

Diseño de una experiencia de aprendizaje por proyectos en la asignatura de Expresión gráfica y diseño asistido por ordenador mediante grupos cooperativos

Guillermo Urraza Digón¹ y José Miguel Ortega Arceo²

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao. Universidad del País Vasco UPV/EHU. E-mails: ¹guillermo.urraza@ehu.es y ²josemiguel.ortega@ehu.es.

Resumen: En este trabajo se presentan las bases para la experimentación por parte del alumno, del diseño de conjuntos mecánicos como método activo de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y realizado en grupos cooperativos dentro del paradigma constructivista, que tiene como finalidad, desarrollar las habilidades de investigación y que en su desarrollo, involucra, además, el fomento y la gestión de la capacidad espacial y la creatividad.

El diseño de la experiencia se contempla, seleccionando un sistema de conjuntos con planteamiento abierto y con creciente grado de dificultad. Se establecen también las matrices de evaluación o rúbricas de las competencias específicas involucradas, con los descriptores de los criterios de evaluación de cada uno de sus indicadores correspondientes, a cada uno de los niveles de logro del alumnado. La puesta en práctica se realizará, atendiendo y evaluando al alumno en seminarios. Este estudio está limitado al diseño de la experiencia, cuya evaluación se realizó en el segundo cuatrimestre del curso 2007-08.

Inicialmente se establecen las competencias implicadas en la realización de los diseños propuestos, así como los prerrequisitos que debe cumplir el alumnado y su actitud inicial, para la realización de esta experiencia. La definición de estas competencias, se ha realizado dentro del Programa de Innovación Educativa de la UPV/EHU, considerando las demandas profesionales, aspectos que hemos reflejado en el Proyecto de Innovación Educativa *Un análisis para mejorar el aprendizaje del Dibujo de Ingeniería teniendo en cuenta las necesidades profesionales en esta materia*.

Palabras clave: diseño de conjuntos mecánicos, aprendizaje constructivista, criterios de evaluación.

Title: Design of a learning experience for projects in the subject of Graphic expression and computer aided design through cooperative group.

Abstract: This work presents the bases for experimentation by students of the design of mechanical assemblies as an active method of Project-Based Learning (PBL) in cooperative groups within the constructivist paradigm, which seeks to develop research skills and include the encouraging and arranging of spatial capacity and creativity in their development.

The design of the experience is considered by selecting an assembly system with an open approach and with an increasing level of difficulty. The assessment matrixes or titles of the specific skills involved are also established, with the descriptors of the assessment criteria for each of their corresponding indicators

at each level of student achievement. The practice work is to be carried out by assisting and assessing students in seminars. This study is limited to the design of the experience, the assessment of which was completed during the second four months of the 2007-08 academic year.

Initially, the skills involved in the preparation of the proposed designs are established, along with the pre-requisites to be met by students and their initial attitude towards this experience. These skills were defined within the UPV/EHU Educational Innovation Programme, considering professional requirements, which are issued that we have indicated in the Educational Innovation Project *An analysis to improve Engineering Drawing learning in line with professional needs in the subject*.

Keywords: design of mechanical assemblies, constructivist learning, assessment criteria.

1. Introducción

En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se están desarrollando actuaciones que buscan una mayor calidad en los sistemas educativos universitarios, como el proyecto *Tuning Educational Structures in Europe* (González y Wagenaar, 2003), que es el de mayor impacto creado por las universidades europeas, para responder al reto de la Declaración de Bolonia, al Comunicado de Praga, y al Programa de Convergencia Europea desarrollado por la Agencia Nacional de la Calidad y Acreditación (ANECA). Ambos proyectos, han contribuido significativamente en el establecimiento de un marco de competencias genéricas, para cada titulación, que sirvan de referencia para establecer las competencias específicas de una determinada materia, punto de partida, para evaluar los resultados de aprendizaje que debe ser emprendido con cambios y mejoras del proceso educativo.

