

La interdisciplinariedad como recurso aplicable en la mejora de la docencia en primer curso de ingeniería

Xavier Canaleta Llampallas[†], David Vernet Bellet[†], Rosa Ma Alsina Pagès[‡], José Antonio Montero Morales[‡]

[†] Departamento de Informática

[‡] Departamento de Comunicaciones y Teoría de la Señal

Enginyeria i Arquitectura la Salle - Universitat Ramon Llull

e-mail: {xavic,dave,ralsina,montero}@salleURL.edu

Abstract— This work shows that the interdisciplinarity among different subjects of 1st course of engineering improves the assimilation of the contents of all these subjects. Calculus, Algebra and Programation have created synergy together. Some practise done in Programation are related to mathematical contents in order to improve the comprehension of those concepts, and also to give some kind of practical view to theoretical concepts.

The relationship among those subjects helps the student to connect concepts of each subject to solve problems. The objective of this collaboration is to increase the interest and motivation from the students towards mathematical subjects. Another objective is to diversify the topics of Programation practises. The results obtained and the students' opinions allow us to be optimistic about this experiment, and in a future, increase the collaboration between this subjects.

I. INTRODUCCIÓN

Todo aprendizaje requiere que el estudiante construya activamente su conocimiento [1]. Los conocimientos previos que posea el alumno tienen una gran influencia en este proceso, sin embargo el profesor debe tener claro que su objetivo es el de generar un cambio en la estructura cognitiva del estudiante y hacerlo participar activamente en su proceso de aprendizaje. En este sentido, el aprendizaje cooperativo se presenta como una potente herramienta a disposición del profesor, que fomenta el trabajo en grupo y ayuda a aumentar el interés hacia la asignatura o asignaturas que lo utilizan de forma habitual en la clase [2]. Además, no debemos olvidar que las teorías pedagógicas más contemporáneas defienden que el aprendizaje es un hecho social.

Tradicionalmente, la estrategia seguida para solucionar un problema ha sido dividirlo en subproblemas más pequeños en lugar de afrontarlo globalmente. También se tiende a separarlo en disciplinas diferentes en lugar de tratarlo de forma interdisciplinar [3]. Esta manera de proceder no prepara adecuadamente a los futuros profesionales para enfrentarse al mundo real, lleno de problemas complejos que deben ser tratados con conocimientos adquiridos en diferentes disciplinas.

El alumno actual de primero de ingeniería es un tipo de estudiante con gran inquietud por hallar una aplicación práctica a todos los conocimientos teóricos que recibe en clase. En este sentido, los alumnos perciben que las asignaturas de Álgebra y de Cálculo de primero tienen una evidente carencia de aplicación práctica respecto a otras del mismo curso.

Por eso, son frecuentes las preguntas del alumnado sobre el uso de las diferentes herramientas matemáticas en el mundo real [4], [5]: *Y esto, ¿para que sirve?, no he visto a nadie derivar en el trabajo*, etc. son frases típicas a modo de queja que efectúan los estudiantes cada vez más a menudo.

II. OBJETIVOS

Basándonos en estas ideas, se han empezado a implantar en Enginyeria i Arquitectura la Salle un conjunto de aplicaciones prácticas dentro del marco de la asignatura de Programación de primero de ingeniería con conceptos a tratar totalmente matemáticos.

Desde el punto de vista de Álgebra y de Cálculo, se consigue que los alumnos vean una implementación práctica de conceptos teóricos que se imparten en éstas. Además, debido al carácter cooperativo de las prácticas de la asignatura de Programación, también conseguimos introducir la vertiente social del aprendizaje en la asimilación de los conceptos matemáticos.

Por lo que respecta a la asignatura de Programación, la realización de estas prácticas refuerza los conceptos que se han explicado desde el punto de vista teórico. Además, la aplicación de métodos algorítmicos en la resolución de problemas matemáticos hace evidente la significativa reducción de tiempo en la obtención de las soluciones de los problemas.

El objetivo es plantear problemas interdisciplinares; de esta manera los estudiantes han de usar conceptos vistos

en diferentes asignaturas, relacionarlos y sacar sus propias conclusiones al respecto.

III. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

A continuación, se detallan los criterios que se tienen en cuenta a la hora de seleccionar los ejercicios planteados. Se describe también la estructura de las prácticas que se realizan en la asignatura de Programación y, finalmente, se comenta alguno de los ejercicios resueltos por los alumnos.

