intervención Pedagógica a través de un Trabajo Práctico Integrador

Esta propuesta trata sobre una intervención pedagógica y está asociada a un Trabajo Práctico Integrador (TPI) propuesto localmente para la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos, correspondiente al 1er. año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Santa Fe, UTN. El TPI consta de una serie de 5 ejercicios que giran sobre un problema común, tratando el mismo desde diferentes perspectivas, y poniendo en juego actitudes y habilidades que conforman los perfiles emprendedores, desde el inicio de la formación universitaria. En la figura 1 se puede observar el enunciado general, que es presentado en clase, utilizando un documento Prezi [19], que es subido al campus virtual como complemento de apoyo de la cátedra.

La metodología propuesta para el TPI utiliza

TRABAJO PRÁCTICO INTEGRADOR
¿Cuántas Campanadas? Muchas soluciones

El problema que abordaremos es el siguiente:
*En la iglesia de un pueblo se quiere conocer cuántas veces tocarán las campanas durante un intervalo de tiempo especificado. El intervalo comienza en $h1:m1$ y termina en $h2:m2$ ($[h1:m1, h2:m2]$); donde $h1:m1$ es la hora-minuto de comienzo, y $h2:m2$ es la hora-minuto de final del intervalo.
 $h1:m1$ y $h2:m2$ corresponden a dos momentos del mismo día, y $h1:m1 < h2:m2$.
 Por ejemplo, en la siguiente tabla se visualizan algunas entradas y sus salidas correspondientes:*

Entrada	Salida
8 0 8 56	4
9 0 9 15	5
7 15 8 16	5
5 0 5 1	1
5 14 5 15	0

Este problema será resuelto por su grupo de trabajo utilizando diferentes estrategias y tipos de soluciones a través de 5 ejercicios (problemas en www.spoj.pl, que deberán ser resueltos según las especificaciones respectivas).
 En primera instancia la solución (de cada ejercicio) deberá ser desarrollada por cada grupo en forma individual con el objetivo de llegar a una solución correcta y aceptada por el juez. Para los ejercicios 2 y 4, en una segunda instancia cada grupo trabajará con un grupo asociado, con el objetivo de mejorar las soluciones a las que llegaron, identificar fortalezas y debilidades, y desarrollar una solución que competirá contra las soluciones de otras parejas de grupos.
 El ejercicio 5 replantea el problema original, para que cada grupo implemente la mejor solución posible y compita (ahora a nivel grupal) contra las otras soluciones.

Figura 1. Enunciado del Problema

un conjunto de ejercicios a resolver en grupo, partiendo desde un problema de comprensión simple, el cuál es abordado con diferentes alternativas de solución que se desprenden al analizar el problema desde distintos puntos de vista, poniendo en juego estrategias de solución diferentes y considerando el uso de recursos variados. Se aprovecha la disparidad de saberes de los alumnos de los primeros años de la carrera, transformándola en elemento motivador del aprendizaje, en la necesidad de comprender diferentes soluciones. Las diferentes actividades propuestas tienen un enfoque basado en el aprendizaje colaborativo, y criterios de evaluación que permiten calificar saberes y actitudes, individuales, grupales y de socialización entre grupos.

Cada uno de los primeros 4 ejercicios pone énfasis y desarrolla un tipo de pensamiento algorítmico diferente, mientras que el quinto ejercicio promueve una comparación y análisis de las estrategias utilizadas, para facilitar la selección de la más eficiente, ahora en un problema similar, aunque de mayor alcance y volumen de datos a tratar.

Con el diseño de esta secuencia de ejercicios, además de competencias técnicas específicas de programación, se ha buscado aportar a otras competencias que se proponen en el modelo citado de CONFEDI, en particular aquellas sociales y actitudinales como:

- desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo,
- comunicarse con efectividad,
- aprender en forma continua y autónoma,
- actuar con espíritu emprendedor.

