

USO DE SISTEMAS INTELIGENTES COMO ELEMENTO DIDACTICO INNOVADOR EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERIA EN COMPUTACION

Luis A. Caro S.¹, Oriel A. Herrera G.²

Abstract — En el área de Ingeniería en Computación se están produciendo cambios y tendencias que obligan a los ingenieros a ser más creativos e innovadores. El mercado demanda ingenieros con mayor capacidad de análisis, con un perfil integrador y con capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios. La ciencia básica aporta a los estudiantes un fuerte componente teórico, el que, muchas veces, se encuentra alejado de una contextualización en aplicaciones útiles y prácticas. Hemos usado los Sistemas Inteligentes basados en robots y microcontroladores como un elemento didáctico de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje. El artículo presenta la experiencia de uso de esta didáctica y sus resultados en alumnos de ingeniería en informática. Los estudiantes han aplicado sus conocimientos de manera más creativa e innovadora potenciando su capacidad de trabajo en equipo. Como próximo paso, estamos trabajando en formalizar un modelo pedagógico de contextualización e integración de la ciencia básica con estos elementos.

Index Terms — Contextualización, Educación en Ingeniería, Elemento Innovador, Sistemas Inteligentes, Trabajo en Equipo.

1. INTRODUCCIÓN

¿Hasta dónde sirve un conocimiento? Cuando deja de ser útil. Esta es una afirmación que todo ingeniero la ha experimentado en cualquier actividad donde tenga que trabajar con elementos hardware y software. Es importante el conocimiento y la teoría que permiten modelar el mundo que nos rodea. Pero una teoría o conocimiento que no pueda ser aplicada a dar solución a problemas de ingeniería, de cualquier ámbito, no sirve de mucho. Esto es aún más válido en el área de la ingeniería en computación e informática, en donde se trabaja con lenguajes computacionales, dispositivos digitales, robótica, transmisión de datos, etc., que rápidamente se vuelven obsoletos y que obligan estar al día en los avances de nuevas herramientas.

Hoy en día el ingeniero no sólo debe dominar, comprender y entender distintas teorías y materias de su área, sino que debe tener la capacidad de aplicarlas para dar soluciones a problemas concretos. Al ingeniero se le mide por la capacidad de dar soluciones creativas/innovadoras eficientes a los problemas de su área. La capacidad de trabajo en equipo es un elemento clave que se espera posean los ingenieros.

Bajo este escenario, nos encontramos con el desafío de formar a ingenieros que sean más creativos, con una clara capacidad analítica en la búsqueda de soluciones a problemas de manera eficiente e innovadora y que cuenten con un perfil integrador junto a equipos de trabajo multidisciplinarios.

En la Escuela de Informática de la Universidad Católica de Temuco estamos formando a ingenieros en informática bajo un modelo pedagógico experimental que recién esta siendo aplicado en la asignatura de “Sistemas Inteligentes”, la cual tiene una alta demanda por los alumnos de la carrera. A corto plazo queremos integrar en este modelo pedagógico a alumnos de otras áreas, los cuales actuando como un equipo de trabajo multidisciplinario enfrenten y apliquen sus conocimientos a la generación de soluciones creativas e innovadoras en la solución a problemas de ingeniería.

Así, el presente artículo describe nuestra experiencia en la aplicación de este modelo pedagógico experimental y en una primera conceptualización del modelo, el cual a corto plazo se integrará en la malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil Informática de la Universidad Católica de Temuco en Chile [1].

2. PROBLEMÁTICA ACTUAL EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA

La educación superior en ingeniería se puede ver como un sistema complejo, que ha sido abordado por un modelo tradicional que presenta diversos problemas. Algunos autores resumen estos problemas en los siguientes [2]:

- Clases expositivas, en donde el profesor es el principal actor de la clase con poca o nula participación del alumno.
- Visión reduccionista en el planteamiento y solución de los problemas del área, en vez de una visión holística.
- Trabajo individual y ausencia de equipos multidisciplinarios.
- Actitud crítica y creativa mínima por parte de los alumnos.