La Universidad del País Vasco realizó un plan de acción pedagógica por medio del programa denominado PICRE (Preparación para la Introducción de los Créditos Europeos). El desarrollo de este programa, está contribuyendo a impulsar un aprendizaje mas significativo para nuestros alumnos, en el que se debe prestar especial atención a la conexión de los conocimientos conceptuales y procedimentales, en la resolución de los problemas, los cuales deben ser desarrollados dentro de un aprendizaje constructivista, integrador de los métodos que aporta la investigación didáctica, y los medios tanto clásicos, que se consideren imprescindibles, como los que nos proporcionan el avance tecnológico.

Así como en el campo de las ciencias físicas y matemáticas, el desarrollo del aprendizaje constructivista a través del conocimiento procedimental y el fomento de las habilidades de investigación del alumno, ha sido impulsado con rigor, en el área de Expresión Gráfica en la Ingeniería, se hace necesaria una actuación mas integrada que defina un nuevo paradigma educativo. Dentro de la finalidad de este estudio debemos resaltar la tesis doctoral de Garmendia (2004), así como las experimentaciones realizadas en este mismo campo presentadas en las comunicaciones de Navarro (2004) y Sierra *et al.* (2005), y el libro de aplicaciones de Pérez y Serrano (1998).

2. Competencias objetivo y competencias secundarias implicadas

La definición de estas competencias se ha realizado dentro del Programa de Innovación Educativa PIE, de la UPV/EHU, considerando las demandas profesionales aspectos que hemos reflejado en el Proyecto de Innovación Educativa (Urraza, 2006), y también referenciadas en la comunicación, Urraza y Ortega (2007), evaluando para este trabajo de diseño las competencias siguientes:

C.4. Interpretación y realización de planos normalizados del dibujo de conjuntos mecánicos.

C.6. Aplicar las habilidades de investigación y la creatividad en la introducción al diseño industrial.

C.7. Gestionar las fuentes de información, exponiendo, defendiendo y justificando de forma gráfica, oral y escrita los aspectos relacionados con las ideas de diseño y con la realización y interpretación de los documentos gráficos de Ingeniería.

C.8. Trabajo en equipo que facilite el desarrollo de los conocimientos con un intercambio cultural crítico y responsable.

3. Bases de la experiencia del diseño de conjuntos mecánicos

3.1. Orientación constructivista en el diseño del modelo para realizar la experiencia

Se propone abordar el diseño de conjuntos mecánicos estableciendo un modelo de aprendizaje de enfoque constructivista, que contemple los siguientes aspectos:

1. Proceder al análisis y evaluación de las competencias a desarrollar en el proceso de diseño propuesto en base: a las necesidades del mundo empresarial, el proceso de resolución definido por los expertos y las aportaciones en la investigación didáctica.

2. Establecer una metodología, que integre los conocimientos conceptuales y procedimentales, dentro de un marco único para el desarrollo del aprendizaje.

3. Contemplar el uso del ordenador como herramienta didáctica, rápida y precisa, donde plasmar las ideas del diseño, realizar los despieces para la fabricación del conjunto mecánico y simulación del proceso de funcionamiento, montaje y desmontaje.

4. Realizar la correspondiente revisión bibliográfica, de soporte básico confeccionada por el profesorado que desarrolla la experiencia, aconsejando publicaciones y sistemas multimedia que se relacionen con este trabajo.

3.2. Prerrequisitos

Se partirá de una base de conocimientos desarrollados por el alumnado, fundamentados en una bibliografía básica del profesor (Urraza *et al.*, 2005; Urraza y Ortega, 2006 y Urraza, 2003), y que se orienta convenientemente en la impartición docente, y que comprenden:

1. Conocimientos conceptuales y procedimentales plenos, en la visualización de piezas.

2. Disponer de un cuerpo de conocimientos de las normas básicas del dibujo de ingeniería, así como las de los componentes de los conjuntos mecánicos, contemplados desde su necesidad funcional hasta el análisis detallado de su diseño.

3. Tener un nivel de conocimientos adecuados sobre los procesos de fabricación y mecanización de piezas, que permitan una primera aproximación a la elección de las formas de los componentes no normalizados de los conjuntos mecánicos, así como la acotación de los planos de proyecto.