La metodología propuesta gira en torno a un esquema de “ranking” que busca promover el espíritu de superación, el análisis de alternativas para encontrar la mejor en función de metas, y el intercambio y la asociación en búsqueda de soluciones superadoras. Además se utiliza una Prezi disponible en línea [21] para la presentación dinámica del problema y un sitio de juez en

línea, promueve el uso de las nuevas tecnologías disponibles a través de la web.

El “juez en línea” empleado en este caso es SPOJ, un sitio web en el cual se publican problemas para ser resueltos mediante un programa de computadora, en los lenguajes de programación más utilizados. Las soluciones se pueden subir al mismo sitio, y son evaluadas en cuanto a su corrección y tiempo de ejecución. La respuesta a este proceso realizado por el juez (un programa que se ejecuta en el servidor) se entrega en forma inmediata, lo cual motiva a los programadores a mejorar su solución hasta obtener el “Aceptado” (mensaje que indica que la solución es correcta y dentro del tiempo especificado).

Asimismo, a lo largo de la secuencia de ejercicios propuestos se busca que los alumnos desarrollen distintos roles a fin de autoevaluarse en sus actitudes y aptitudes.

Las estrategias de solución establecidas como requisitos en los ejercicios están ordenadas para permitir un acercamiento gradual por parte de los alumnos a las mismas, fomentando a la vez, la comparación entre ellas.

En la figura 2 se muestran las diferentes alternativas de solución solicitadas para cada uno de los ejercicios del TPI.

Las soluciones habituales en los dos primeros ejercicios, aunque son muy fáciles de entender, tienen una complejidad menor (en términos algorítmicos) a las soluciones de los ejercicios 3 y 4 (que son también de fácil comprensión, pero requieren un trabajo de elaboración levemente mayor). Las soluciones de los ejercicios 3 y 4 permiten a los alumnos visualizar concretamente las ventajas de los algoritmos de menor complejidad. El ejercicio 5 se plantea como motivador para la selección y búsqueda del mejor algoritmo por parte de cada grupo, con un replanteo del problema a resolver, y un conjunto de datos de entrada de tamaño mayor al de los ejercicios anteriores. Los ejercicios 2, 4 y 5 permiten un ordenamiento

Campanas 1:

En este primer problema, su solución deberá ser realizada mediante simulación (ver esta [Prezi](#) para entender el significado que le dimos al término "simulación" en este caso).

Campanas 2:

En este ejercicio, su solución deberá ser realizada mediante un algoritmo recursivo (si necesitamos ayuda para plantear una solución recursiva, ver esta [Prezi](#)).

Campanas 3:

En este ejercicio, su algoritmo solución debe basarse en la construcción y cálculo de una expresión aritmética (si necesitamos ayuda para plantear este tipo de solución, ver esta [Prezi](#)).

Campanas 4:

En este ejercicio, su algoritmo solución debe basarse en el cálculo y almacenamiento previo para cada caso posible de entrada (si necesitamos ayuda para plantear este tipo de solución, ver esta [Prezi](#)).

Campanas 5:

En este ejercicio, su algoritmo solución debe basarse en la estrategia que considere más eficiente para la solución del mismo, la misma puede ser seleccionada entre las empleadas en los ejercicios anteriores, y mejorada de forma libre. La solución deberá ser aceptada por el juez, y además se evaluará de acuerdo a la eficiencia de la misma.

Figura 2. Alternativas de solución para cada ejercicio del TPI

de las soluciones por eficiencia y una asignación de puntaje o ranking a las mismas (el cual se refleja en el puntaje asignado en su evaluación). Los ejercicios de trabajo “con Grupo Asociado” (2 y 4), obligan a una socialización extra-grupo (diferente a la socialización intra-grupo, más sencilla), y ponen en juego en los alumnos habilidades diferentes a las utilizadas en la resolución de ejercicios algorítmicos.

También se motiva a los alumnos a utilizar o fortalecer sus conocimientos del idioma inglés, esto se hace mediante la publicación anticipada del enunciado de los ejercicios, en primera instancia en dicho idioma (el cual es un estándar en la publicación de textos de algorítmica y programación, y en particular es utilizado de forma excluyente en las competencias internacionales de programación). Tres días después, el enunciado se publica también en idioma español. Se pretende que los alumnos se vean motivados a desarrollar sus capacidades de lectura y comprensión de textos en inglés.

