



ETS de Ingenieros Industriales y  
de Telecomunicación.  
Universidad de Cantabria



## Metodología Activa de Enseñanza Basada en el Aprendizaje por Proyectos (EBAP) en la Asignatura Superficies Complejas. Desarrollo y Aplicación de nuevo sistema de evaluación: *Coevaluación Intergrupo*

Juan Gámez González, Fernando Mateo Carballo<sup>1</sup>  
Javier Sánchez Jiménez<sup>2</sup>, Manuel-Viggo Castilla Roldán<sup>3</sup>

*Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla, Virgen de África nº 7, 41011-Sevilla,  
tfno. 954552824, jgamez@us.es*

*(<sup>1</sup>) fmateoc@us.es, (<sup>2</sup>) jsanchez@us.es, (<sup>3</sup>) mviggo@us.es*

### Resumen

La innovación docente en la asignatura de Superficies Complejas tiene como línea fundamental de trabajo el desarrollo de la "Enseñanza basada en el Aprendizaje por Proyectos" (EBAP). Pretendemos el desarrollo y propuesta de aplicación de un nuevo sistema de evaluación: "Coevaluación Intergrupo" que haga partícipe al alumnado del proceso de evaluación de los proyectos. En concreto, se propone aplicar la Teoría de Expertones para la elaboración de un Instrumento de Valoraciones Difusas (IVD) que considere las opiniones proporcionadas por el profesor y alumnos en base a criterios de evaluación del proyecto de grupo. Creemos que la teoría de expertones proporciona un método de evaluación optimizado para la decisión de grupo multicriterios en el campo de la evaluación de proyectos de diseño industriales. No conocemos ningún trabajo científico en la investigación sobre innovación docente, que haya empleado esta metodología para la evaluación de trabajos de grupo orientados a la EBAP.

**Palabras Clave:** EBAP, Coevaluación Intergrupo, Teoría de Expertones, IVD.

### Abstract

The educational innovation in the course of Complex Surfaces takes as fundamental work line, the development of "Learning Based on Projects" (LBP). We seek the development and proposed of implementation of a new evaluation system "Intergroup co-evaluation". In particular it is suggested to apply Experton's Theory for developing of a Fuzzy Valuations Instrument (FVD). It considers the opinions provided by the teacher and students based on evaluation criteria for the group project. We believe that the Experton's Theory provides a method of optimized evaluation for multi-criteria group decision in the evaluation field of industrial design projects. We do not know any scientific work in the investigation in research on educational innovation, which has used this methodology for the evaluation of group work oriented to the LBP.

**Keywords:** LBP, Intergroup Co-evaluation, Experton's Theory, FVD.



## 1. Introducción

La innovación y mejoras actualmente realizadas sobre la asignatura de Superficies Complejas tienen su **origen** en los mismos inicios del actual plan de estudios (2001) conducentes a la obtención del título de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Actualmente estas innovaciones son planteadas en el Proyecto de Innovación y Mejora Docente del Programa 9 del I Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla (acuerdo 6.1/CG 28-10-08) en la Convocatoria 2009, son complementarias y de continuación, con las Actividades de Innovación según Línea de Acción 5 aprobadas en un proyecto anterior financiado por el Plan de Renovación de Metodologías Docentes en la Convocatoria 2007 por el Vicerrectorado de Docencia de la Universidad de Sevilla.

Dicho proyecto de innovación y mejora Docente tiene como línea fundamental de trabajo el desarrollo de la "Enseñanza basada en el Aprendizaje por Proyectos" (EBAP) tutorado en la asignatura "*Superficies Complejas*" (*Complex Surfaces*) impartida en el primer cuatrimestre del tercer curso 2009-2010, de la titulación *Ingeniero Técnico en Diseño Industrial*. Desarrollándose en Actividades Académicamente Dirigidas que fomenten nuevas manifestaciones del trabajo en equipo, promoviendo además el desarrollo y aplicación de nuevo sistema de evaluación: "coevaluación intergrupo" que haga partícipe al alumnado del proceso de evaluación de los proyectos. En concreto, se proponer aplicar la Teoría de Expertones para la elaboración de un Instrumento de Valoraciones Difusas (IVD) que considere las opiniones proporcionadas por el profesor y alumnos en base a criterios de evaluación del proyecto de grupo. Creemos que la teoría de expertones proporciona a un método de evaluación optimizado para la decisión de grupo multicriterios en el campo de evaluación de proyectos de diseño industriales. No conocemos ningún trabajo científico en la investigación sobre innovación docente, que haya empleado esta metodología para la evaluación de trabajos de grupo orientados a la EBAP.

