

(C-209)

**EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS PARA LA
ASIGNATURA DE "SISTEMAS DE COGENERACIÓN"
COMO MODELO FLEXIBLE DE INTEGRACIÓN DE
COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

Luis M. López Ochoa

César García Lozano

Álvaro Navarro Calderón

Luis M. López González



(C-209) EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS PARA LA ASIGNATURA DE "SISTEMAS DE COGENERACIÓN" COMO MODELO FLEXIBLE DE INTEGRACIÓN DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Luis M. López Ochoa, César García Lozano, Álvaro Navarro Calderón, Luis M. López González

Afiliación Institucional: Universidad de La Rioja. ETS de Ingeniería Industrial. C/Luis de Ulloa,20. Logroño

Indique uno o varios de los siete Temas de Interés Didáctico: (Poner x entre los [])

- Metodologías didácticas, elaboraciones de guías, planificaciones y materiales adaptados al EEES.
- Actividades para el desarrollo de trabajo en grupos, seguimiento del aprendizaje colaborativo y experiencias en tutorías.
- Desarrollo de contenidos multimedia, espacios virtuales de enseñanza- aprendizaje y redes sociales.
- Planificación e implantación de docencia en otros idiomas.
- Sistemas de coordinación y estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollo de las competencias profesionales mediante la experiencia en el aula y la investigación científica.
- Evaluación de competencias.

Resumen.

Los actuales alumnos de las diversas carreras de Ingeniería están inmersos en una serie de cambios en los estudios que deben afrontar con solvencia, eficacia, seguridad y garantía para incorporarse a la sociedad del siglo XXI. Por ello, se hace necesario formar a los futuros profesionales, no sólo en las competencias técnicas, sino también familiarizarlos con una forma de trabajo propia de los tiempos que nos toca vivir.

Es muy difícil pensar en una empresa cualquiera en la que no exista una organización del trabajo segmentada: departamentos, secciones, áreas, etc. En tales casos, el éxito vendrá dado tanto por la eficiencia de cada una de las partes como por la eficiencia del conjunto como un todo.

El aprendizaje basado en proyectos para la asignatura de "Sistemas de Cogeneración" como modelo flexible de integración de competencias transversales es una aportación como modelo para mostrar a los profesores de otras asignaturas similares una alternativa flexible que permita integrar diferentes y variadas competencias genéricas, según sea el caso, sin realizar cambios drásticos en la programación.

Keywords: Aprendizaje basado en proyectos, Ingeniería Industrial, EEES, Sistemas de Cogeneración

Abstract.

Nowadays, engineering students face a number of changes in their degrees which they must confront with determination, efficiency and self-assurance in order to join the society of the XXI century. Therefore, it is necessary to train future professionals not only in technical skills but also in a working methodology in keeping with the times we live in.

It is very difficult to think of any company in which there is no segmented job organization: departments, sections, units, etc. In such cases, success will be as much the result of the efficiency of each of the parties as of the efficiency of the team as a whole.

The project-based learning implemented for the "Cogeneration Systems" course as a flexible approach to integrating generic skills is aimed at providing professors of similar subjects with a flexible alternative allowing them to integrate different generic skills, as appropriate, without making drastic changes to the plan.

1. INTRODUCCIÓN

Es un hecho contrastado que los avances tecnológicos han superado con creces la posibilidad de incorporar profesionales técnicos generalistas al mundo laboral. Cada vez es más frecuente que un proyecto se fragmente en diferentes campos, desarrollados por entidades autónomas, pero cuyos resultados y éxito dependen en gran medida de la adecuada conjunción de las diferentes partes.

En este contexto se hace necesario formar a los futuros profesionales, no sólo en las competencias técnicas, sino también familiarizarlos con una forma de trabajo propia de los tiempos que vivimos. Es muy difícil pensar en una empresa cualquiera en la que no exista una organización del trabajo segmentada: departamentos, áreas, secciones,... En tales casos, el éxito vendrá dado tanto por la eficiencia de cada una de las partes como por la eficiencia del todo.

