

Estrategias para el desarrollo de competencias y pensamiento complejo en el aula: Grupo de Ingeniería. Experiencia en el curso IE-1009 Sistemas en Tiempo Discreto

Ismael Mazón



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



innova**CESAL**



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
Proyecto coordinado por
la Universidad Veracruzana,
México

2010



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea



Universidad Veracruzana

Proyecto coordinado
por la Universidad Veracruzana,
México

«La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso refleja los puntos de vista de la Unión Europea».



Esta obra está bajo la licencia de Reconocimiento-No comercial – Sin trabajos derivados 2.5 de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente, siempre que indique su autor y la cita bibliográfica; no la utilice para fines comerciales; y no haga con ella obra derivada.

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS Y PENSAMIENTO COMPLEJO EN EL AULA: GRUPO DE INGENIERÍA.¹

EXPERIENCIA EN EL CURSO

IE-1009 SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.

*ISMAEL MAZÓN***

Octubre de 2010

¹ Trabajo desarrollado comoproducto de la participación en el Proyecto InnovaCesal cofinanciado por el Programa ALFA III de la Unión Europea

Resumen: En este curso se desarrollan actividades que procuran desarrollar en los estudiantes habilidades de trabajo en grupo, aprendizaje por sí mismos y presentación oral de resultados. Los estudiantes deben integrar conceptos previos de cursos de control automático, matemáticas, análisis de sistemas y programación a los nuevos conceptos de sistemas muestreados adquiridos en este curso.

En las prácticas que los estudiantes desarrollan en clase trabajan en grupo. Deben hacer suposiciones, ajustar parámetros y aplicar sus propios criterios para resolver problemas de análisis y diseño de sistemas de control en tiempo discreto. Los estudiantes resuelven un problema en clase durante media hora a cuarenta y cinco minutos. Una vez resuelto un estudiante pasa a resolver el problema en la pizarra. Cada problema intenta ser una experiencia que integre conceptos vistos en esa lección y en lecciones anteriores. La solución del problema puede incluir conceptos estudiado en cursos anteriores.

Resulta importante considerar que los desafíos contextuales se convierten en una tarea para las universidades, de tal forma que la educación superior responda a las exigencias de su pertinencia, para ello se requiere otorgar alta importancia al aprendizaje por sí mismos y con apoyo de sus pares (6x4, UEALC, 2005)

Por otra parte, y en coherencia con el curso objeto de estudio, dentro de los enfoques investigativos Gros nos indica que “el enfoque participativo está centrado en el análisis de las prácticas de los participantes (profesores, estudiantes, etc)” (2007, p.9)

Características generales del curso.

CURSO: SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO

DURACIÓN: 16 SEMANAS, DEL 8 DE MARZO AL 3 DE JULIO DEL 2010

CICLO ACADÉMICO: V AÑO

TIPO DE CICLO: SEMESTRAL

DOCENTE RESPONSABLE: ISMAEL MAZON

SITUACIÓN IDENTIFICADA:

DESARROLLO DE HABILIDADES DE APRENDIZAJE EN GRUPO Y EXPOSICIÓN ORAL DE RESULTADOS COMO PARTE DE LAS ACTIVIDADES DEL CURSO.

Palabras clave: aprendizaje; grupos de estudio; control automático.

INTRODUCCIÓN.

La experiencia se realizó en el curso IE-1009 Sistemas en Tiempo Discreto de la Universidad de Costa. El curso consta de 16 semanas y se imparte todos los semestres. Se inscribieron 31 estudiantes y finalizaron el curso 27 estudiantes. Aprobaron el curso 26 estudiantes.

Los estudiantes de este curso son de quinto año de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Costa Rica. El curso se fundamenta en conceptos adquiridos en varios cursos previos (Matemática Superior, Control Automático, Análisis de Sistemas, Modelado de Sistemas, Laboratorio de Control Automático). En este curso se incorporan nuevos conceptos de muestreo, control muestreado, diseño de controladores digitales, ajuste de controladores y simulación de sistemas en tiempo discreto.

†† Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Los estudiantes de este curso son alumnos avanzados de la carrera, que ya poseen competencias para elaborar informes de investigación y que están iniciando su trabajo de investigación de fin de carrera. No obstante es importante continuar enfatizando la necesidad de potenciar la competencia del trabajo en grupo y la presentación de resultados de sus trabajos de investigación.

