



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

# **XIV** JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Investigació, innovació i ensenyament universitari:  
enfocaments pluridisciplinars



JORNADAS  
DE REDES DE INVESTIGACIÓN  
EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

# **XIV**

Investigación, innovación y enseñanza universitaria:  
enfoques pluridisciplinarios

Coordinadores i coordinadors / *Coordinadoras y coordinadores:*

María Teresa Tortosa Ybáñez

Salvador Grau Company

José Daniel Álvarez Teruel

© Del text / *Del texto:*

Les autores i autors / *Las autoras y autores*

© D'aquesta edició / *De esta edición:*

Universitat d'Alacant / *Universidad de Alicante*

Vicerektorat de Qualitat i Innovació Educativa / *Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa*

Institut de Ciències de l'Educació (ICE) / *Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)*

ISBN: 978-84-608-7976-3

Revisión y maquetación: Verónica Francés Tortosa

Publicación: Julio 2016

# Estrategias para el Aprendizaje Activo en CFD

M. Parra Santos<sup>\*</sup>; J.M. Molina Jordá<sup>+</sup>; G. Luna Sandoval<sup>□</sup>; M. Cacho Pérez<sup>x</sup>;  
R. Pérez Domínguez<sup>\*</sup>

*\* Departamento de Ingeniería Energética y Fluidomecánica, Universidad de Valladolid*

*+ Departamento de Química Inorgánica, Universidad de Alicante*

*□ Departamento de Ingeniería Industrial y Mecatrónica, Universidad Estatal de Sonora  
x Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios Continuos y  
Teoría de Estructuras, Universidad de Valladolid*

## RESUMEN

Las nuevas tecnologías de la comunicación favorecen el acceso a la información, la difusión de las opiniones y pueden actuar como una red social. Estas aplicaciones bien empleadas pueden ser una valiosa herramienta de trabajo en el entorno del aprendizaje. El triángulo de aprendizaje de Edgar Dale establece que se asimila el 90% de lo que se hace y el 70% de lo que se dice frente al 10% de lo que se lee. Bajo esta premisa, es necesario que el alumno asuma un papel activo en su proceso de aprendizaje. Este trabajo recoge experiencias en la materia optativa de Modelado Numérico de Sistemas Sólidos y Fluidos del grado en Ingenierías Mecánica para motivar el aprendizaje activo. A modo de resumen, las tareas utilizadas han sido: la utilización de talleres de trabajo colaborativo, evaluación por pares entre los alumnos, acceso a material multimedia mediante códigos QR (respuesta rápida), realización de formularios de repaso entre otros. El éxito de la metodología utilizada se materializa en un mayor grado de comprensión de la materia y de las aplicaciones a escala real de los talleres realizados, así como la adquisición de destrezas transversales como desarrollo del pensamiento crítico, capacidad de trabajo en equipo, redacción de informes técnicos y evaluación justificada de los mismos.

**Palabras clave:** talleres colaborativos, evaluación por pares, web 2.0, redes sociales, códigos QR.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Propósito**

El objetivo de este trabajo es presentar las herramientas docentes al servicio del aprendizaje activo de una materia. En base a pasatiempos, formularios de reflexión, talleres prácticos y evaluaciones razonadas, se busca un incremento del grado de comprensión de la materia.

Este proyecto es una colaboración de la Universidad de Valladolid, la Universidad de Alicante y la Universidad Estatal de Sonora (Méjico).

### **1.2 Revisión de la literatura**

Existen diferentes experiencias que evidencian el éxito del alumnado al asumir un papel activo en el proceso de aprendizaje. Por citar alguna experiencias, destacan Soares, (2014) en el sector de la ingeniería, o García Peñalvo (2014) en el sector de las ciencias de la salud.

Con el desarrollo de las plataformas virtuales, por ejemplo Moodle o Edmodo (Paliktzoglou, 2014), el método docente se ha visto favorecido por la incorporación de herramientas que facilitan el acceso y difusión de la información, así como la participación activa del estudiante. Al-Malki (2014) realizó una experiencia en aprendizaje de inglés usando aulas virtuales y el programa second-life, resultando que la mayor tasa de éxito se logró con el aula virtual y en cualquier caso, la participación activa con ambas estrategias fue productiva.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Descripción del contexto**

Aunque los alumnos reciben en horas de teoría los fundamentos de la CFD, desconocen los recursos necesarios para realizar las tareas, por lo que en horas de problemas se les debe enseñar el manejo del programa de simulación de propósito general. La realización de un tutorial, permite la visión global del programa y una primera toma de contacto con los diferentes menús y utilidades del programa.