Nuestra Universidad, Facultad y Escuela no están ajenos a esta desfavorable situación. Los problemas se manifiestan durante los años de estudios en donde los alumnos son sometidos a la clásica enseñanza de ciencias básicas y de ingeniería, con una clara ausencia de integración y contextualización de los contenidos de sus asignaturas. Situación por lo demás preocupante si consideramos que el

¹ Luis A. Caro S., Escuela de Informática, Universidad Católica de Temuco, lcaro@uct.cl

² Oriel A. Herrera G., Escuela de Informática, Universidad Católica de Temuco, oherrera@uct.cl

mercado profesional demanda profesionales con un perfil integrador y con capacidad de desarrollar trabajos en equipos multidisciplinarios.

3. MODELO PEDAGÓGICO

Una de las inquietudes que manifiestan los alumnos es la falta de aplicación real y práctica de los contenidos de sus asignaturas, los cuales no están contextualizados en un escenario adecuado, terminando el semestre sin vislumbrar el objetivo por el cual las cursaban.

Para satisfacer esta inquietud, hemos introducido un componente metodológico, el cual apoya la integración y contextualización de los contenidos de las asignaturas en proyectos concretos, que hace uso intensivo de elementos didácticos que apoyan el proceso de enseñanza aprendizaje. La figura 1 muestra de modo general el modelo utilizado.



FIGURA 1.

MODELO DE USO DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES COMO ELEMENTOS DIDÁCTICOS INNOVADORES EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

Elemento clave en este modelo es el uso de los sistemas inteligentes basados en robots y microcontroladores. Estos elementos, que se orientan a didácticas netamente prácticas, aportan una riqueza conceptual teórica en diversos campos de la ingeniería.

El modelo pedagógico está compuesto por tres componentes: Teoría, Contextualización, Integración, los cuales interactúan entre sí. El componente teórico aporta los conocimientos desde una visión reduccionista, mediante el entendimiento y aplicación de las leyes globales que modelan y explican el mundo que los alumnos perciben. El componente Contextualizador permite aplicar estas leyes y conocimientos teóricos en un escenario real y tangible, el cual mediante el uso de robots, los alumnos adquieren una visión más holística del problema a solucionar. El componente Integrador incorpora en el análisis y diseño de la solución del problema un escenario de trabajo en equipo, en donde la interacción social, la cual facilita y apoya la especialización, permite una dinámica más rica en soluciones de equipo, más que soluciones individuales.

La dinámica que sustenta la aplicación del modelo se basa en nueve etapas:

- *Selección:* Antes de la inscripción de la asignatura, los alumnos son sometidos a una entrevista con el profesor

para determinar sus reales motivaciones y si cumplen con los requisitos mínimos. Esta etapa es opcional, y aplicable sólo a cursos optativos.