A. Selección de los contenidos a preguntar

Desde las asignaturas de Álgebra y Cálculo interesaba que el temario que formara parte de estas prácticas incluyera conceptos de difícil comprensión teórica para los alumnos, de tal manera que una visión práctica pudiera ayudar a completar la asimilación de la teoría vista en clase.

Además, si el objetivo final de la práctica es una implementación de un método algorítmico y no la propia matemática en sí, el alumno puede tener un mayor grado de motivación e indirectamente, asimilar mejor el contenido teórico de la actividad.

Desde la visión conjunta de las tres asignaturas, se ha decidido escoger contenidos teniendo en cuenta las tres características siguientes:

- Temas de difícil comprensión conceptual, que con una aplicación práctica facilitan su asimilación.
- Temas que necesitan ejecuciones con un alto coste computacional, que son difíciles de resolver en una clase magistral sin la ayuda de determinados algoritmos que faciliten su resolución. Nuestra intención es que el alumno se dé cuenta de que algunos problemas requieren de un sistema que tenga una determinada potencia de cálculo necesaria para su resolución.
- Temas que permitan practicar conceptos clave de programación sobre alguna aplicación básica de Cálculo o Álgebra.

B. Estructura de las prácticas a realizar

La asignatura de Programación utiliza tres modelos de ejercicios según su dificultad y tamaño de resolución [6].

- Práctica trimestral

Es el tipo de ejercicio más complejo. Se realiza en grupos de dos personas a lo largo de todo el trimestre. Dispone de diferentes sesiones donde los monitores de prácticas y los profesores de teoría guían a los alumnos y hacen un seguimiento de los mismos. En estas prácticas

aparecen diferentes conceptos fundamentales de la teoría que el trimestre incluye, procurando temporizar cronológicamente el desarrollo de la práctica con los conceptos explicados en las clases magistrales y así poder consolidar su aprendizaje.

- Práctica de sesión

Consiste en un ejercicio de dificultad moderada y de corta duración (máximo una sesión de laboratorio, es decir, dos horas). El objetivo es resolver el problema planteado con la ayuda del compañero de grupo y el soporte del monitor de prácticas.

- Ejercicio de la semana

Es un ejercicio que se publica vía web. Es de carácter voluntario y de periodicidad semanal. Se proponen ejercicios cortos, cuya resolución estimada no excede de los 45 minutos (véase figura 1), directamente relacionados con el temario que se está impartiendo en cada momento del curso.

C. Ejemplos de aplicaciones prácticas propuestos

A continuación, se detallan algunos de los ejercicios propuestos durante el presente curso en la asignatura de Programación. Se ha procurado poner un ejemplo de cada tipo de ejercicio (una práctica trimestral, una práctica de sesión y un ejercicio de la semana) y, a la vez, utilizar en cada uno de ellos una motivación diferente.

1) *Cálculo del límite de una sucesión de números según su definición:* El objetivo de esta práctica es clarificar el concepto de límite de una sucesión según su definición. Esta definición es un concepto que resulta difícil de comprender por parte de los alumnos, aunque estos sean capaces de asimilar el método de resolución de límites de sucesiones en general.

Desde la perspectiva de la asignatura de Cálculo es un punto fundamental ya que, sobre esta definición se basará, posteriormente, la definición de límite de una función, siendo esta última más compleja si cabe. Por tanto, es imprescindible que el concepto esté bien asimilado.

Este ejercicio fue propuesto como práctica del primer trimestre, debido a que para su resolución se necesita el uso de herramientas básicas de programación que se imparten durante ese período del curso. En este caso, la práctica no es tan extensa como las de los otros dos trimestres, dado que durante el primer parcial tenemos como objetivo asentar la algorítmica básica.

2) *Cálculo de un cero de una función usando el teorema de Bolzano:* El objetivo en este caso es que el alumno tome conciencia de la gran cantidad de operaciones necesarias

		EJ1	EJ2	EJ3	EJ4	EJ5	EJ6	EJ7	EJ8	EJ9	Med	Desv
Grupo F	Ej. entregados	33	39	39	27	20	31	30	19	17	28	8
	Total Alumnos	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	0
	% entrega	51%	60%	60%	42%	31%	48%	47%	30%	27%	44%	13%
	Media Aritmética	16	26	32	68	86	71	69	36	28	48	25
	Desviación std	9	20	27	55	59	61	35	19	15	34	20
Grupo D	Ej. entregados	59	61	60	60	47	55	43	54	50	54	6
	Total Alumnos	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	0
	% entrega	80%	82%	81%	81%	64%	74%	58%	73%	68%	73%	9%
	Media Aritmética	23	28	33	59	72	72	72	46	30	48	21
	Desviación std	16	18	23	38	39	37	29	30	15	27	9

Fig. 1. Estadística de los ejercicios de la semana (primer trimestre 2003/2004)

para llegar a la solución del problema y de la tediosidad de realizar estos cálculos sin ayuda de un ordenador.