4. Disponer de un grado de conocimientos aceptable sobre las tolerancias macro y microgeométricas contempladas en toda su extensión y profundidad del proceso normativo, necesidad económico-organizativa, soporte de funcionamiento del conjunto y conexión con los procesos de fabricación que dictaminarán la competitividad del producto.

No se contemplará el dimensionado por esfuerzos ni se considerarán factores especiales en el diseño.

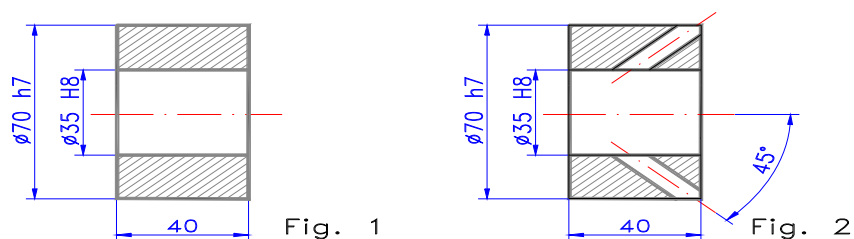
3.3. Capacidades y actitudes implicadas

Se efectúa un test de percepción espacial SR de 60 preguntas (Bennett *et al.*, 1996) y también se contemplan las actitudes motivacionales del alumno para la experiencia. Además, se ha realizado a principio de curso una prueba de conocimientos previos, contando con la información recogida en este campo con nuestra participación en un Equipo de Mejora dentro de la Cátedra de Calidad de la UPV/EHU (Urzaola *et al.*, 2007) y el Proyecto de Innovación Educativa (García y Garitaonandía, 2005).

4. Elección del problema de diseño del conjunto mecánico: útil para taladrar. Matriz de grado de dificultad

4.1. Planteamiento

Se desea diseñar un útil para taladrar piezas en serie, como la representada en la figura 1, para conseguir cuatro 4 agujeros equidistantes e inclinados 45° , con respecto al eje de dicha pieza figura 2.



La propuesta de diseño para el alumno, consiste en partir del conjunto incompleto de la figura 3, compuesto de dos piezas no definidas y presentadas en alzado incompleto y resto de piezas sin representar y por lo tanto por diseñar.

En el problema propuesto se pide:

1. Completar el conjunto presentado efectuando una descripción de su funcionamiento y montaje.
2. Representar el despiece del conjunto para su fabricación, incluyendo tolerancias dimensionales y signos de mecanizado, y describiendo la hoja del proceso de mecanizado del casquillo guía.
3. Rediseño del conjunto, respecto al soporte dado en los siguientes aspectos:
 - a. Limitación de espacio en la base de asiento.
 - b. Diseño de su sujeción en base a hipótesis de trabajo.
 - c. Más resistencia del soporte.