Esto repercute directamente en el perfil profesional para el cual estamos formando a nuestros alumnos, y que exige de unas habilidades que difícilmente se pueden trabajar con otros métodos didácticos. Se trata de aspectos como: autonomía de análisis y síntesis, motivación personal, implicación en proyectos colectivos, capacidad de integración,... En síntesis: la práctica reflexiva, profesionalización, trabajo en equipo y por proyectos, autonomía y responsabilidad ampliadas, tratamiento de la diversidad, énfasis en los dispositivos y las situaciones de aprendizaje, sensibilidad con el conocimiento y la ley, conforman un «escenario para un nuevo oficio» (Meirieu, 1989).

En un principio estas iniciativas se vieron reflejadas en las propuestas de certificación de calidad docente por parte de entidades de acreditación. A modo de ejemplo, ya en el año 2.000, la Accreditation Board for Engineering and Technology, incluía entre sus criterios aspectos tales como la capacidad de funcionar en equipos multidisciplinares, la comprensión de las responsabilidades éticas y profesionales o la capacidad de aprendizaje permanente, entre otros.

Además, este cambio de paradigma de la docencia (de la educación centrada en la enseñanza a la educación centrada en el aprendizaje), debe integrarse en un marco en el que se fomente la compatibilidad, comparabilidad y competitividad que exige el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior fruto de los procesos de Bolonia, Praga y Berlín. En este sentido, las líneas de acción que se han seguido para elaborar la presente propuesta están en concordancia con las propias líneas de acción establecidas en el Proyecto Tuning (Tuning Educational Structures in Europe).

En último término habría que destacar que todo lo anteriormente descrito dejaron de ser iniciativas o propuestas de futuro para ser simple y llanamente la realidad actual, tras la aprobación del Real Decreto 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

2. METODOLOGÍA

Como ya anticiparon algunos autores de referencia en el ámbito pedagógico como P. Perrenoud, es evidente que los métodos tradicionales de enseñanza presentan grandes lagunas a la hora de desarrollar estas habilidades. Por lo tanto se hace necesario incorporar nuevas metodologías en el proceso enseñanza- aprendizaje para compensar estas deficiencias.

Así el aprendizaje cooperativo, por ejemplo, presenta una serie de ventajas frente a la clase expositiva: favorece la autonomía de análisis y síntesis, incorpora la intersubjetividad en el proceso de aprendizaje, mejora la atención al romper con la monotonía de las clases expositivas, su efectividad no depende tanto de las características del alumnado,... Por otra parte, tampoco hay que rechazar los métodos tradicionales. La clase magistral, por ejemplo, se presenta como la solución idónea para determinadas situaciones como: exponer una gran cantidad de información o información muy compleja, falta de tiempo para tratar dicha información...

En definitiva, no existe una metodología didáctica mejor o peor que otra, sino que habrá unas que sean más adecuadas que las demás en función del propósito que se quiera obtener: ¿qué deben aprender los alumnos?, ¿qué les debe enseñar el profesor?, ¿qué pueden aprender por su cuenta?, ¿cómo puedo facilitar su capacidad de autoaprendizaje?,... Además, cada metodología presenta sus ventajas e inconvenientes. Por tanto, será el docente el que tenga que elegir el sistema más adecuado.

Sin embargo, esta solución no consiste en elegir un método u otro, sino en encontrar la solución más idónea; y esta solución puede ser una combinación de diferentes posibilidades. El hecho de que existan diferentes sistemas de trabajo no quiere decir que sean excluyentes unos de otros, sino que habrá que contemplar también aquellos casos en los que sean complementarios.

3. CONTEXTO

La asignatura en la que se va a emplear la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) para la realización de una programación es Sistemas de Cogeneración, una asignatura optativa del segundo cuatrimestre del quinto curso de la titulación de Ingeniería Industrial con 6 créditos ECTS.