2.1. Pautas de entrega y documentación a presentar

La conformación de cada grupo (3 personas)

debe ser informada a la cátedra a través del foro de la materia, como respuesta al tema “Grupos TPI”. Esta información debe ser enviada hasta una fecha límite, y el número de grupo asignado por la cátedra deberá indicarse en la documentación a presentar. Los integrantes del grupo deberán cumplir roles según las actividades que realicen durante el ejercicio, y cada integrante será el referente de dicha actividad.

La entrega de los archivos y documentación en cada etapa se realizará exclusivamente a través del sitio web de la cátedra, en la tarea “Trabajo Práctico Integrador”. La entrega la realizará sólo uno de los integrantes del grupo, indicando claramente quiénes conforman el mismo en la sección de Comentarios dentro de la tarea “Trabajo Práctico Integrador”. No se aceptará trabajos prácticos fuera de término.

El TPI consta de 5 ejercicios, con diferentes instancias de presentación para cada uno, según la tabla en Anexo I (Fig. 3). Los 5 ejercicios tienen una instancia de solución grupal. Además, los ejercicios 2 y 4 tienen una instancia posterior de solución con grupo asociado.

Anexo I: Tabla de fechas límites de entregas por ejercicios.

Ejercicio	Tipo	Fecha Límite
1- Solución grupal	- Aceptación Juez SPOJ - Entrega documentación	día 7
2- Solución grupal	- Aceptación Juez SPOJ - Entrega documentación	día 12
2- Solución con Grupo Asociado	- Aceptación Juez SPOJ	día 18
3- Solución grupal	- Aceptación Juez SPOJ - Entrega documentación	día 22
4- Solución grupal	- Aceptación Juez SPOJ - Entrega documentación	día 28
4- Solución con Grupo Asociado	- Aceptación Juez SPOJ	día 32
5- Solución grupal	- Aceptación Juez SPOJ	día 40
Documentación y Análisis	- Presentación	día 45
Documentación y Análisis	- Defensa	día 45

Anexo II: Tabla de asignación de puntajes por ejercicio y actividad del TP

Ejercicio	Actividad	Puntaje máximo por ítem
1	Código solución subido a SPOJ y aceptado.	8
(Simulación)	Documentación algoritmo y código, Identificación actividades, definición de roles y referentes.	8
2	Código solución subido a SPOJ y aceptado.	8
(Recursión)	Documentación algoritmo y código, Identificación actividades, definición de roles y referentes.	8
	Ranking solución conjunta en SPOJ (con Grupo Asociado).	6
3	Código solución subido a SPOJ y aceptado.	8
(Expresión)	Documentación algoritmo y código, Identificación actividades, definición de roles y referentes.	8
4	Código solución subido a SPOJ y aceptado.	8
(Precálculo)	Documentación algoritmo y código, Identificación actividades, definición de roles y referentes.	8
	Ranking solución conjunta en SPOJ (con Grupo Asociado).	6
5	Código solución subido a SPOJ y aceptado.	5
	Documentación, comparación y elección entre soluciones previas en ejercicios 1 a 4. Análisis básico de complejidad.	10
(Libre)	Ranking solución grupo en SPOJ.	9
	Total	100

Figura 3. Anexos I y II

- **Instancia de solución grupal:** los integrantes del grupo deberán trabajar en forma conjunta, pero a la vez serán responsables individualmente de ciertas actividades, asumiendo alguno de los posibles roles. Estos roles deberán ser intercambiados para cada uno de los 4 primeros ejercicios, de forma tal que todos los integrantes hayan sido responsables al menos una vez, de cada una de las tres posibles actividades. La solución grupal deberá ser aceptada por el juez de SPOJ.

La solución del ejercicio debe estar documentada, el código debe respetar las normas de estilo y estar correctamente comentado. En el documento generado, el grupo debe:

- analizar el problema y explicar los supuestos realizados.
- detallar los aspectos fundamentales de la solución, debilidades y fortalezas de la misma.
- definir un conjunto representativo de casos de entrada y verificar la corrección

de las salidas obtenidas.