El objetivo primordial que se pretende desarrollar es fomentar el uso de metodologías activas como una forma de organizar la docencia en los términos requeridos por el crédito europeo. Razón por lo cual, el proyecto docente de la asignatura "Superficies Complejas" de tercer curso de Ingeniería Técnica en Diseño Industrial se tramitará al

curso 2009-10 para su homologación según créditos ECTS. Los **objetivos** que pretendemos alcanzar en este proyecto de innovación son: 1) Fomentar metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, 2) Creación de la guía docente formulada en términos de créditos europeos para su homologación y acreditación para el actual curso 2009-10 (Aprobada en Consejo de Departamento para el curso actual), 3) Desarrollo de actividades que supongan diversos usos de la plataforma de enseñanza virtual, 4) Actividades Académicamente Dirigidas que fomenten nuevas manifestaciones del trabajo en equipo, 5) Desarrollo y propuesta de aplicación de un nuevo sistema de evaluación: "**coevaluación intergrupo**", y 6) Creación de material didáctico (presentaciones y videos didácticos para la creación de superficies en la diseño de productos), que pueda revertir en la mejora de la docencia de la asignatura. Para ello trataremos de gestionar los trabajos realizados por los grupos de alumnos de varios cursos anteriores (estamos hablando de más de 100 diseños de productos).

### 3. Metodología

Esbozando de forma sintética la esencia metodológica, los alumnos realizan uno o dos proyectos en los que abordan problemas reales de diseño de superficies complejas en productos, estructurando el trabajo en cuatro fases: *búsqueda de información, planificación, realización del diseño ofreciendo una solución y evaluación* (presentación y discusión de la solución adoptada). Este tipo de enseñanza está referida fundamentalmente al aprendizaje de cómo hacer las cosas y que el alumnado tome conciencia de la responsabilidad sobre su propio aprendizaje. Para ello contamos con el profesor como facilitador del aprendizaje y el alumno como gestor autónomo.

Con la aplicación de las Actividades Académicamente Dirigidas, de acuerdo con la metodología de Enseñanza Basada en Proyecto se promueve el aprendizaje autónomo de los alumnos, bajo la tutela del profesor en el escenario académico. Se trata de una enseñanza referida fundamentalmente al aprendizaje de *cómo hacer las cosas* y que el alumnado tome conciencia de la *responsabilidad sobre su propio aprendizaje*.

La metodología seguida en el proceso enseñanza-aprendizaje para alcanzar los objetivos docentes de la asignatura propone unos requerimientos mínimos de *Escenarios para el aprendizaje*, diseñar un *Plan Integrado de Trabajo* para los diferentes agentes interventores en dicho proceso, una específica *planificación del trabajo para los estudiantes* (en la Tabla 1 proporcionamos la ficha de planificación del trabajo, el cual será supervisado por el profesor en las sesiones de tutelaje programadas) y la provisión de un *Sistema de Supervisión del Aprendizaje y Tutoría de apoyo al estudiante*. Dicha metodología está sucintamente detallada en el programa docente de la asignatura Superficies Complejas del curso 2009-10<sup>1</sup>.