Se imparte durante 15 semanas, cuatro horas semanales: dos horas de teoría y dos horas de prácticas en el aula. En esta asignatura, durante las 9 primeras semanas se impartirán todos los conocimientos necesarios para el desarrollo del proyecto: clases teóricas, casos reales, prácticas en aula, estudio de casos, etc.

Tras proporcionar una base con los conocimientos básicos para poder abordar un proyecto de estas características, durante las últimas 6 semanas se desarrollará un proyecto basado en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos en la que los alumnos deberán estudiar la viabilidad de implantación de un sistema de cogeneración en una empresa ubicada en la región. La dedicación estimada que deben dedicarse a dicho proyecto son de cuatro horas semanales: 2 para seminarios y 2 para trabajo en grupo.

Tamaño y criterios de formación de grupos:

La media de alumnos matriculados en los pasados diez años hace preveer que el número de alumnos matriculados estimados sea de 20. La mayoría de los alumnos de Ingeniería Industrial que eligen esta optativa son provenientes de la titulación Ingeniería Técnica Industrial con especialidad en Mecánica y con la finalidad de obtener la intensificación en Ingeniería de Infraestructuras.

Los grupos estarán formados por 4 estudiantes, eligiéndose los integrantes del grupo entre ellos mismos, dado que son alumnos de último curso que han compartido muchas horas de trabajo juntos y ya conocen sus virtudes y limitaciones. Se les informará, previamente, de que deberán realizar todas las actividades grupales durante todo el curso y que no se permite disolver el grupo.

En caso de que algún alumno sea nuevo, se le permitirá presentarse cara a la clase con el objetivo de que se integre en un grupo más fácilmente.

Duración del proyecto

Duración de 6 semanas lectivas.

Horas de dedicación del alumno

4 horas semanales en el aula x 6 semanas = 24 horas en el aula (3 trabajo grupo + 1 seminario)

4 horas semanales fuera del aula x 6 semanas = 24 horas fuera del aula

(Se ha estimado que por cada hora en el aula, cada alumno dedicará otra fuera del aula al proyecto.)

Al desarrollo del proyecto se dedicarán 48 horas/alumno (24 horas/alumno en el aula + 24 horas/alumno fuera del aula)
x 4 alumnos/grupo = 192 horas/grupo.

Horas de dedicación del profesor

En el aula el profesor dedicará cuatro horas semanales a supervisar las actividades y ayudar a los alumnos, crear temas de discusión, etc.

2 horas de las 6 horas de tutorías cada semana

1/2 hora de entrevistas personales por grupo a la semana

1/2 hora corrección de los entregables de cada grupo (miembros de un mismo grupo)

TOTAL 15 horas semanales

$(4 + 2 + 2 \cdot 5 + 2 \cdot 5) \times 6 \text{ semanas} = 66 \text{ horas}$

4. TEMARIO

De los nueve temas impartidos en la asignatura, se ampliarán mediante este tipo de actividad, apoyando los mismos con seminarios, los temas marcados en negrita:

TEMA 1: ASPECTOS GENERALES DE LA COGENERACIÓN

TEMA 2: TERMODINÁMICA DE LAS PLANTAS DE COGENERACIÓN

TEMA 3: COGENERACIÓN CON TURBINA DE VAPOR

TEMA 4: COGENERACIÓN CON TURBINAS DE GAS

TEMA 5: COGENERACIÓN CON MOTORES ALTERNATIVOS

TEMA 6: ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA COGENERACIÓN

TEMA 7: EL ESTUDIO DE VIABILIDAD EN UN PROYECTO DE COGENERACIÓN

TEMA 8: MATERIALIZACIÓN DE UN PROYECTO DE COGENERACIÓN

TEMA 9: INSTALACIONES DE COGENERACIÓN EXISTENTES. NUEVAS TECNOLOGÍAS

5. DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS A LOS OBJETIVOS FORMATIVOS

La asignatura es el resultado de juntar todos los conocimientos adquiridos con anterioridad en varias disciplinas de la carrera de Ingeniería Industrial, para una vez sintetizados con rigor poder aplicarlos con profesionalidad, tomando decisiones para instalaciones reales mediante la realización de un serio y riguroso estudio de viabilidad, así como poder estudiar y comprender cualquier instalación de cogeneración.