Es necesario que el alumno comprenda que el coste de cálculo numérico y, por tanto, el tiempo asociado a este cálculo desde el punto de vista computacional varía mucho en función de la precisión requerida en el resultado.

Este problema fue propuesto como ejercicio de sesión de laboratorio durante el segundo trimestre, coincidiendo con el temario de Cálculo y aprovechando que la asignatura de Programación ya había dado los conceptos básicos para su resolución.

3) *La ley de Hondt para el reparto de escaños en unas elecciones:* El objetivo de este ejercicio está centrado, en lo que se refiere a la asignatura de Programación, en practicar los conceptos de punteros y de memoria dinámica, utilizando una herramienta elemental del Álgebra: las matrices. Por otro lado también se quiere dar al alumno una aplicación en el mundo real de las matrices.

Con el fin de poder practicar los conceptos de memoria dinámica vistos en clase de Programación, hacia la mitad del segundo trimestre se propuso este ejercicio de la semana. Se trataba de programar un algoritmo que hiciera el reparto de escaños de las Elecciones Autonómicas de Catalunya usando la Ley de Hondt. El procedimiento es crear una matriz de tantas filas como candidaturas y tantas columnas como escaños a repartir. A partir de aquí existe un proceso de cálculo sobre la matriz que nos permite hacer el reparto.

Este simple enunciado obligaba al manejo de una serie de conceptos básicos de ambas asignaturas. Por lo que al Álgebra se refiere, la creación y manipulación de matrices. En el ámbito de la Programación, la generación de matrices o arrays bidimensionales dinámicos y métodos algorítmicos con bucles anidados.

Con ello también se realizaban prácticas de gestión de

ficheros, aspecto realmente importante dentro del temario del segundo parcial de Programación. Todo ello basado en un problema de actualidad como eran las Elecciones. Al mismo tiempo, las matrices estaban definidas en ficheros de texto.

IV. CONCLUSIONES

Esta nueva experiencia se ha puesto en marcha durante el presente curso académico dentro del marco de asignaturas de primero de ingeniería en Ingeniería i Arquitectura La Salle (Universitat Ramon Llull). Desde la vertiente de Álgebra y de Cálculo, asignaturas más teóricas, hemos constatado que el alumno se interesa más por los aspectos de teoría que son necesarios para implementar la práctica.

La asignatura de Programación ha ganado en variabilidad de temática de ejercicios propuestos. A medida que se vayan realizando las prácticas interdisciplinares iremos evaluando los resultados obtenidos. Para ello realizamos encuestas a los alumnos y, a partir de sus opiniones, intentaremos una mejora de los procesos implicados. De momento, los primeros resultados y comentarios nos permiten ser optimistas.

Por otro lado, también consideramos necesario advertir de un posible peligro. Es imprescindible mantener un equilibrio a la hora de aplicar la interdisciplinariedad. La experiencia nos dice que, desde el punto de vista del alumnado, el Álgebra y el Cálculo de primero de ingeniería son dos materias *aburridas* y, sobre todo *poco útiles*. Esto hace que la motivación baje y su tiempo de dedicación también. En cambio, el alumno considera la asignatura de Programación (independientemente de su dificultad) como una asignatura *práctica y divertida*, donde no hace falta *estudiar*.

Nuestro objetivo es conseguir que la interdisciplinariedad aporte esta última percepción por parte de los alumnos a las asignaturas de Cálculo y Álgebra. Pero es necesario aplicar esta técnica con prudencia y equilibrio, para evitar que su percepción cambie y los alumnos terminen encontrando *aburrida* la asignatura de Programación debido a que todas

las prácticas son de matemáticas.

Queremos hacer notar que la interacción entre profesores de ambas disciplinas hace que enunciados y redactados de estos ejercicios, donde aparecen conceptos matemáticos, contengan la formalidad y el rigor necesarios. De esta forma, también se consigue una uniformidad en la nomenclatura entre las diferentes asignaturas que ayuda a la identificación de conceptos por parte del alumno.