- **Instancia de trabajo con grupo asociado** (para los ejercicios 2 y 4): cada grupo deberá contactarse con otro grupo (diferente para cada ejercicio), y deberán desarrollar una solución conjunta aprovechando las fortalezas de las soluciones previas de cada grupo. La solución conjunta desarrollada deberá ser aceptada por el juez de SPOJ, y obtendrá un puntaje que dependerá en cierta medida del ranking obtenido por la misma. En cada grupo, el integrante que esté ejerciendo el rol de Diseñador de Algoritmo, será el vocero del grupo, y encargado de la comunicación con el grupo asociado. Los integrantes de los dos grupos trabajarán de forma conjunta para el desarrollo de la solución grupal. Es importante tener en cuenta que dos grupos se pueden asociar únicamente luego de tener aceptada la instancia previa de trabajo grupal.

2.2. Pautas de evaluación

Los 5 ejercicios permiten una evaluación individual, grupal y social de los alumnos. En la resolución grupal se evalúa a los alumnos:

- individualmente, en relación al rol que cumple cada integrante.
- grupalmente, en relación al comportamiento del grupo de trabajo y resultados obtenidos.
- socialmente, en su interacción con el grupo asociado.

El Anexo II (Fig. 3) presenta la asignación de puntajes por ejercicio y actividad del TPI. Las actividades asociadas a “Documentación” permiten una evaluación y asignación de puntajes discriminada por alumno, dentro de la evaluación grupal. En el mismo anexo, las actividades asociadas a “Código” están pensadas para una evaluación y nota grupal.

Para la aprobación del TPI:

- Todas las actividades deberán cumplirse según las fechas límites del Anexo I (Fig. 3).
- Los 5 ejercicios deberán estar aceptados por el juez.
- El alumno deberá obtener un puntaje mínimo.
- En particular, las dos instancias de Trabajo con Grupo Asociado (ejercicios 2 y 4) se plantean en forma de competencia, y se le asigna un puntaje a la solución presentada por cada pareja de grupos, según la eficiencia (en cuanto a tiempo empleado) de la solución presentada. Sucede lo mismo con el ejercicio 5, aunque en este caso cada grupo participa de la competencia en forma individual.

2.3. La secuencia de ejercicios y las competencias que se promueven

Los ejercicios promueven el desarrollo de diferentes competencias emprendedoras: Toma de decisiones (TD), Creatividad e innovación (CI), Aprendizaje continuo (AC), Cumplimiento de plazos (CP), Trabajo en equipo (TE), Captación de Recursos (CR), Capacidades de liderazgo y comunicación

(CLC), Sociabilidad (S).

En el ejercicio *Campanas I*, la solución debe basarse en una simulación del reloj de la iglesia, mediante un algoritmo en el cual se avance desde la hora de inicio hasta la hora de final, y se cuenten las campanadas cuando se pasa por los minutos correspondientes. Los integrantes del grupo deberán cumplir roles según las actividades que realicen durante el ejercicio, y cada integrante será el referente de dicha actividad. Se proponen las actividades de: Análisis del Problema, Diseño Algoritmo y Codificación. El referente de cada actividad será el responsable principal de la defensa de la misma en caso de presentación ante la cátedra. Además, se plantean las actividades Documentación y Verificación como actividades para todo el grupo. Esta asignación de roles refuerza el trabajo en equipo de los integrantes, al responsabilizarlos de actividades diferentes, y hacer necesaria la comunicación y diálogo entre ellos, en las actividades grupales. Además la solución del ejercicio debe estar documentada, el código debe respetar las normas de estilo y estar correctamente comentado. En este ejercicio se promueven especialmente las competencias emprendedoras:

- *Toma de Decisiones*: Los alumnos tienen que diseñar el algoritmo solución, dentro de sus posibilidades, en un rango de alternativas en cuyos extremos se encuentra una solución simple pero segura, privilegiando la entrega del programa solución en el plazo previsto, ó una solución más elaborada, que apunte a obtener una mejor ubicación en el ranking de las soluciones, pero con riesgo de comprometer la entrega de la solución en el plazo establecido.
- *Creatividad e innovación*: aunque la solución del problema está orientada a un tipo de algoritmo en particular, el mismo puede resolverse de varias formas distintas dentro de dicho marco. El

problema queda “semiabierto” para que cada grupo obtenga una solución original.