En este contexto, la filosofía a la hora de establecer los objetivos formativos ha sido intentar, en la medida de lo posible, apuntar a los niveles superiores según la taxonomía de Bloom. El propósito no es diseñar una asignatura para unas competencias transversales definidas, sino programar una metodología y evaluación que sea fácilmente adaptable según el tipo de competencia transversal en cuestión, conservando las competencias específicas. En función de las mismas, el docente podrá adecuar el nivel de dichas competencias específicas, teniendo en consideración que siempre será más fácil reducir el nivel que aumentarlo, razón por la cual se optó por partir de los niveles superiores.

Al terminar este proyecto el estudiante será capaz de:

- Enunciar las necesidades de una industria que necesite o pueda necesitar la cogeneración.
- Explicar situaciones reales comparándolas con modelos establecidos.
- Demostrar que se saben tomar decisiones inteligentes basadas en análisis rigurosos.
- Identificar la validez de análisis legales, tecnológicos económicos
- Discutir soluciones alternativas con rigor teniendo los planteamientos coherentes
- Identificar los problemas y las posibles decisiones, clasificando las mismas con criterios operativos que sirvan para dar una preferencia en las decisiones.
- Calcular los elementos fundamentales de una instalación de cogeneración.
- Seleccionar las alternativas tecnológicas disponibles.
- Razonar la toma de decisiones objetivas con planteamientos integrales (técnicos, legales, económicos).

- Comparar soluciones y seleccionar la más recomendada con las necesidades y recursos de un cliente determinado.
- Discutir educadamente manteniendo posturas rigurosas y coherentes.

6. PROYECTO

Pregunta motriz

¿Podemos ser “cogenudos” ganando más dinero en la fabricación de ladrillos y, además, ahorrar dinero, compensar inversiones y disminuir la contaminación?

Producto final

Estudio de viabilidad de una instalación de cogeneración en una empresa cerámica que se halla ubicada en el Polígono Industrial “Cantabria II”, situado en la localidad de Logroño (La Rioja)

Listas de entregables y pruebas

El Proyecto supondrá el 40% de la nota final de la asignatura. Siendo el desglose del peso de cada parte, el siguiente:

<i>Entregables</i>	<i>Tipo actividad</i>	<i>Semana</i>	<i>Peso [%]</i>
Auditoría energética de la empresa	Grupal	10	15
Análisis de la viabilidad geométrica-municipal	Grupal	11	5
Estudio de alternativas posibles y selección de aquella que se considere mejor	Individual	12	25
Viabilidad legal, técnica y económica	Grupal	13	15
Prueba de mínimos	Individual	14	10
Análisis de sensibilidad	Grupal	15	15
Defensa de la solución	Grupal	12, 13 y 15	15
TOTAL			100

Como puede observarse en la asignatura se incluyen actividades y trabajos grupales, por lo que se considerarán ciertos criterios específicos con el fin de evitar problemas propios de esta metodología: interdependencia positiva y exigibilidad personal.

Interdependencia positiva

Cada alumno realizará una parte del proyecto, de tal manera que sin conocer la de los demás no se puede llevar las tareas encomendadas a buen término.

La carga de trabajo es lo suficientemente grande como para impedir que un alumno cargue con todo el trabajo, ni haga más de lo debido.

Exigibilidad personal

Preguntar a un miembro del grupo elegido al azar sobre el proyecto presentado.

Todos saben de todo aunque no lo dominen.