**Tabla 1.** Ficha de planificación del trabajo de los estudiantes para el curso 2009-2010

Ficha de planificación de los estudiantes para el curso 2009-2010	<b>Primera fase: Definición del proyecto.</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Brainstorming y tabla de decisión para determinar el tipo de producto a diseñar.</li> <li>· Reparto de tareas y distribución de roles (un portavoz y un coordinador, todos los miembros del grupo deberán ser ponentes en la exposición final del trabajo).</li> <li>· Los alumnos se dedican a la búsqueda y análisis de posibles productos existentes susceptibles de ser objeto del proyecto. Deben tomar decisiones sobre modificaciones de mejora sobre las soluciones existentes, o decidirse a crear un modelo original.</li> <li>· Puesta en común: se determina el producto objeto del proyecto y con la ayuda de las soluciones analizadas se precisa más el estilo a desarrollar. Se escribe un breve informe aportando bocetos con las soluciones posibles y las soluciones adoptadas, así como del proceso seguido para la definición del proyecto.</li> </ul>
	<b>Segunda fase: Puesta en común de ideas y desarrollo inicial.</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Puesta en común del material gráfico básico.</li> <li>· Desarrollo de las ideas, planificación del trabajo y reparto de tareas. Se deberá descomponer el producto en partes para su modelado, de forma que todos los miembros del grupo desarrollen una de ellas, indicándose al profesor que partes del producto ha modelado cada alumno.</li> <li>· Desarrollo gráfico completo del proyecto e inicio de los principales modelos tridimensionales del producto, en CATIA V5.</li> <li>· Diferentes reuniones para unificar e integrar las diferencias que puedan surgir.</li> </ul>
	<b>Tercera fase: Desarrollo.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Desarrollo completo de los diferentes modelos tridimensionales del producto, en CATIA V5, estudiando las diferentes soluciones posibles y adoptando las mejores.</li> <li>· Organización del árbol de especificaciones del producto.</li> <li>· Diferentes reuniones para unificar e integrar las diferencias que puedan surgir entre los diferentes modelos, para su posterior ensamblaje.</li> </ul>	
<b>Cuarta fase: Integración, diseño definitivo y presentación.</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Puesta en común para el diseño definitivo y reparto de tareas para finalizar el proyecto: un alumno se dedica al ensamblaje, en CATIA V5, de los diferentes modelos del producto y coordinación de tareas, otro a la redacción de la memoria y desarrollo del material gráfico y el último a la presentación del proyecto para su defensa e impresión en papel (formato A3) del modelo gráfico, así como la reproducción de modelo físico a escala mediante impresora matricial 3D en laboratorio de maquetación y prototipo. Estas tareas pueden flexibilizarse en función de las dificultades en cada proyecto.</li> <li>· Diferentes reuniones para unificar e integrar las diferencias que puedan surgir entre los dibujos y los modelos, y entre los diferentes modelos para su ensamblaje. Puesta en común del material.</li> </ul>	

<sup>1</sup> Disponible en [http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan\\_116\\_25/asignatura\\_1160043](http://www.us.es/estudios/titulaciones/planes/plan_116_25/asignatura_1160043)

### 3.1. Propuesta metodológica de Coevaluación Intergrupo.

Posterior a la exposición y defensa de los trabajos de grupo, los alumnos participan en una "Coevaluación Intergrupo" de los distintos proyectos. Para ello el profesor proporcionará a los alumnos un cuestionario de valoraciones sobre los proyectos presentados, donde deberán puntuar en base a los criterios reflejados en la Tabla 2 de acuerdo con algunas de las competencias a desarrollar en la asignatura.

**Tabla 2.** Valoraciones sobre el grado de desarrollo de competencias de la asignatura

		Exposición, presentación y defensa del proyecto		
		Competencia	Cualidad a valorar en el proyecto	
Competencias Transversales	C1. Expresión oral y escrita	1.	La exposición del producto ha sido adecuada. La vocalización, el ritmo, volumen de voz y el tono son adecuados. La expresión corporal es buena. El ponente demuestra seguridad y confianza en su exposición. Se ajustan al tiempo disponible.	
	C2. Capacidad de organizar y planificar	2.	La visualización fichero de presentación (Power Point) del proyecto ha sido adecuada. El documento está estructurado de forma lógica y ordenada. Contiene portada, fecha, grupo, autores e índice. Es claro y de longitud adecuada. La cantidad de información de las transparencias se ajusta al tiempo de exposición de las mismas. La tipografía, márgenes y colores empleados resultan agradables y facilitan la lectura. El texto y las imágenes de las transparencias están compensados. Las imágenes son clarificadoras.	
	C3. Trabajo en equipo	3.	La defensa del proyecto ha sido adecuada. Las respuestas de los componentes del grupo se ajustan a lo preguntado y aportan información clarificadora. Demuestran seguridad y confianza en sus respuestas, conocimiento de las diferentes partes del trabajo realizado, corrección y respeto durante el debate.	
			Calidad técnica del proyecto presentado	
			Competencia	Cualidad a valorar en el proyecto
		C4. Toma de decisiones	4.	El grupo ha realizado un análisis correcto de las diferentes soluciones posibles. Han comparado las diferentes alternativas y han adoptado soluciones técnicamente correctas.
	C5. Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)	5.	Originalidad del producto, o bien, si el producto existe la originalidad de la solución adoptada. El grupo ha sido creativo, abierto, innovador y extensivo en la búsqueda de principios de solución para cada uno de los subproblemas o tareas.	
	C6. Preocupación por la calidad	6.	El acabado final del producto es de alta calidad. Los modelos visualizados tienen alta calidad, no se visualizan elementos o aristas extraños.	
Competencias Específicas	C7. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	7.	El producto presentado es técnicamente complejo. Tiene elementos complejos (más de tres superficies complejas). Es difícil de realizar y se necesita bastante tiempo para su realización (más de 15 horas por alumno).	
	C8. Conceptos de aplicaciones al diseño	8.	Se han aplicado los conceptos aprendidos en la asignatura en el diseño del producto.	
	C8. Herramientas y tecnologías	9.	Para la realización del proyecto se han utilizado las diversas herramientas disponibles en la aplicación informática de diseño industrial.	
	C10. Expresión Gráfica y capacidad de visualizar y comunicar ideas	10.	Los planos del producto son correctos. El producto está bien representado, dispone de las vistas y cortes mínimos necesarias acorde con las Normas de Dibujo	