- *Presentación metodológica:* Una vez que se han seleccionado los alumnos, se hace entrega del programa de la asignatura y se explican las reglas de trabajo, los proyectos y los criterios de evaluación. Se deja en claro la metodología de trabajo y la dinámica del curso.
- *Enseñanza de Herramientas:* Se capacita a los alumnos en el uso de los elementos de sistemas inteligentes que se aplicarán a la asignatura. En los proyectos a realizar se utilizan los lenguajes de programación NQC [3] y PBasic[4], los cuales se explican con ejemplos prácticos y aclarando dudas de configuración e instalación.
- *Conformación de Grupos:* Se motiva al curso en la creación de los grupos de trabajo de tres o cuatro integrantes como máximo. Los alumnos tienen plena libertad para integrarse según sus afinidades.
- *Asignación de Proyectos:* Cada grupo recibirá un proyecto a desarrollar, definido previamente por los profesores. Los proyectos contemplan dos aspectos básicos: hacen uso de sistemas inteligentes y tienen un fuerte componente teórico. Se hace entrega a los alumnos de los Kit de Robótica, Micro Controladores y Manuales que serán necesarios para cada proyecto en particular. Se establece también las fechas de inicio, término y avances de los proyectos.
- *División de tareas:* Los alumnos son motivados a trabajar en equipos y ellos mismos definen las distintas tareas a realizar para la implementación de los proyectos. Trabajan con una lista de tareas.
- *Asignación de Roles:* Los alumnos, según sus preferencias y habilidades, asumen los roles en el desarrollo de los proyectos. Tienen plena libertad en el accionar de esta actividad, siempre guiados por los profesores y monitores correspondientes.
- *Desarrollo del Proyecto:* Los alumnos asisten a los laboratorios en un horario flexible y trabajan en el desarrollo de los proyectos.
- *Presentación:* Los alumnos entregan el documento final, realizan la exposición del proyecto asignado y exponen sus conclusiones. Cada presentación debe incluir un desarrollo teórico y su contextualización en una situación real.

Para el éxito en el desarrollo de los proyectos, los alumnos están siempre apoyados por sus profesores y monitores, como se explica en la siguiente sección. Nos hemos dado cuenta que los alumnos, una vez comenzado los proyectos, empiezan a especializarse en las áreas de su interés, sintiéndose muy motivados por aprender, asignándose roles bien definidos según sus cualidades y preferencias. El sentirse los principales actores de sus proyectos los hace entender y comprometerse de mejor manera en la búsqueda de soluciones más creativas.

4. ACTORES DEL MODELO

El modelo contempla la participación de diversos actores: los profesores, los alumnos, los monitores en el tema de sistemas inteligentes, los monitores en aspectos teóricos propios del curso. La figura 2 nos muestra la estructura e interacción de los actores del modelo.

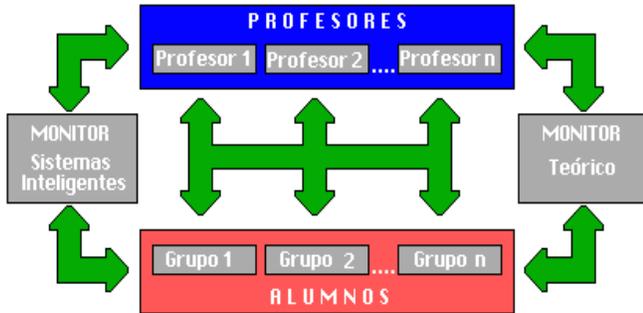


FIGURA 2

ESTRUCTURA E INTERACCIÓN DE LOS ACTORES DEL MODELO

Los *profesores* (que en la mayoría de los casos es sólo uno), son los responsables directos del curso. Estos deben planificar la introducción de los sistemas inteligentes al contexto propio del curso. Su participación más relevante y crítica es la definición de los proyectos grupales que contextualicen los contenidos teóricos del curso en elementos concretos.

El *monitor en sistemas inteligentes* juega un rol muy importante. Será el apoyo directo a los profesores cuando éstos no posean los conocimientos en el área de los sistemas inteligentes. Bajo este escenario, participará como apoyo a los profesores en la definición de los proyectos grupales. Además, tendrá participación directa en las instancias de capacitación de los alumnos en los temas de sistemas inteligentes. Cumple también una función de asistencia permanente a los grupos, en sus proyectos.

El *monitor en aspectos teóricos*, es el ayudante en las temáticas propias del curso. Es el clásico ayudante en los modelos tradicionales de enseñanza.

Para los *alumnos* se adopta la modalidad de trabajo grupal. Estos adquieren un rol protagónico siendo actores proactivos en el desarrollo e implementación de los proyectos asignados.

El modelo se puede extender a escenarios de trabajo multidisciplinarios, donde los grupos de trabajo tendrán participación de alumnos de distintas disciplinas. Para ello, es posible incorporar monitores para cada una de las disciplinas involucradas.