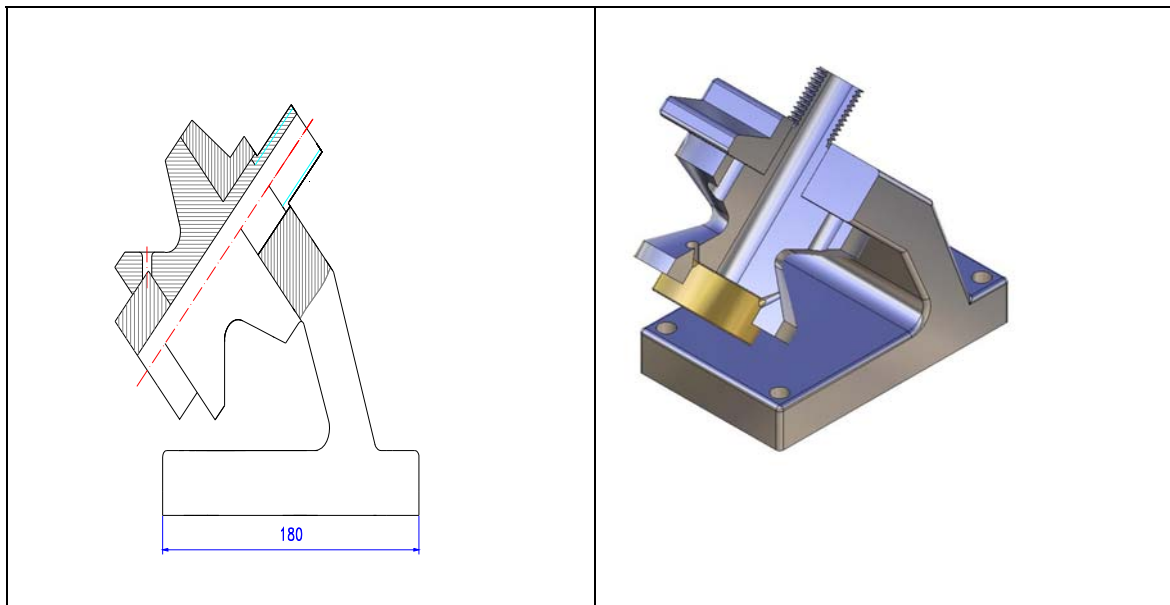


Figura 3. Propuesta de diseño.

5. Modelo de resolución en el diseño de conjunto mecánico

5.1. Análisis cualitativo

En el análisis cualitativo, el alumno debe realizar una lectura razonada del diseño propuesto, en base a los datos presentados y orientados al objetivo que persigue.

Un esquema para efectuar el análisis cualitativo, contemplaría las variables del conjunto en conexión con las estrategias en el análisis de la información suministrada:

1. Distinción entre pieza para mecanizar y su disposición en el conjunto mecánico para su mecanizado, y el utillaje propuesto.
2. Datos de partida del conjunto.
3. Familiaridad con otros conjuntos presentados o diseñados.
4. Distinción entre los componentes de sujeción del conjunto y los que permiten la sujeción de la pieza y su cambio de posición para el mecanizado (primera aproximación del funcionamiento del conjunto).

5. Complejidad del montaje y desmontaje según datos de partida.
6. Descripción general de las piezas: componentes normalizados y visualización conjunta externa e interna.
7. Subconjuntos que se pueden formar (primera aproximación).
8. Análisis de las piezas representadas.

5.2. Emisión de hipótesis

A partir del análisis cualitativo realizado se debe emitir hipótesis sobre las posibles soluciones, indicando los parámetros y variables a tener en cuenta.

1. Un método operativo partiría del objetivo del diseño para contemplar los siguientes aspectos:
 - a. Plantear interrogantes sobre posibles soluciones.
 - b. Explorar un marco base de componentes posibles.
 - c. Establecer dependencias entre las partes fundamentales del conjunto propuesto que admitan posterior comprobación.
 - d. Predecir su funcionamiento en base a su propuesta.

5.3. Elaboración de estrategias

La búsqueda de caminos de resolución implica elaborar, explicitar y valorar las posibles alternativas, planificando con orden y método las secuencias de actuación, en clara conexión con el cuerpo de conocimientos disponible. Se considerarán los siguientes aspectos:

1. Aplicar convenientemente los conocimientos procedimentales, sobre los métodos posibles de visualización de piezas.
2. Establecer posibles variaciones de sus componentes.
3. Explorar en las alternativas entre el funcionamiento y el montaje y desmontaje.
4. Dividir el diseño en etapas en base a las partes fundamentales del conjunto.
5. Aplicar con rigor el marco teórico-práctico de referencia, en cuanto a la distinción de elementos propuestos, y parámetros conexiónados con el funcionamiento.
6. Valorar las implicaciones en la fabricación del diseño que se propone.

5.4. Resolver el diseño

En la primera fase de resolución del diseño, que estamos analizando, el alumno debe visualizar los bocetos croquizados en perspectiva, que luego delineará en el ordenador en 3D, para posteriormente realizar el plano de proyecto del conjunto, que, finalmente, la oficina de métodos y tiempos adaptará para su fabricación.