Hemos realizado una **experiencia piloto** en la que se recaba información de 9 alumnos y 3 profesores sobre las cualidades de 4 proyectos presentados. Basándose

en su percepción, se les invita a responder, sobre el grado de acuerdo o desacuerdo con las 10 declaraciones que se plantean, en una escala con nueve opciones. Se les pide que «realicen una valoración con un margen de confianza en su juicio, marcando con X varias opciones, dentro del intervalo de las nueve opciones, o bien, que realicen una valoración exacta marcando con X una única opción». No se consideraron las valoraciones de los alumnos sobre sus propios trabajos, por lo que al final se obtuvieron un total de 10 valoraciones para cada proyecto, de 7 alumnos y 3 profesores. Este número de expertos se considera suficiente cuando se aplica la *Teoría de Expertones*<sup>2</sup>. Precisamente proponemos aplicar esta teoría en la elaboración de un **Instrumento de Valoraciones Difusas (IVD)**, con el procesado de datos expuesto en la Tabla 3, y que considera las opiniones proporcionadas por profesor y alumno en base a criterios de evaluación del proyecto de grupo en la asignatura de Superficies Complejas. Los cuales realizan valoraciones monocriterios/multicriterios con un margen de confianza en su propio juicio dentro del intervalo [0,1].

La ventaja de esta técnica de valoración es que permite examinar el grado certeza de los juicios de un grupo de expertos en la valoración de un descriptor. Se ha utilizado en diversas áreas como en *la evaluación de la calidad de un producto* y (Levrat, 1997), *el control de gestión de stocks* (Reig y González, 2002), *el análisis perceptual de varios modelos de un producto* (Zalila, Guenand y Martin, 2005), *la evaluación de un modelo de auditoría urbana* (Barreiro et. al., 2007) o *la evaluación de un código de ética* (Gámez y Díez, 2008). Los expertones se pueden usar cuando se pretende reunir la opinión de varios expertos en una opinión global única. En esta línea, lo utilizamos en la evaluación del proyecto de diseño de un producto realizado por cada uno de los grupos de alumnos de la asignatura de Superficies Complejas.

En cuanto a los tutoriales de la asignatura, se han generados y unificados mediante diversas técnicas de edición, modelado y montaje. Para ello se han utilizado aplicaciones informáticas diversas, como pueden ser, Microsoft PowerPoint, Ispring, etc., y para fomentar la interactividad, se genera mediante Dreamweaver y HTML.

1.A. Valoraciones realizadas por diez expertos sobre "C"	Experto	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
	N.S.	0,875	0,75	1	1	0,875	0,625	0,875	1	0,875	0,875
	N.I.	0,75	0,75	0,75	0,625	0,5	0,5	0,5	0,875	0,875	0,5

Escuela Técnica Super	Opción	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Niveles Valoración	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1
	N.S.	0	0	0	0	0	1	1	5	3



ETS de Ingenieros Industriales y  
de Telecomunicación.  
Universidad de Cantabria

**cuieet**<sup>20</sup><sub>10</sub>

**Tabla 3.** *Procesado de datos con expertones como principal componente del IVD*

#### 4. Resultados de la experiencia de innovación

Estimamos que se ha logrado una mayor implicación del alumno en el desarrollo de los proyectos durante el curso. Se ha potenciado las competencias de “trabajo en equipo” y “el aprendizaje autónomo”. La asistencia a clase ha mejorado respecto al curso anterior. En concreto la asistencia a clases prácticas es similar a la de cursos previos entorno al 95%, mientras que la asistencia a clases teóricas se ha visto incrementada respecto al curso anterior. Ello revela el grado de interés e implicación de los alumnos por los proyectos realizados y una mejor conexión y adaptación de la teoría con los trabajos prácticos.