Necesidad de trabajar desde el primer momento.

Todos deben ser conscientes de que debe participar activamente para conseguir los objetivos y que además debe hacerlo con regularidad y eficacia. Además, será consciente de que alcanzará entonces, y sólo entonces, los objetivos previstos, incluso los formativos y otros complementarios.

La prueba escrita es algo esencial y que hace que la balanza se incline por el trabajo bien hecho, especialmente en estudiantes de quinto curso de Ingeniería Industrial.

7. ELABORACIÓN DE MATERIAL DOCENTE

Como se ha comentado anteriormente, el propósito no es diseñar una asignatura para unas competencias transversales definidas, sino programar una metodología y evaluación que sea fácilmente adaptable según el tipo de competencia transversal en cuestión. Esto implica la elaboración de material docente en diferentes ámbitos capaz de cubrir el máximo número de competencias transversales. Aunque en realidad es aconsejable acotar el número de competencias a evaluar, diseñar la asignatura de esta manera dota a la programación de una versatilidad muy ventajosa a la hora de realizar posibles modificaciones en este sentido. En nuestro caso:

- ✓ Se ha elaborado una recopilación de vocabulario técnico relacionado con la asignatura en inglés, además de recopilar diferentes páginas web en este idioma, en el supuesto de que se quiera desarrollar el conocimiento de una segunda lengua como competencia transversal.
- ✓ Se han recopilado varios programas de sencillo manejo y software libre relacionados tanto con los cálculos térmicos como con la viabilidad económica en caso de optar por las nuevas tecnologías como competencia transversal. En este caso, también se ha diseñado un aula virtual en plataforma BlackBoard Learning para fomentar el trabajo y la comunicación on-line, acorde a los nuevos métodos docentes web 2.0.
- ✓ También se han preparado encuestas, entrevistas y rúbricas de evaluación específicas para que los alumnos puedan valorar tanto su propio trabajo como el de sus compañeros, además de otros aspectos. Este material tendría aplicación en varias competencias transversales.
- ✓ Además se ha preparado una alternativa de aprendizaje programado para gran parte del temario con una doble finalidad: ser una alternativa al aprendizaje autónomo y dotar de mayor versatilidad al profesorado a la hora de establecer los tiempos en la programación docente.

Como puede observarse, la mayor carga de trabajo a la hora de realizar la presente propuesta ha recaído en la elaboración de material docente. Con todo, para nada se trata de un esfuerzo baldío, pues de esta manera no habrá más que llevar a cabo pequeñas modificaciones para adaptar la asignatura a unas competencias transversales u otras. Conviene destacar este punto, en tanto que las competencias transversales deben incluirse en los planes de estudio de cada universidad. Además, a nivel de escuelas o facultades, se debe llegar a un consenso para su adecuada organización y estructuración para cada asignatura, de tal manera que el profesor queda expuesto a tener que desarrollar cualquiera de ellas, o que simplemente sean modificadas.

8. INTEGRACIÓN DE LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Como se ha insistido a lo largo de este documento, el propósito de este trabajo no es presentar una alternativa concreta de competencias transversales integradas en la asignatura en cuestión, sino mostrar el diseño de una asignatura que represente una alternativa flexible que permita integrar diferentes y variadas competencias genéricas, según sea el caso, sin realizar cambios drásticos en la programación.

Para lograr dicho objetivo hay que tener en cuenta tres aspectos relevantes:

- ✓ La asignatura en cuestión es una asignatura de quinto curso, lo que nos permite apuntar a los niveles superiores de la taxonomía de Bloom; a partir de ellos se podrá reducir el nivel en caso de ser posible y necesario. Consideramos que esta propuesta hubiese sido más complicada de desarrollar de haberse tratado de los primeros cursos de la titulación.
- ✓ Se ha optado por una combinación de diferentes metodologías tanto tradicionales como alternativas (lección magistral, seminario, trabajo en grupo e individual, exposición oral,...), pues de otro modo hubiera sido imposible diseñar actividades que ofrezcan tal versatilidad a la hora de incorporar diferentes competencias transversales.
- ✓ Dicha versatilidad exige la elaboración de un material docente adicional en diferentes ámbitos (segunda lengua, nuevas tecnologías,...)