Las actividades del curso son:

- Clases magistrales.
- Solución en grupo de problemas en el aula.
- Tareas (10)
- Trabajos de investigación (3)
- Exámenes parciales (3)

Como parte de las actividades del curso se desea desarrollar experiencias que **les permitan a los estudiantes integrar las competencias previas al curso a las nuevas competencias de una manera progresiva a lo largo del curso.**

MARCO DE REFERENCIA

ESTRATEGIA DE MEDIACIÓN. (EJEMPLOS RESUELTOS, DEMOSTRACIONES, AYUDAS, APOYOS, ENTRE OTROS)

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA.

El profesor expone magistralmente un conjunto de temas. Esta exposición se realiza en el pizarrón en forma tradicional.

Los estudiantes cuentan con la materia impresa y una bibliografía de referencia desde el principio del curso de modo que tienen a mano el material visto a lo largo del curso, el que se verá y referencias en las que puede ampliar la materia.

El profesor presenta un problema escogido que puede incluir conceptos de cursos anteriores y que complementa la materia vista en esta lección con materia previamente vista en el curso.

Los estudiantes forman grupos de no más de cuatro estudiantes por grupo y resuelven el problema durante aproximadamente media hora a cuarenta y cinco minutos.

Los problemas incluyen cálculos, dibujos y criterios propios.

Un estudiante de uno de los grupos expone en la pizarra la solución. Se les pide que expongan con claridad la solución y los demás estudiantes comentan y critican la solución. Si algún estudiante de otro grupo tiene una solución diferente o un método de solución diferente se le motiva a exponerlo.

El profesor actúa como un guía en todo momento, propiciando la discusión y diálogo. Interviene con propuestas en caso necesario, sin embargo la iniciativa la deben tener los estudiantes.

EXPLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA.

Se pretende reforzar el conocimiento en los temas de curso mediante un trabajo sistemática y guiado del profesor a los estudiantes. Este trabajo se realiza en el aula. Los estudiantes trabajan en grupo en problemas, escogidos por el profesor, que integran la materia que ha sido

impartida previamente, en esa misma clase y en clases anteriores. Los estudiantes tienen el material de clase impreso.

El propósito es que los estudiantes potencien la competencia del trabajo en grupo, de forma que puedan aclarar sus propias dudas en su propio lenguaje, que el profesor actúe como un guía a lo largo de la solución del problema. También se propicia la competencia de exponer en público los resultados, defenderlos y discutirlos y, con base en este proceso, que aprendan satisfactoriamente la materia en cuestión.

APRENDIZAJES QUE SE PROMUEVEN POR EL USO DE ESTE TIPO DE ESTRATEGIAS.

- Conocimientos en los temas abordados en el curso, su integración con la temática general y su aplicación a casos particulares de problemas de ingeniería.
- Potencia la competencia de trabajo en grupo.
- Potenciar la competencia de exposición oral, defensa de resultados y diálogo en público.

RECOMENDACIONES PARA SU USO.

- Escoger correctamente los problemas a resolverlos de modo que sean experiencias que les permitan a los estudiantes comprender ampliamente la temática vista y que se involucren en el proceso de aprendizaje.
- Motivar a dejar de lado el trabajo individual y que comprendan que el trabajo en grupo es una forma de autoayuda.
- Motivar a los estudiantes a la discusión en público de los resultados obtenidos.
- Llevar el control de los estudiantes que han presentado oralmente los resultados y eliminar la posibilidad de que sean siempre las mismas personas quienes exponen.
- Motivar a los estudiantes tímidos a superar su limitación.

LIMITACIONES QUE PRESENTA.

- El tiempo es una limitación importante. Debe haber un equilibrio en el tiempo dedicado a la solución de un problema y la necesidad de cubrir apropiadamente la temática del curso. Deben ser experiencias de media hora, máximo cuarenta y cinco minutos, para cursos de cinco horas por semana.
- Hay estudiantes que les da "terror" exponer en público. Debe plantearse una estrategia para ellos con el fin de que superen esta limitación. La mejor forma es impedir la burla, la discusión acalorada y generar un ambiente en el que todos puedan hablar sin limitaciones.

Experiencia en el curso Sistemas en tiempo discreto IE-1009.

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica.

Universidad de Costa Rica.