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos para la primera fase de croquizado en perspectiva:

a. Realización de bocetos sobre los esquemas mentales proyectados con una correcta metodología ya establecida en la competencia ahora implicada sobre la capacidad de visualización.

b. Destacar gráficamente los aspectos más importantes.

c. Manifiestar interrogantes que se le presentan en la actuación para buscar soluciones.

d. Aplicar creatividad y mejoras al diseño.

En cuanto a la realización del plano constructivo, tendremos en cuenta la competencia correspondiente sobre interpretación y realización de planos normalizados de Dibujo de Ingeniería, considerando los aspectos siguientes:

a. Representar adecuadamente las piezas con las vistas necesarias, respetando su posición de trabajo y sabiendo elegir los cortes y representaciones especiales correctas, que establecen y simplifican su definición.

b. Realizar la acotación, según las normas, distinguiendo las cotas funcionales, y contemplando los procesos de fabricación más convenientes.

c. Definir los ajustes, tolerancias dimensionales y signos de mecanizados referidos en las normas y con clara conexión práctica, indicando los instrumentos de verificación y estableciendo relación entre estos conceptos.

5.5. Análisis de resultados

Establecido el diseño, éste se ha de valorar analizando objetivamente el resultado conseguido. En este apartado consideramos:

a. Análisis del resultado en cuanto a su funcionamiento y viabilidad de fabricación.

b. Establecer relaciones en las condiciones de montaje del conjunto.

c. Establecer comparaciones entre el conjunto diseñado y otros que realicen la misma función.

5.6. Plantear nuevos diseños

En esta etapa del diseño, el alumno está más preparado, para emitir nuevas propuestas que aporten mejoras en el orden técnico, económico y de seguridad en su manipulación:

Se deben contemplar aspectos como:

a. Establecer relaciones con otros diseños que presentan la misma o similar función.

b. Explorar en las partes constituyentes del diseño, para relacionarlas con otras que pertenecen a otros conjuntos que presentan diferentes objetivos.

c. Aborda nuevos diseños con mayor rigor y precisión.

d. Plantear nuevas hipótesis en el marco de actuación.

6. Presentación del diseño propuesto

En la figura 4, se presentan de manera convencional, un diseño presentado en dibujo de conjunto, que estaría acompañado de los planos para la fabricación del utillaje de mecanizado y la animación del conjunto.

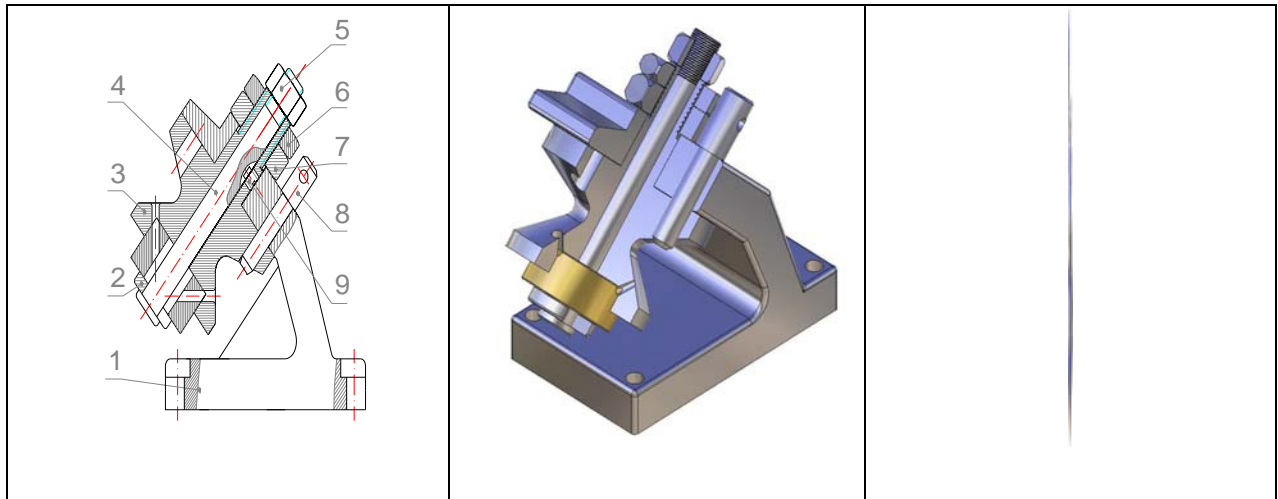


Figura 4. Diseño presentado.