Se observa una mejora en la presentación y defensa de proyectos, una importante implicación del alumnado en los seminarios desarrollados, participando, de forma responsable en la “Coevaluación Intergrupo” de sus compañeros, acudiendo el 100% del alumnado. Al respecto, es necesario destacar que ofrecieron valoraciones que estimamos fueron sinceras y acertadas, al ser contrastadas y coincidiendo, en un estrecho margen de confianza, con las realizadas por el profesor (Tabla 4).

**Tabla 4.** Valores esperados para cada una de las cualidades de los proyectos

		G11-Triciclo		G12-Mecedora		G13-Cafetera		G21-Volkswagen	
		i	d	i	d	i	d	i	d
Valor esperado C1	N. Sup. N. Inf.	0,575	0,663	0,688	0,775	0,638	0,713	0,638	0,713
Valor esperado C2	N. Sup. N. Inf.	0,575	0,625	0,763	0,838	0,525	0,600	0,675	0,763
Valor esperado C3	N. Sup. N. Inf.	0,675	0,763	0,688	0,788	0,750	0,863	0,525	0,663
Valor esperado C4	N. Sup. N. Inf.	0,600	0,650	0,700	0,763	0,625	0,700	0,463	0,488
Valor esperado C5	N. Sup. N. Inf.	0,725	0,788	0,738	0,788	0,613	0,675	0,488	0,538
Valor esperado C6	N. Sup. N. Inf.	0,800	0,850	0,800	0,863	0,700	0,775	0,350	0,425
Valor esperado C7	N. Sup. N. Inf.	0,788	0,825	0,800	0,850	0,625	0,763	0,763	0,825
Valor esperado C8	N. Sup. N. Inf.	0,888	0,938	0,825	0,875	0,788	0,850	0,688	0,738
Valor esperado C9	N. Sup. N. Inf.	0,825	0,875	0,725	0,788	0,750	0,813	0,675	0,713
Valor esperado C10	N. Sup. N. Inf.	0,525	0,563	0,538	0,613	0,413	0,450	0,463	0,488
Valor Global	N. Sup. N. Inf.	<b>0,697</b>	<b>0,754</b>	<b>0,726</b>	<b>0,794</b>	<b>0,643</b>	<b>0,720</b>	<b>0,573</b>	<b>0,635</b>
<b>CALIF. GLOBAL</b>		<b>7,26</b>		<b>7,60</b>		<b>6,81</b>		<b>6,04</b>	
<b>CALIF. PROFESOR</b>		<b>7,63</b>		<b>7,63</b>		<b>6,5</b>		<b>6,06</b>	



Los expertones resultantes de la investigación nos expresan las valoraciones de todos los expertos sobre cada cualidad del proyecto. Si nos centramos en la cualidad nº 5 sobre la originalidad del producto Triciclo realizado por el grupo 1.1, la interpretación del expertón correspondiente nos indica una tendencia hacia una valoración "muy de acuerdo" (el 100% de los expertos valoran por encima de 0,5 puntos) pues se observa que ambas curvas (superior e inferior) de la distribución acumulada aparecen por encima de la diagonal y tienen una alta pendiente.