- *Aprendizaje continuo*: para resolver el problema adecuadamente los grupos deben implementar repetidamente el ciclo: comprensión del problema, diseño de una solución, codificación de la misma, validación de los resultados. Este proceso asegura un entendimiento adecuado del problema, y les permite comprender los conceptos con los cuales se está trabajando. La primera etapa de trabajo pretende lograr eficacia en el proceso de solución a un problema, mientras que la etapa de trabajo “con grupo asociado” intenta fortalecer las habilidades que se ponen en práctica en la búsqueda de soluciones eficientes. Cada error y cada éxito es una fuente de aprendizaje.
- *Cumplimiento de plazos*: que los grupos fijen metas y las cumplan en el tiempo indicado, les permite obtener mejores calificaciones parciales y los ayuda a valorar la importancia del cumplimiento de los plazos.
- *Trabajo en equipo*: ningún alumno puede aprobar el TPI en forma individual, se necesita un esfuerzo coordinado de los integrantes, para cumplir adecuadamente con el rol que el grupo le asignó a cada uno, manteniendo un conocimiento general del problema y su solución.

En el ejercicio *Campanas 2*, se requiere una solución recursiva, pero se agrega una etapa de trabajo con grupo asociado. Luego de obtener el Aceptado en SPOJ, el grupo X deberá asociarse al grupo Y, y el vocero del grupo X coordinará una reunión con el vocero del grupo Y, en la cual analizarán las soluciones de ambos grupos en busca de fortalezas y debilidades, y se trabajará en el desarrollo de una nueva solución, la cual competirá contra las soluciones (obtenidas siguiendo el mismo proceso) de otras parejas de grupos. En esta competencia, el programa

ganador será el que más rápidamente entregue las soluciones para 100000 casos de prueba (los grupos asociados deberán seleccionar e implementar la estrategia más conveniente de las implementadas como solución a los dos primeros ejercicios). En caso de empate entre dos soluciones será ganadora la solución que utilice menor cantidad de memoria. Se promueve la mejora continua del algoritmo solución y su código. Cada par de grupos asociados debe obtener un “Aceptado” con su solución del ejercicio 2, pero además puede mejorar (dentro del plazo permitido) su código solución y enviarlo al juez las veces que quiera, en busca de obtener una solución mejor y un ranking mejor (lo que se ve reflejado en el puntaje asignado a esta actividad por parte de la cátedra). Este ejercicio 2, tal como el ejercicio 1, promueve las competencias de TD, CI, AC, CP y TE. Pero además promueve otras competencias:

- *Captación de Recursos*: se plantea una etapa de “Trabajo con Grupo Asociado”, con el objetivo de mejorar las soluciones individuales obtenidas por cada grupo, quienes deben contactarse con otro, siendo el proceso de contacto y selección de grupos para el trabajo conjunto “liberado” a la propia gestión que ellos realicen, con la condición de que los dos grupos deben tener aceptado el ejercicio anterior y en cada instancia de trabajo con grupo asociado, se deberá trabajar con un grupo asociado diferente.
- *Capacidades de liderazgo y comunicación* de los integrantes del grupo: particularmente, durante la etapa de trabajo con grupo asociado, cada grupo debe nombrar un integrante referente en calidad de “vocero”, quien deberá reunirse con el vocero del grupo asociado para analizar las soluciones de ambos equipos, y generar a partir de ellas una solución mejor, en base a los puntos fuertes de las estrategias de los dos

equipos. Dicho trabajo deberá realizarse entre los integrantes de los dos grupos, pero será coordinado por los voceros.