5. NUESTRA EXPERIENCIA

En el primer semestre del año 2001 se incorporó en la malla curricular de la carrera de Ingeniería de Ejecución en Informática la asignatura *Robótica e Interfaces Digitales con el Computador*, una asignatura de carácter electivo, la cual sería dictada a los alumnos de tercer año. Producto de esta

nueva asignatura, se implementó un laboratorio de Robótica y MicroControladores, el cual cuenta con computadores actualizados, Kit de robótica Lego, de la línea MindStorms Robotic Systems, sistemas de desarrollo y experimentación de MicroControladores StampBasic 2SX, módulos de transmisión de datos, módulos de memorias, MicroControladores con Java embebido “Javelin” de Parallaxinc y un conjunto de elementos complementarios que permiten a los alumnos desarrollar y probar sus experimentos.

En el desarrollo de esta asignatura en el primer semestre del 2002, se aplicó el modelo antes planteado, siguiendo las distintas etapas antes señaladas:

- *Selección:* Muchos alumnos postularon a la asignatura, los cuales fueron entrevistados por el profesor, con dos propósitos. Primero, ver su motivación frente a un curso de estas características. Y segundo, verificar que cumplieran con los requisitos de formación; en este caso, poseer algún dominio de los lenguajes de programación clásicos, tales como Pascal y C/C++. Se seleccionaron doce alumnos.
- *Presentación metodológica:* Los alumnos seleccionados ya tenían un grado de acercamiento a la dinámica de funcionamiento del curso. Ahora, formalmente se les entregó el programa de la asignatura, explicando su contenido, aclarando todas las inquietudes planteadas, y dando a conocer los proyectos a realizar y la forma de evaluación. También se les dio a conocer el protocolo de trabajo e interacción con el profesor y los monitores.
- *Enseñanza de Herramientas:* Se asignaron los computadores y se instalaron las herramientas de desarrollo. Se hizo participe de esta actividad el monitor especialista, quien capacitó a los alumnos en el uso de la tecnología de sistemas inteligentes.
- *Conformación de Grupos:* Se conformaron cuatro grupos de tres alumnos cada uno. Su constitución se hizo sin la participación del profesor.
- *Asignación de Proyectos:* A cada grupo se le asignó un proyecto de las respectivas áreas: Robótica, Micro Controladores e Internet. El área de robótica contempló el diseño y programación de robots Lego, en su modalidad de robot sigue caminos, robot con sensores IR y de tacto, robot de combate *sumo*, robot busca objetos y soccer robot. La figura 3 muestra el diseño de soccer robots. En el área de MicroControladores se diseñaron y programaron microcontroladores conectados a interfaces analógicas/digitales con el computador, usando transmisión de datos por radio frecuencia. Esta tecnología se muestra en la figura 4. Finalmente, en el área de MicroControladores e Internet se diseñaron robots usando microcontroladores controlados a través de Internet, mediante CGI en lenguaje C/C++ , y controlados también mediante PDA. La figura 5 muestra esta tecnología.

- *División de tareas:* Los alumnos tuvieron libertad de organizarse en la asignación de las tareas a realizar durante el desarrollo de los proyectos. El profesor y los monitores controlaban la equidad en cuanto a la carga e trabajo de cada alumno.

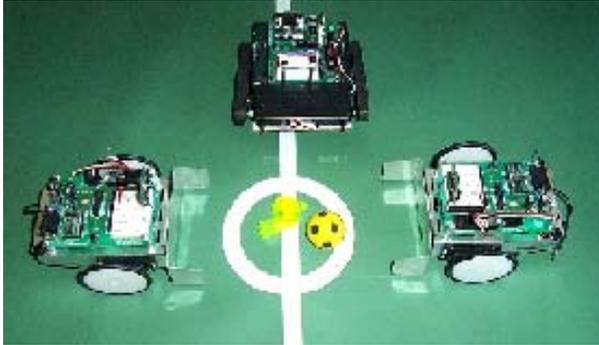


FIGURA 3.
PROYECTO DE SOCCER ROBOTS



FIGURA 4.
TECNOLOGÍA DE MICROCONTROLADORES CONECTADOS A INTERFACES ANALÓGICAS/DIGITALES CON EL COMPUTADOR, USANDO TRANSMISIÓN DE DATOS POR RADIO FRECUENCIA