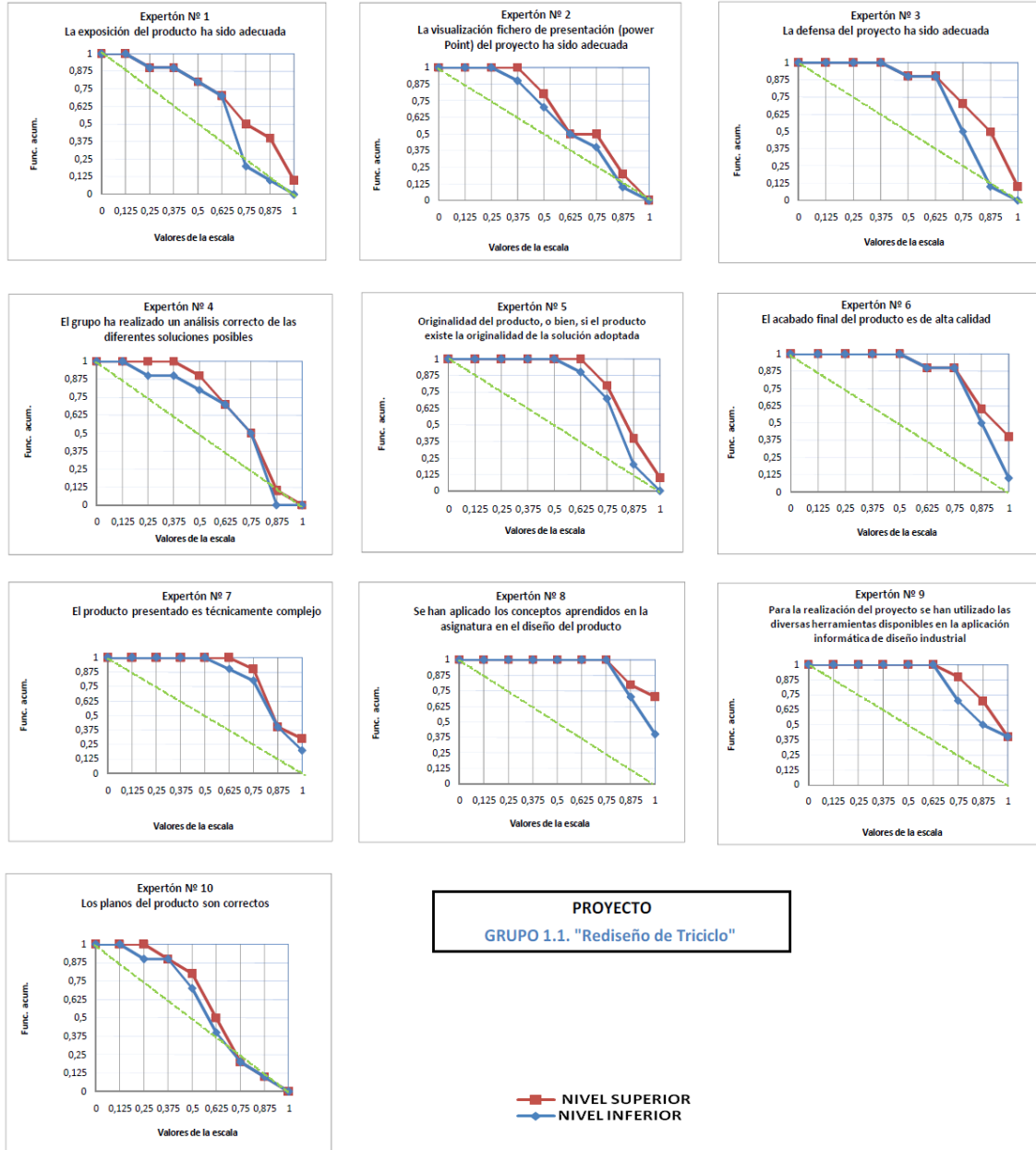
Además se observa un elevado grado de consenso en las valoraciones al mostrarse, ambas curvas, muy "juntas" (Figura 1). Estas interpretaciones se pueden realizar sobre el resto de expertones.

Los **materiales en red elaborados** están disponibles para los alumnos en la Plataforma de Enseñanza Virtual de la Universidad de Sevilla<sup>3</sup>. En el enlace "Teoría" los alumnos disponen las presentaciones de los temas expuestos, en dos formatos: presentación *Flash* y versión imprimible *Pdf*. En el enlace "Prácticas" se ubican los tres módulos de aprendizaje de Diseño y Generación de Superficies con CATIA V5: *Módulo 0. "Wireframe and Surface Design", Módulo 1. "Generative Shape Design" y Módulo 2. Prácticas de Diseño y Generación de Superficies "Generative Shape Design"*.

También se pueden consultar los trabajos realizados por alumnos de curso anteriores, los cuales se presentan en dos formatos, *presentación Flash* y *realidad virtual VRML*, donde pueden observar y manipular en tres dimensiones los productos diseñados (esto es, mover, girar, escalar desplazar). Asimismo, se pueden visualizar en 3D los modelos finales de las prácticas obligatorias en formato VRML. Al respecto, las últimas actuaciones concretas en la plataforma han consistido en presentación de todos los productos finales realizados por los alumnos de los cursos anteriores, clasificados por curso. Además, para orientar y guiar al alumno durante el desarrollo de los trabajos, se ha puesto a su disposición varios tutoriales que guían todo el proceso de creación de productos con superficies complejas.

---

<sup>3</sup> Enlace con la Plataforma de Enseñanza Virtual de la Universidad de Sevilla: <http://ev.us.es:8080/portalev/inicio>



**Figura 1.** Representación gráfica de expertones, basado en Zalila (1997), del proyecto "rediseño de un triciclo"

Además de los materiales en red ya disponibles para el alumnado, acciones concretas fueron dirigidas hacia el logro de la interactividad y control del modulo de prácticas sobre la Generación de Superficies "Generative Shape Design" de la aplicación informática de diseño asistido por ordenador Catia V5. Estos nuevos elementos

fomentan la retroalimentación cognoscitiva del alumnado mediante sus propias experiencias. Estas experiencias se irán adquiriendo mediante la elección de tutoriales, basados en los proyectos de la asignatura Superficies Complejas ejecutados tanto a nivel, grupal como individual. Todo ello encaminado a dotar al alumno de la capacidad de generar, manipular, editar y organizar curvas y superficies complejas, así como realizar las operaciones necesarias para su aplicación en el diseño y organización óptimos de dispositivos industriales, que le permitan el diseño avanzado de productos con formas complejas.