- *Sociabilidad*: la etapa de trabajo con grupo asociado y competencia implica que los grupos socialicen con otros grupos. Este requisito de socialización se plantea como dinámico ya que el grupo asociado debe ser diferente en las dos instancias de este tipo (ejercicios 2 y 4), con la idea de fortalecer las habilidades de comunicación individuales y grupales.

El ejercicio *Campanas 3*, tal como el ejercicio 1, promueve las competencias de: TD, CI, AC, CP y TE.

En el ejercicio *Campanas 4*, la solución debe encontrarse mediante un algoritmo que realice un pre-cálculo de todos los casos de entrada posibles (una vez, al comienzo del programa, y almacene los resultados en alguna estructura adecuada y conveniente en memoria), y luego, ante el ingreso de cada caso, busque la respuesta accediendo directamente a la tabla con los resultados. Este requerimiento obliga a la utilización de estructuras de datos (algo que no era necesario en los ejercicios anteriores), y muestra una solución alternativa y no tan habitual en los libros de algoritmia, a la vez que muy fácil de implementar.

En la etapa de trabajo con grupo asociado, luego de obtener el “Aceptado” en SPOJ, el grupo X deberá asociarse al grupo Z, y el vocero del grupo X coordinará una reunión con el vocero del grupo Z, en la cual analizarán las soluciones de ambos grupos en busca de fortalezas y debilidades, y se trabajará en el desarrollo de una nueva solución, la cual competirá contra las soluciones (obtenidas siguiendo el mismo proceso) de otras parejas de grupos. El programa ganador será el que más rápidamente entregue las soluciones para 500000 casos de prueba. Además, de la solución a los dos primeros ejercicios se deberá seleccionar e implementar la estrategia más conveniente. Resultando

ganadora la solución que utilice menor cantidad de memoria si se registra un empate. Siguen obteniéndose la mejora continua del algoritmo solución y su código. Nuevamente, cada par de grupos asociados debe tener aceptada la solución del ejercicio 2, y mejorar el código solución y enviarlo al juez las veces que quiera para obtener una solución mejor y un ranking mejor. Este ejercicio 4, tal como el ejercicio 2, promueve las competencias de: TD, CI, AC, CP y TE, CR, CLC, S.

En el ejercicio *Campanas 5*, la solución de cada grupo compite esta vez en forma individual, contra las de los otros grupos, sin grupo asociado. Se incentiva de esta manera el trabajo en equipo. Todos los recursos válidos para mejorar el código solución de cada grupo pueden ser empleados, y beneficiarán al grupo con la obtención de una solución más eficiente, y un puntaje acorde a la eficiencia de la solución obtenida. En este ejercicio se promueven las competencias de: TD, CI, AC, CP y TE, CR y CLC.

3. Consideraciones finales y conclusiones

Desarrollar competencias desde el inicio de la formación universitaria, requiere crear espacios que lo favorezcan en diferentes asignaturas. Esto lleva a los docentes a pasar de las actividades de resolución de problemas aplicando conceptos y herramientas, a la tarea de generar secuencias formativas que exploren distintas alternativas para poner en juego cuestiones aptitudinales y actitudinales. En este sentido, un mismo problema puede ser abordado por los docentes con distintas miradas, en busca de distintas formas de resolución.

El trabajo integrador aquí presentado se está implementando en el curso actual, por lo que no pueden detallarse aún los resultados. Sin embargo, entendemos importante compartir la experiencia de trabajo del equipo docente, presentando el caso generado como disparador de otras propuestas que pueden gestarse en distintas asignaturas de los primeros niveles de áreas de Programación o

de Ciencias Básicas en carreras de Ingeniería en Ciencias Informáticas o Sistemas de Información.

Este trabajo tiene como antecedente otra propuesta de cátedra de Trabajo Práctico evolutivo para construir una herramienta de apoyo al aprendizaje de asignaturas del área matemática [20], la cual se desarrolló en forma satisfactoria y brindó buenos resultados.

Por otra parte, los docentes de la cátedra realizan una actividad extracurricular opcional de extensión de cátedra (Grupo de Programación Competitiva), orientada a la preparación y apoyo para alumnos que quieran profundizar en el análisis de algoritmos y programación, y/o participar en competencias a nivel nacional o internacional. Este proyecto refuerza el desarrollo de las habilidades algorítmicas de los alumnos, como así también sus capacidades de trabajo en equipo.