7. Metodología para la experimentación: Seguimiento, evaluación del alumnado y del modelo

El diseño se propondrá en clase de prácticas, donde el alumno comenzará su resolución, para luego ser los seminarios, el lugar de consulta y evaluación de forma personalizada por medio de la entrevista.

Se establecerá un protocolo, para el seguimiento y la corrección de los diseños realizados por el alumnado, contemplando los siguientes aspectos:

1. Las deficiencias en los prerequisites y conocimientos previos del alumnado contemplados en los apartados 3.2 y 3.3, respectivamente.
2. La evaluación del alumnado, en la resolución de los diseños propuestos, contemplando el modelo de resolución expuesto en el apartado 5, que se traduce en las correspondientes matrices o rúbricas de evaluación referidas a las competencias técnicas (C4 y C6) de esta experiencia.
3. El seguimiento del alumnado, en los seminarios, por medio de la matriz correspondiente a la competencia C7.
4. El desarrollo de la experiencia en grupos cooperativos, con la evaluación de la competencia C8 (ver apartado 8).
5. La defensa del proyecto en grupo, incluyendo la coevaluación del resto del alumnado, y la propia autoevaluación de cada grupo de trabajo.
6. La propia evaluación del modelo diseñado con el fin de realizar, si procede, las correcciones oportunas y consecuentemente su mejora.

8. Rúbricas de evaluación

A continuación se presenta la matriz de evaluación de una de las competencias objetivo de la experiencia, donde se establecen los descriptores de los distintos niveles de logro por el estudiante, para cada uno de los criterios competenciales del trabajo en equipo. En la matriz se indica el porcentaje de valoración de cada uno de estos criterios competenciales.

C.8.- Trabajo en equipo que facilite el desarrollo de los conocimientos con un intercambio cultural crítico y responsable