## **5. Conclusiones e implicaciones de la innovación**

Consideramos que el desarrollo de esta experiencia de innovación docente en la asignatura "Superficies Complejas" tiene importantes implicaciones para los procesos de enseñanza-aprendizaje en la titulación o asignaturas a las que afectará sobre todo a aquellas del segundo cuatrimestre de tercer curso como "Animación y Fotorrealismo", "Modelado Sólido", "Diseño Gráfico" y la asignatura de "Proyecto Fin de Carrera".

Con la aplicación de las Actividades Académicamente Dirigidas, de acuerdo con la metodología de Enseñanza Basada en el Aprendizaje por Proyectos (EBAP) se ha pretendido conseguir: 1) un Ingeniero Técnico en Diseño Industrial adecuado a las EESS, 2) el Autoaprendizaje del alumno, 3) cambiar el rol del profesorado, de puro transmisor de conocimientos, hacia un rol de orientador y supervisor del aprendizaje, y 4) Mejorar la empleabilidad del alumno egresado con unas enseñanzas más acordes con el mundo laboral.

Por otra parte, entendemos que el aprendizaje puede ser favorecido gracias a la disponibilidad de tutoriales, generados a partir de los proyectos de cursos anteriores. Estos tutoriales ayudan al alumnado a recibir los conceptos básicos, medios o complejos, dependiendo de la dificultad de cada proyecto y su generación. Además, pueden incrementar la creatividad y beneficiar al alumnado a la hora de la elección de diferentes técnicas o líneas de trabajo para futuros proyectos.

Sobre el ***Instrumento de Valoraciones Difusas*** (IVD) propuesto para la ***"Coevaluación Intergrupo"*** de los proyectos presentados por los grupos de alumnos, basada en la ***Teoría de Expertones***, es necesario remarcar que los expertos pueden tener ciertas dudas acerca de sus valoraciones, sobre todo si éstos son alumnos (aunque sean del último curso de carrera). Se entiende que el profesor, en principio, tendrá una mayor confianza en su juicio sobre sus valoraciones. La teoría de expertones tiene en cuenta esta condición humana de los expertos (alumnos y profesores). Por ello, sus juicios deben ser considerados "subjetivamente objetivizados" (Zalila, 2002), lo cual nos puede conducir a la reflexión, negociación y creatividad. Aplicando la teoría de expertones a la evaluación de proyectos de productos industriales, los expertos tendrán mayor confianza y libertad en la formación de sus propios juicios, al poder encuadrar mejor sus percepciones. Esto repercutirá en una mayor fiabilidad de las fuentes y, por consiguiente, una mayor exactitud en los resultados. Mediante esta técnica pueden calcularse fácilmente las curvas acumulativas complementarias, además de proporcionar una representación del perfil perceptual de los expertos sobre el proyecto del producto industrial expuesto. Cada gráfico expertón representa la opinión de todos los expertos sobre una misma cualidad del proyecto. Tienen las ventajas de facilidad de cálculo, simplicidad en la interpretación y visualización de todos los datos, pudiéndose deducir rápidas conclusiones.

Los resultados obtenidos con los expertones, además de coincidir con aquellos de carácter general, también contienen información adicional sobre los expertos, como la evaluación de su confianza, una valoración de la dispersión en sus juicios o su interpretación de los descriptores. Por todo ello, creemos que la teoría de expertones proporciona a un método de evaluación optimizado para la decisión de grupo multicriterios en el campo de evaluación de proyectos de diseño industriales.

No conocemos ningún trabajo científico en la investigación sobre innovación docente que haya empleado esta metodología para la evaluación de trabajos de grupo orientados a "Enseñanza basada en el Aprendizaje por Proyectos" (EBAP). Se trata, por tanto, de una de las grandes aportaciones de nuestro trabajo, pues la metodología utilizada puede ser considerada como punto de referencia para la investigación

relacionada con los métodos de evaluación docente de las competencias adquiridas por el alumno en el proceso enseñanza-aprendizaje.