4. Referencias Bibliográficas

- [1] Contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima y estándares para la acreditación de carreras: http://www.coneau.gob.ar/archivos/Res786_09.pdf
- [2] CONFEDI - Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, XXXVII Reunión Plenaria, Mayo 2004. "Proyecto Estratégico de Reforma Curricular de las Ingenierías 2005 – 2007".
- [3] Informe Final del Proyecto Alfa Tuning América Latina: Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina, 2004-2007. <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>
- [4] H. Kantis y otros. Programa Regional de Emprendedorismo e Innovación en Ingeniería (PRECITYE). Estudio de Línea de Base. Febrero 2012. <http://www.ingemprendedores.org/2012/06/un-estudio-de-base-que-refleja-la-presencia-de-la-educacion-emprededora-en-las-carreras-de-ingenieria-de-sudamerica/>
- [5] PRECITYE. Concurso de ejercicios e intervenciones pedagógicas "Competencias emprendedoras en las Ingenierías". <http://ingemprendedores.org/concursos/>
- [6] González, A.; Madoz, M.C. Utilización de TIC para el desarrollo de actividades colaborativas para la enseñanza de la programación, RedUNCI. Red de Universidades con Carreras en Informática - TE & ET

2013. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27525>

- [7] Martínez, F. y Prendes, M.P. (2006): "Actividades individuales versus actividades colaborativas", en E-actividades: un referente básico para la formación en Internet, ISBN 84-665-4768-1, págs. 183-202.
- [8] Velazco, Marina y Mosquera Fidel (2007). "Estrategias didácticas para el Aprendizaje Colaborativo". http://acreditacion.udistrital.edu.co/flexibilidad/estrategias_didacticas_aprendizaje_colaborativo.pdf
- [9] Morales Bueno, P. y Fitzgerald V. (2004). "Aprendizaje Basado en Problemas". Revista Theoria, Vol. 13 ISSN 0717-196X pág.145-157
- [10] Sagol, Cecilia (2013): "Aulas aumentadas, lo mejor de los dos mundos". Nota publicada en Educ.ar 9/02/2013. http://www.educ.ar/recursos/ver?rec_id=116227
- [11] Kurnia, A. (2001). Online Judge. Honors year thesis, School of Computing, National University of Singapore.
- [12] English, J., & Siviter, P. (2000, July). "Experience with an automatically assessed course". In Proceedings of the 5th Annual.SIGCSE/SIGCUE ITiCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, (pp. 168–171).
- [13] Cheang B., Kurnia A y otros. "On automated grading of programming assignments in an academic institution". Computers & Education 41 (2003) 121–131.
- [14] Tonin N., Bez J. URI Online Judge: A New Interactive Learning Approach. Computer Science and Engineering Department, Universidade Regional Integrada, Erechim, RS, Brazil. Computer Technology and Application 4 (2013) 34-38.
- [15] SPOJ. Sphere Online Judge: <http://www.spoj.com/>
- [16] UVa Online Judge: <http://uva.onlinejudge.org>
- [17] Tianjin Online Judge: <http://acm.tju.edu.cn/toj/>
- [18] <http://acm.fjnu.edu.cn/>
- [19] Prezi, <http://prezi.com/>
- [20] Alberto, M. y Castellaro, M (2011). "Gestión, Uso e Impacto de los Recursos Tecnológicos en el Aula"- Anales del XVI EMCI Nacional y VIII EMCI Internacional "Educación Matemática en Carreras de Ingeniería". ISBN: 978-950-658-252-4. Olavarría, Buenos Aires.
- [21] Ambort, Daniel (2012) "Cuántas Campanadas? Muchas soluciones". <http://prezi.com/t - dmpsjr9zm/cuantas-campanadas-muchas-soluciones/#>

Datos de Contacto

Marta Castellaro. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe. Lavaise610 (S3004EWB) Santa Fe. Argentina. mcastell@frsf.utn.edu.ar.