En este sentido, las posibilidades se multiplican y es imposible mostrar todas las alternativas posibles, si bien se han esquematizado en una tabla-resumen que expone más adelante. Siguiendo los criterios establecidos en el Proyecto Tuning se han clasificado las competencias transversales en instrumentales, interpersonales y sistemáticas.

Para establecer una clasificación de los diferentes objetivos y habilidades se ha empleado la conocida taxonomía de Bloom. En ella se clasifican los objetivos por dimensiones (afectiva, psicomotora y cognitiva) en primera instancia, para posteriormente establecer unos niveles jerárquicos de aprendizaje dentro de cada dimensión. En nuestro caso sólo se han empleado las dimensiones cognitiva y afectiva: la primera de ellas para las competencias instrumentales, la segunda para las competencias interpersonales, y ambas dimensiones para las competencias sistemáticas.

Competencias interpersonales según el dominio afectivo de la taxonomía de Bloom						
Nivel		1	2	3	4	5
Competencia		Recepción	Respuesta	Valoración	Organización	Carácter
(Definición del nivel)		(atención pasiva)	(participación activa)	(de un objeto o información)	(agrupar ideas o conceptos)	(opinión personal)
Capacidad crítica y autocrítica						
Capacidad de trabajo en equipo						
Capacidad de trabajo en un equipo interdisciplinar						
Capacidad de comunicarse con expertos de otras áreas						
Compromiso ético						

Competencias instrumentales según el dominio cognitivo de la taxonomía de Bloom						
Competencia \ Nivel	1	2	3	4	5	6
	Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Análisis	Síntesis	Evaluación
Conocimientos generales básicos						
Conocimientos básicos de la profesión						
Comunicación oral y escrita						
Conocimiento de una segunda lengua						
Resolución de problemas						
Toma de decisiones						
Habilidades básicas del uso del ordenador						
Habilidades en gestión de la información						

Competencias sistémicas según el dominio cognitivo de la taxonomía de Bloom						
Competencia \ Nivel	1	2	3	4	5	6
	Conocimiento	Comprensión	Aplicación	Análisis	Síntesis	Evaluación
Habilidades de investigación						
Capacidad de aprender						
Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones						
Capacidad de generar nuevas ideas						
Habilidades para trabajar de forma autónoma						
Diseño y gestión de proyectos						

Competencias sistemáticas según el dominio afectivo de la taxonomía de Bloom					
Nivel \ Competencia	1	2	3	4	5
(Definición del nivel)	Recepción (atención pasiva)	Respuesta (participación activa)	Valoración (de un objeto o información)	Organización (agrupar ideas o conceptos)	Carácter (opinión personal)
Liderazgo					
Espíritu emprendedor					
Preocupación por la calidad					
Motivación personal					

Bibliografía y Referencias.

B. S. Bloom, Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals (pp. 201-207), Ed. David McKay Company, Inc. 1956.

Tuning Educational Structures in Europe. Informe final, J.González y R.Wagenaar, Bilbao, 2003.

Miguel Valero, El aprendizaje basado en proyectos en los estudios de Ingeniería, Cuadernos de pedagogía, nº403, Julio, 2010.

Joseph B. Cuseo, Cooperative Learning: A Pedagogy for Addressing Contemporary Challenges & Critical Issues in Higher Education, New Forums Press, 1996.

E. Golobardes Ribé y L. Madrazo Agudín, Guía para la evaluación de competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura, AQU Catalunya, 2009.

P. Perrenoud, Diez nuevas competencias para enseñar, Ed. Grao, 2004.