Indicadores o criterios competenciales	Muy competente	Competente	Aceptable	No aceptable	%
<p>TRABAJO SISTEMÁTICO</p> <p>CTE.1.- Identificar y valorar el desarrollo procedimental en el trabajo en grupo</p>	<p>Muestra gran coherencia con la misión y visión del equipo.</p> <p>Contribuye con gran esmero en la planificación y organización.</p> <p>Identifica con gran realismo las dificultades en la ejecución.</p> <p>Valora con objetividad el desarrollo procedimental en la actuación del equipo.</p> <p>Capacidad para identificar nuevas mejoras en la visión del equipo y su puesta en práctica.</p>	<p>Muestra coherencia con la misión y visión del equipo.</p> <p>Contribuye con esmero en la planificación y organización.</p> <p>Identifica las dificultades en la ejecución.</p> <p>Valora el desarrollo procedimental en la actuación del equipo.</p>	<p>Se adapta con coherencia a la misión y visión del equipo, participando en la planificación.</p> <p>Intenta identificar las dificultades en la ejecución.</p> <p>Reflexiona sobre el desarrollo procedimental.</p>	<p>No sigue la misión y visión del equipo, ni sigue un procedimiento en la ejecución del proyecto.</p>	20
<p>MOTIVACIÓN BÁSICA</p> <p>CTE.2.- Construir entre los miembros del grupo un sistema de comunicación basado en la libertad y el respeto mutuo</p>	<p>Contribuye idóneamente a la libertad de expresión, con moderación y tono apropiado en las intervenciones.</p> <p>Se muestra muy respetuoso contestando con serenidad y objetividad</p> <p>Permite la integración de ideas por el diagrama de afinidad.</p> <p>Valora y reconoce las aportaciones y el esfuerzo de los demás.</p>	<p>Contribuye ampliamente a la libertad de expresión.</p> <p>Se muestra respetuoso contestando con serenidad y objetividad.</p> <p>Permite la integración de ideas.</p> <p>Reconoce las aportaciones y el esfuerzo de los demás.</p>	<p>Guarda moderación intervenciones.</p> <p>Se muestra aceptablemente respetuoso permitiendo la integración de ideas.</p> <p>Reconoce las aportaciones y el esfuerzo de los demás.</p>	<p>No contribuye a la libertad de expresión, ni permite la integración de ideas y su reconocimiento</p>	20
<p>RECONOCIMIENTO</p> <p>CTE.3.- Reconocer y valorar el trabajo de los miembros del grupo</p>	<p>Gran capacidad para reconocer la individualidad de las personas y la heterogeneidad de sus aportaciones</p> <p>Promueve la participación con referencias y preguntas motivadoras precisas.</p> <p>Valora con objetividad las aportaciones y el esfuerzo dedicado al equipo a través de un reconocimiento mutuo.</p> <p>Identificar con exactitud las causas de faltas de cooperación, aplicando un diálogo reconciliador.</p>	<p>Capacidad adecuada para reconocer la individualidad de las personas.</p> <p>Promueve la participación con referencias.</p> <p>Valora con objetividad las aportaciones y el esfuerzo dedicado al equipo a través de un reconocimiento mutuo.</p> <p>Se esfuerza en identificar las causas de faltas de cooperación, aplicando un diálogo reconciliador.</p>	<p>Capacidad para reconocer la individualidad de las personas.</p> <p>Valora aceptablemente las aportaciones y el esfuerzo dedicado al equipo a través de un reconocimiento mutuo.</p>	<p>No valora las aportaciones ni el esfuerzo de los demás</p>	20
<p>DESARROLLO PERSONAL</p> <p>CTE.4.- Aplicar e intercambiar las funciones al trabajo en equipo procurando el desarrollo personal de sus componentes</p>	<p>Desarrolla con esmero la función encomendada, asumiendo su carga de trabajo y contribuyendo con aportaciones de interés.</p> <p>Contribuye con amplitud a la mejora del grupo incidiendo positivamente en el desarrollo de la tarea y el crecimiento de los integrantes en la intercambiabilidad de funciones.</p> <p>Procura la idoneidad de la función asumida.</p>	<p>Desarrolla bien la función encomendada.</p> <p>Contribuye a la mejora del grupo incidiendo positivamente en el desarrollo de la tarea.</p> <p>Se esmera función asumida</p>	<p>Desarrolla aceptablemente la función encomendada</p> <p>Contribuye a la mejora del grupo incidiendo positivamente en el desarrollo de la tarea</p>	<p>No desarrolla esta competencia en el grupo</p>	20
<p>POTENCIAR LA SINERGIA</p> <p>CTE.5.- Potenciar la sinergia del equipo aumentando su eficacia en base al conocimiento mutuo, la negociación de funciones y complementariedad</p>	<p>Reflexión precisa sobre la retroalimentación recibida por los demás miembros del equipo.</p> <p>Muestra gran aptitud en la aplicación de la complementariedad, respetando las características cognitivas y afectivas de los componentes del equipo.</p> <p>Valora con exactitud el potencial competencial de los miembros del equipo, reflexionando sobre las mejoras posibles que aumenten la eficacia en sus funciones.</p>	<p>Reflexión adecuada sobre la retroalimentación recibida por los demás miembros del equipo.</p> <p>Muestra aptitud en la aplicación de la complementariedad, respetando las características cognitivas y afectivas de los componentes del equipo.</p> <p>Valora el potencial competencial de los miembros del equipo.</p>	<p>Reflexiona sobre la opinión recibida por los demás miembros del equipo.</p> <p>Aceptable aptitud en la aplicación de la complementariedad.</p> <p>Se esfuerza en valorar el potencial competencial de los miembros del equipo.</p>	<p>No potencia la sinergia en el grupo</p>	20

9. Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo se enmarcan en la necesidad de establecer un protocolo para el diseño de la asignatura de Expresión gráfica y DAO en referencia al proceso de construcción del Espacio Europeo de Educación Superior,

en los que tenga cabida una enseñanza innovadora, y que en este trabajo se refleja en:

1. Desarrollar un marco competencial que acercando al alumnado a las características del trabajo científico, acrecienten además la actitud y el interés por esta materia y desarrollen en ellos un espíritu de superación, innovación y creatividad, que permita abordar los criterios competenciales que conecten con la realidad profesional del Ingeniero Industrial.