Se plantea el siguiente problema:

Sobre un sistema con un modelo conocido de la forma:

$$y(k) + 0.6 y(k-1) = u(k-1) + 0.5 u(k-2)$$

donde $y(k)$, $u(k)$ son la salida y la entrada en el instante k , respectivamente. Se aplica una Secuencia pseudo aleatoria binaria de largo 7 y se toman 10 muestras entrada salida. A partir de estas muestras se desea identificar los parámetros de dicho sistema considerando un modelo propuesto de la forma:

$$y(k) + ay(k-1) = b_0 u(k-1) + b_1 u(k-2)$$

mediante el método de mínimos cuadrados recursivo y luego mediante el método de mínimos cuadrados fuera de línea.

ESTRATEGIA DE DISEÑO Y ELABORACIÓN DE PROYECTOS.

A lo largo del curso se desarrollan tres proyectos de investigación cuya complejidad va avanzando conforme avanza el curso. El propósito es que los estudiantes resuelvan problemas de control en tiempo discreto haciendo un trabajo de investigación que involucra pruebas, simulaciones, presentación de informe y discusión oral de los resultados.

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA.

Se presenta un problema a resolver que implica completar varias fases.

- El problema es planteado por el profesor y discutido con los estudiantes. Se da un plazo de cuatro semanas para concluir dicho trabajo.
- El problema es abierto, puede ser resuelto mediante diferentes abordajes y los estudiantes deben hacer suposiciones, que deben justificar, sobre la escogencia de algunos parámetros y suposiciones de operación del sistema.
- Debido a que los estudiantes pueden deben decidir, con criterio, sobre el valor de algunos parámetros las soluciones no son únicas.

- Los estudiantes se organizan en grupos de no más de cuatro por grupo y abordan la investigación en grupo.
- Los estudiantes deben hacer una investigación en diferentes fuentes bibliográficas, con el fin de hacer el planteamiento teórico de la solución del problema.
- Una vez hecho el planteamiento teórico deben hacer simulaciones utilizando Simulink® (herramienta de simulación de procesos).
- Deben evaluar y discutir sobre los resultados obtenidos. Estos deben coincidir con lo esperado teórica y empíricamente.
- Una vez solucionado el problema deben elaborar un informe. Este informe deben hacerlo individualmente (no en grupo) y debe tener las siguientes secciones: Introducción, objetivos generales y específicos, planteamiento del problema y metodología de solución, resultados obtenidos y su discusión, conclusiones y recomendaciones, bibliografía.
- Un miembro del grupo debe exponer ante la clase y durante quince minutos los resultados obtenidos por su grupo.

EXPLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA.

Se pretende reforzar el conocimiento en los temas de curso mediante un trabajo sistemático realizado por el estudiante. Este trabajo se realiza fuera del aula. Los estudiantes trabajan en grupo en un problema de investigación, escogidos por el profesor, que integra la materia que ha sido impartida previamente a lo largo del curso y de cursos anteriores. Los estudiantes deben hacer una investigación en diferentes fuentes bibliográficas, deben hacer el planteamiento teórico de la solución del problema, hacer simulaciones y tomar decisiones con base en el resultado obtenido y previo al estudio experimental.

El propósito es que los estudiantes potencien la competencia del trabajo en grupo, de forma que puedan aclarar sus propias dudas en su propio lenguaje, que ellos mismos sean sus propios en grupo sean sus propios guías y que interioricen la materia estudiada. También se propicia la competencia de exponer en público los resultados, defenderlos y discutirlos y presentarlos en forma escrita tal y como se acostumbra en un informe de investigación.

APRENDIZAJES QUE SE PROMUEVEN POR EL USO DE ESTE TIPO DE ESTRATEGIAS.

- Conocimientos en los temas abordados en el curso, su integración con la temática general y su aplicación a casos particulares de problemas de ingeniería.
- Potencia la competencia de trabajo en grupo y presentación escrita de los resultados de la investigación.
- Potenciar la competencia de exposición oral, defensa de resultados y diálogo en público.

RECOMENDACIONES PARA SU USO.

- Escoger correctamente los problemas a resolver por los estudiantes de modo que sean experiencias que les permitan comprender ampliamente la temática vista y que se involucren en el proceso de aprendizaje.
- Motivar a dejar de lado el trabajo individual y que comprendan que el trabajo en grupo es una forma de autoayuda.

- Motivar a los estudiantes a la discusión en público de los resultados obtenidos y a su presentación escrita.
- Impedir las malas prácticas en las que, por ejemplo una persona resuelve el problema de todos sin; o copias entre otros. Deben motivarse los aspectos éticos y de ejercicio profesional para evitar estas situaciones.

LIMITACIONES QUE PRESENTA.