Finalmente, queremos dar a conocer que la aplicación de este tipo de experiencias ya había sido llevada a cabo por algunos integrantes del grupo docente de Programación en cursos preuniversitarios (Bachillerato LOGSE principalmente) con muy buenos resultados.

En este ámbito, el Bachillerato ofrece la posibilidad de asignaturas optativas y en la escuela La Salle Gracia de Barcelona habíamos realizado experiencias con la asignatura de matemáticas de primero y segundo de Bachillerato, aunque también se habían realizado experiencias en las áreas de lengua catalana y latín. Por lo que a matemáticas se refiere se habían propuesto prácticas de cálculo de vectores y representación de funciones polinómicas.

V. LÍNEAS DE FUTURO

La asignatura de Programación está abierta a colaborar con otras asignaturas y disciplinas del mismo curso, ya que se considera que la Programación es una herramienta que puede dar soporte en diversas áreas. Se ha iniciado la colaboración con aplicaciones matemáticas porque, según la percepción el alumno, son las asignaturas de primer curso que presentan una mayor falta de aplicación práctica directa.

Por otro lado, y tal y como se muestra en la figura 1, nuestro grupo de trabajo está intentando cuantificar la dedicación de los alumnos en este tipo de ejercicios (especialmente los ejercicios de la semana). Esto tiene una doble finalidad: por un lado, que nos permita estimar la carga de trabajo que supone al alumno esta tarea (con el objetivo de poder cuantificar objetivamente los futuros créditos ECTS [8]) y, por el otro, ofrecer la posibilidad de implantar el modelo de ejercicio de la semana a otras asignaturas de primero.

Este segundo caso permitiría reducir el *workload* semanal del alumno, usando la estrategia de pedirle ejercicios que contengan conceptos de diferentes asignaturas. La realización de un único ejercicio podría contabilizarse para la evaluación continua de diferentes asignaturas: todas las que se vieran implicadas en la resolución del problema interdisciplinar.

También se ha planteado, dentro de las asignaturas de Cálculo y Álgebra, la posibilidad de valorar las notas de las prácticas de Programación asociadas a ejercicios matemáticos dentro de la nota de la asignatura. Este año se ha optado por

tenerlo en cuenta como una nota en la evaluación continua de estas asignaturas [7], pero se está esperando a la finalización del curso para analizar y estudiar a la vista de los resultados obtenidos, el criterio a aplicar.

REFERENCES

- [1] Preston D. Feden, Robert M. Vogel, *Methods of teaching. Applying cognitive science to promote student learning*, McGraw Hill, 2003.
- [2] José Antonio Montero, Elisa Martínez, Jose Antonio Morán, Francesc Alías, Rosa Maria Alsina, Lluís Vicent, *La transición metodológica en las aulas universitarias: ¿Una necesidad?*, IV Congreso Intenacional Virtual de Educación, 9-19 de febrero de 2004, CiberEduca.com.
- [3] Juana María Sancho Gil, *En busca de respuestas para las necesidades educativas de la sociedad actual. Una perspectiva transdisciplinar de la tecnología*, artículo publicado en *Fuentes*, n. 4, julio 2003.
- [4] José Antonio Montero, Elisa Martínez, Jose Antonio Morán, *ALGTEC: Un complemento a la enseñanza del álgebra lineal en carreras de ingeniería de telecomunicaciones*, Virtual Educa, Valencia, junio 2002.
- [5] Joan Gómez Urgellés, *L'altra cara de les matemàtiques*, Col·lecció el Cep i la Nansa, Vilanova i la Geltrú, 2000.
- [6] Maria Salamó, Joan Camps, Carles Vallespí, David Vernet, Xavier Llorà, Esther Bernadó, Josep Maria Garrell, Xavier González, *Iniciativas para motivar a los alumnos de Programación*, Actas de las VII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU1 2001), páginas 329 a 334, marzo 2001.
- [7] José A. Montero, José A. Moran, Elisa Martínez, *Evaluación continua. Experiencia llevada a cabo en la asignatura de álgebra lineal en Ingeniería la Salle*, Congreso de la RED-U, Castellón de la Plana, febrero 2003.
- [8] Xavier Canaleta, David Vernet, *Propuesta de créditos ECTS para la asignatura de Programación de primer curso de Ingeniería*, Actas del JENU1'2004, X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, (en impresión), 2004.