En el futuro proponemos que el Instrumento de Valoraciones Difusas (IVD) pueda automatizarse en la medida de lo posible a través de una aplicación informática, para que facilite la labor de gestión de datos. Sería recomendable, además que se diseñe adaptable para su reutilización en próximos cursos con diferentes números de alumnos y grupos. Ello facilitaría el manejo de la considerable cantidad de información necesaria en el procesado de datos.

## 6. Referencias

1. B. Barreiro, J. Díez y J.C. De Miguel, *The urban audit model. An evaluation using an experton*, Working Paper Business Organization Department, School of Business Administration, University of Santiago de Compostela, Campus de Lugo. (2007).
2. C. Camiña, J.M. Martínez y E. Ballester, *¿Ec Qué?: de la Formación en Conocimientos a La Formación en Competencias*, Actas del XII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Ref. 154, Barcelona, (2004).
3. M. Fatene, *Contribution á la théorie des expertons Sous-ensembles flous de type 2 et 3*, Ph.D. thesis, D1374, Groupe Logique Floue, Université de Technologie de Compiègne: Compiègne, France, (2001).
4. J. Gámez, *Diseño y Generación de Superficies. Prácticas con Catia V5. Módulo I: Generación de Superficies "Generative Shape Design" y Módulo II: Prácticas de Diseño y Generación de Superficies "Generative Shape Design"*, Ed: <http://ev.us.es:8080/portalev/inicio>, Sevilla, (2006).
5. J. Gámez y E.C. Díez, *Código de ética en la franquicia: evaluación mediante la «teoría de expertones»*, USGM, ed: Cordeiro y Díez, (2008), 263.
6. A. Kaufmann, *Les Expertons*, coll. *Traité des Nouvelles Technologies. Mathématiques appliquées series*, ed. Hermès, Paris, (1987).
7. A. Kaufmann, *Theory of Expertons and Fuzzy Logic*, FSS, **Vol.** 28, (1988), 295.
8. E. Levrat, A. Voisin, S. Bombardier, y J. Bremont, *Subjective Evaluation of Car Seat Comfort with Fuzzy Set Techniques*, IJIS, **Vol.** 12, (1997), 891.

9. F. Mateo, J. Gámez y J. Martín, *Representación Fotorrealista. La Imagen de Síntesis como Toma Fotográfica*, Actas XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, **Vol.** 16, (7), Mejoras e Innovación Educativa, (2008).
10. PBLE: *Project Based Learning In Engineering A Guide to Learning Engineering Through Projects*, University of Nottingham Subject area: Engineering, Extraído en marzo 2010 de <http://www.pble.ac.uk>, (2003).
11. A. Pérez, J. Serrano, I. Peñarrocha, E. Pérez, *Un sistema para la evaluación del aprendizaje basado en proyectos*, Actas XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Cádiz, (2008).
12. J. Reig y J.F. González, *Modelo borroso de control de gestión de materiales*, Revista Española de Financiación y Contabilidad, **Vol.** 31, (112), (2002), 431.
13. R. Tippelt y H. Lindemann, *El método de Proyectos*, extraído en marzo 2010 de <http://www.halinco.de/html/doces/Met-proy-APREMAT092001.pdf> (2001).
14. Z. Zalila, *Les Experts. Evaluation Subjective: Methodes, Applications et Enjeux*, Les Cahiers des clubs CRIN, "Logique Floue", Association ECRIN, Paris, (1997), 52.
15. Z. Zalila y M. Fatene, *Opérateurs flous en théorie des experts: sémantique d'une décision de groupe en évaluation subjective*, **Vol.** II. Proceedings of the 7th International Conference IPMU Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems, , Paris, July 6-10 (1998a), 1691.
16. Z. Zalila y M. Fatene, *Résolution d'équations floues en intervalles -Application aux Experts*, Proceedings of the Fuzzy Logic and Applications Conference LFA., , Cépadués-Éditions, Rennes (France), November 18-19 (1998b), 217.
17. Z. Zalila, *Contribution des mathématiques du flou à l'évaluation de produits et à la conception centrée sur l'homme: testeur virtuel, pilote virtuel & systèmes intelligents d'aide à la conduite automobile*, Proceedings of the SIA conference R-2002-07, Le Style, un défini pour la Technique, Compiègne, France, SIA, (2002), 13.
18. Z. Zalila, A. Guenand, y J. Martin, *Application of Experton Theory in the Sensory Analysis of Cell Phone Flaps*, Taylor&Francis Inc., Q. E., **Vol.** 17, (2005), 727.