- El tiempo es una limitación importante. Debe haber un equilibrio en el tiempo dedicado a la solución de un problema y la necesidad de cubrir apropiadamente la temática del curso. Deben ser experiencias con resultados que puedan completarse en cuatro semanas e impedir que alguna fase de la solución del problema impida continuar con el resto de las fases.
- Los estudiantes deben tener claro que una parte importante de la solución del problema es su presentación por escrito y su presentación oral.

Experiencia en el curso Sistemas en tiempo discreto IE-1009.

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica.

Universidad de Costa Rica.

Se plantea el siguiente problema:

Ajuste de controladores PID discretos.

Se presenta un proceso con una curva de reacción del tipo:

$$H(s) = K e^{-s\theta} / (1 + T s) = Y(s) / U(s)$$

Y(s) es la transformada de Laplace de la salida

U(s) es la transformada de Laplace de la entrada.

Los parámetros de la planta (K, θ , T) pueden variar con respecto al tiempo

Se pide ajustar un controlador PID discreto de forma que la integral del valor absoluto del error sea mínima. Deben escoger apropiadamente el período de muestreo y hacer las simulaciones correspondientes variando los parámetros de la planta pero dejando fijos los parámetros del controlador.

Se les pide hacer un estudio sobre los temas que se están investigando a nivel mundial en controladores PID digitales.

Durante el primer semestre del 2010 matricularon el curso 32 estudiantes y aprobaron el curso 26 estudiantes (81.25). De los estudiantes que no aprobaron el curso, uno nunca asistió, 3

asistieron solo a un 25% de curso (no volvieron luego del primer mes), uno asistió a alrededor de la mitad del curso y uno hizo todos los exámenes parciales (con muy bajo promedio) pero no completó el resto de las actividades del curso.

La evolución de los estudiantes a lo largo del curso en cuanto a trabajo en grupo y presentación de resultados fue positiva. Al principio les costaba formar los grupos y había una preferencia por el trabajo individual, conforme avanzó el semestre la disposición al trabajo en grupo fue más inmediata. Así mismo las presentaciones orales al principio del curso se limitaban a resolver el problema sin dar mucha explicación y conforme el curso avanzó los estudiantes fueron logrando un mejor desenvolvimiento.

REFERENCIAS

6 x 4, UEALC (2005). *Primer Seminario Internacional de Seguimiento*. Memoria. Colombia.

Celis, Jorge y Gómez, Víctor. (s.f.). *Factores de innovación curricular y académica en la educación superior*. Recuperado el 01 de agosto de 2008, de <http://www.rieoei.org/deloslectores/773Gomez.PDF>

Docentes proyecto Mecesus ULA0201 (2007). Documento base para la reforma curricular de las carreras profesionales de la Universidad de Los Lagos. Recuperado el 01 de agosto de 2008, de: [http://www.cedus.cl/files/Documento%20Base%20Reforma%20Curricular%20con%20bib\[1\].pdf](http://www.cedus.cl/files/Documento%20Base%20Reforma%20Curricular%20con%20bib[1].pdf)

Escotet, Miguel Ángel, Goñi, Iván José y Vila, Aurelio (2007). *Modelo de innovación de la educación superior*. España: Ediciones Mensajero, S.A.U.

Gurutze, Miren, Velasco, Eva y Zamanillo, Ivon (2006). *Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación*. Recuperado el 10 de julio de 2008, de: http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2499438&orden=0

Healey, Mick, Jenkis, Alan, Zeter, Róger (2007). *Linking teaching and research in disciplines and departments*. Recuperado el 14 de junio de 2010 de: www.heacademy.ac.uk/.../LinkingTeachingAndResearch_April07.pdf

Sancho, G. M. (2008). Innovación Curricular en la Universidad: enfoques y gestión. *Congreso Nacional de Gestión Curricular en la Educación Universitaria* (págs. 1-25). San José: CONAGECU.

Nieto, Luz María (2002). *La dimensión ambiental como elemento de la innovación curricular*. Recuperado el 01 de agosto de 2008, de: <http://ambiental.uaslp.mx/docs/LMNC-PP-0210-InnovEducAmb.pdf>

Salvat, B. G. (Núm. 1, 2007). Tendencias actuales de la Investigación en Docencia Universitaria. *Revista d'Educació Superior en Farmàcia*, 1-13.

Zabalza, Miguel A. (2003). *Currículo Universitario Innovador. ¿Nuevos planes de estudio en moldes y costumbres viejas?* Recuperado el 01 de agosto de 2008, de: <http://www.upv.es/europa/doc/Articulo%20Zabalza.pdf>