FIGURA 5.
TECNOLOGÍA DE MICROCONTROLADORES CONTROLADOS POR INTERNET Y PDAS

- *Asignación de Roles:* Cada grupo definió y manejo de manera libre la asignación de los roles y las funciones de sus integrantes. Surgieron líderes naturales en cada grupo, quienes eran los interlocutores principales con los monitores y el profesor.
- *Desarrollo del Proyecto:* En el desarrollo de los proyectos los alumnos trabajaron con mucho entusiasmo y se vio una sana competencia entre los grupos, los cuales trabajaron con mucha creatividad. El profesor y los monitores guiaban el avance de los proyectos en base al cumplimiento de las fechas establecidas.
- *Presentación:* Los grupos realizaron durante el semestre tres presentaciones, en donde dieron a conocer cómo desarrollaron los proyectos, los problemas que se presentaron, la forma en que abordaron las soluciones a los problemas, además de las conclusiones finales contextualizadas a la teoría aplicada.

5. PRÓXIMOS PASOS

La aplicación de este modelo en la asignatura de ‘Sistemas Inteligentes’ se encuentra en una etapa experimental y de estudio. Nos hemos dado cuenta que los alumnos aprenden de mejor manera los contenidos y se motivan en la generación de soluciones más creativa. Actualmente estamos trabajando en formalizar la aplicación de este modelo pedagógico en otras asignaturas, en áreas no tan cercanas a la tecnología. Específicamente, se está trabajando en la implementación del modelo en asignaturas de las ciencias físicas. También, a mediano plazo, se explorará la aplicación del modelo a grupos interdisciplinarios. Por ejemplo, incorporar alumnos de áreas sociales, psicología, diseño, etc., cada uno aportando desde su perspectiva profesional.

6. CONCLUSIONES

En la aplicación de este modelo hemos percibido dos resultados concretos. Primero, el uso de Robot y MicroControladores (Sistemas Inteligentes) apoyan y facilitan la contextualización y refuerzan lo aprendido en la teoría, permitiendo a los alumnos una experimentación directa con estos elementos didácticos. Segundo, los proyectos asignados a los alumnos, desarrollados en equipos de trabajo y relacionados con problemas reales y específicos (escenario apropiado), apoyan la generación de nuevas ideas, la creatividad, la autocrítica y refuerzan el proceso de enseñanza aprendizaje.

Los alumnos logran terminar con éxito los proyectos asignados, aprenden a trabajar en equipos, comparten ideas, buscan y generan soluciones más creativas y se divierten al trabajar con Robot.

El hecho de que los alumnos planteen sus propias conclusiones, los hace más analíticos y defienden sus planteamientos con fundamentos teóricos prácticos, los cuales han sido contextualizados mediante una didáctica innovadora e integradora.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Escuela de Informática, Universidad Católica de Temuco, "Proyecto de carrera de Ingeniería Civil Informática", *Documento Presentado a la Comisión de Autorregulación Concordada para la aprobación de la Carrera de Ingeniería Civil Informática en la Universidad Católica de Temuco, Chile*, abril de 2002.
- [2] Randall D. Beer, Hillel J. Chiel, y Richard F. Drushel, "Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering", *Communications of the ACM*, June 1999, vol 42, number 6, pp 85-92.
- [3] Mark Overmars, "Programando Robots Lego usando NQC version 3.03", 1999.
- [4] Joe Johnson, "Practical Pbasic Programming", 2001, <http://www.parallaxinc.com>