2. El establecimiento de un modelo de aprendizaje constructivista, en la realización de los diseños de conjuntos mecánicos sustentado en tres pilares: la aplicación del conocimiento procedimental, el planteamiento de situaciones problemáticas abiertas y la formación de grupos cooperativos.

3. La confección de las correspondientes matrices o rúbricas de evaluación, que valoren la tarea de diseño en orden a las competencias que se persiguen, por medio de un aprendizaje formativo que controle tanto del proceso como el producto final, precisando el nivel de logro del alumnado.

4. Realizar un seguimiento y control del alumnado en el proceso de diseño atendiendo al mismo tanto en los seminarios, para la dirección de tareas, como en las tutorías personalizadas, permitiendo así una retroalimentación del aprendizaje.

5. Realizar una evaluación de producto final, por medio de la defensa de proyecto, incluyendo además de la valoración del profesor la coevaluación y autoevaluación, convenientemente ponderadas.

6. La necesidad de validar el modelo de aprendizaje, en función de los resultados conseguidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, valorando los puntos fuertes y débiles de la consecución por parte del estudiante de los criterios establecidos en las rúbricas de evaluación.

Referencias bibliográficas

González, J. y Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Universidad de Deusto y de Groningen.

Bennett, G. K., Seashore, H. G. y Wesman, A. G. (1996). *Tests de Aptitudes Diferenciales: Percepción Espacial*. Tea Ediciones.

García, M. J. y Garitaonandía, I. (2005). *Análisis y valoración de la influencia de distintas variables en el proceso enseñanza-aprendizaje de asignaturas técnica*. Proyecto de innovación educativa. UPV/EHU.

Garmendia, M. (2004). *Análisis crítico de la enseñanza de visualización en el primer ciclo de la universidad y propuesta alternativa de orientación constructivista*. Tesis doctoral. UPV/EHU.

Navarro, R. (2004). *El dibujo de croquis y la visualización espacial: su aprendizaje y valoración en la formación del ingeniero a través de las nuevas tecnologías*. XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Barcelona.

Sierra, E., Garmendia, M., Mínguez, R. y Barrenechea, I. (2005). *Análisis de la asimilación de la competencia ver en el espacio en el ámbito de los estudios de ingeniería*, XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Las Palmas.

Pérez, T. y Serrano, M. (1998). *Ejercicios para el desarrollo de la percepción espacial*. España: Editorial Club Universitario.

Ortega, J. M. y Urraza, G. (2006). *Un análisis para mejorar el aprendizaje del Dibujo de Ingeniería teniendo en cuenta las necesidades profesionales en esta materia*. Proyecto de Innovación Educativa. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Urraza, G. y Ortega, J. M. (2007). *Evaluación de competencias en el diseño curricular de la asignatura de Expresión Gráfica y DAO*. XVII Congreso Internacional de Ingeniería Expresión. Barcelona.

Urraza, G. et al. (2005). *Dibujo de Ingeniería*. Bilbao: Arte Kopi.

Urraza, G. y Ortega, J. M. (2006). *Despiece de conjuntos mecánicos. 10 conjuntos resueltos y explicados*. Bilbao: Arte Kopi.

Urraza, G. (2003). *Evaluación continua del Dibujo Técnico*. Bilbao: Arte Kopi.

Urraza, G., Ortega, J. M. y Pueyo, J. (2007). *Un análisis para establecer el grado de conocimientos declarativos y procedimentales previos y actitudes del alumnado para un aprendizaje de orientación constructivista en la asignatura de Expresión Gráfica y DAO dentro de un marco de competencias específico establecido para esta materia*. Cátedra de Calidad de la UPV/EHU.