La realización de un cuestionario sobre diferentes aspectos del tutorial (Figura 1) permite fijar la atención en los aspectos más relevantes. Como conclusión, muchos alumnos reconocen haber aprendido más de lo que creían antes de contestar al cuestionario. Además se

familiarizan con el proceso de envío y posterior evaluación de las 4 tareas que componen el proyecto a realizar.

Para cada tema, los alumnos tienen actividades estilo pasatiempo (rellenar huecos o agrupar, se adjunta una muestra en las Figuras 2 a y b) que le permite comprobar que ha comprendido los conceptos mínimos.

## 2.2. Procedimiento

Desde el 2001 hasta la actualidad, se ha impartido docencia de CFD proponiendo diferentes talleres prácticos a los alumnos de la Universidad de Valladolid. Los proyectos seleccionados para realizar talleres debían cumplir una serie de características:

- debían ser sencillos desde el punto de vista geométrico
- debían estar caracterizados por complejos patrones de flujo
- debían adecuadamente documentados en la bibliografía.

Una metodología similar fue aplicada con éxito en las Universidades de Iowa, Iowa State y Cornell referenciado por Stern y otros (2006).

Figura 1. Instrucciones de evidencias de haber hecho el tutorial

### CUESTIONARIO DEL TUTORIAL Elbow de FLUENT

Envío



CUESTIONARIO DEL TUTORIAL Elbow de FLUENT  
por ARRANZ CEREZO, ALVARO  
enviado en sábado, 27 de septiembre de 2014, 15:40

• CUESTIONARIO\_TUTORIAL.docx

#### Instrucciones para la evaluación

Recuerda que debes evaluar honestamente el trabajo de un compañero de forma anónima.

Baremo:

Enumerar los diferentes modelos de turbulencia disponibles en fluent. (2 pts por cada modelo hasta un máximo de 10 pts)

Introduce un contorno de temperatura en el codo (Presente/Ausente)

Explicar el procedimiento para visualizar el perfil de temperatura en una línea de la salida (Excelente/Muy Pobre)

Introduce una figura con los vectores de velocidad en el codo (Presente/Ausente)

En este tutorial se refina la malla, averigua que métodos de adaptación de la malla ofrece Fluent. (2 pts por cada modelo hasta un máximo de 10 pts)

Introducir un comentario sobre lo difícil que ha sido realizar el tutorial y contestar al formulario (Excelente/Muy Pobre)

Deséale SUERTE a tus compañeros en la realización del Proyecto de Fluent (Presente/Ausente)

Figura 2. Muestra de actividades de repaso de conceptos

### Códigos Comerciales de MFC

#### Matching exercise

Correct! Well done.  
Your score is 40%.

Fluent	Volúmenes Finitos desarrollado por Patankar (USA) :-)
PowerFlow	Métodos Digitales (ecuaciones de Lattice Botzmann) :-)
Ansys	Elementos Finitos :-)
Fire	Volúmenes Finitos desarrollado por AVL (Austria) :-)
Phoenics	Volúmenes Finitos desarrollado por Spallding (UK) :-)

Para ver si conoces las características de los diferentes códigos de volúmenes finitos, te proponemos que vincules los códigos con sus características

a)

#### Gap-fill exercise

Correct! Well done.  
Your score is 67%.

Los esquemas de primer orden presentan el error de **difusión** numérica. Por lo tanto son estables pero muy disipativos.

El esquema upwind de primer orden es adecuado para números de Peclet en valor absoluto **mayores** a 2.

Los esquemas de orden superior presentan el error de **oscilaciones** numéricas. Por lo tanto son inestables pero no son muy estables.

El esquema de diferencias finitas de segundo orden es adecuado para números de Peclet en valor absoluto **menores** a 2.

El criterio de estabilidad requiere que todos los coeficientes sean **positivos**.

Para ver si se han comprendido bien las peculiaridades de los diferentes esquemas de volúmenes finitos, proponemos rellenar los huecos del siguiente texto

b)

Se ha creado un baremo para puntuar las memorias de los proyectos y que a la vez, es una guía a los alumnos sobre las etapas a seguir en cualquier proyecto de Mecánica de Fluidos Computacional. Se valora el empleo del léxico característico de la Mecánica de Fluidos Computacional, así como la estrategia para mejorar el modelo numérico, la capacidad de síntesis de los resultados y conclusiones de los mismos. Por lo tanto es importante la coherencia en la toma de decisiones y el análisis crítico con los resultados obtenidos.

Figura 3. Muestra de los aspectos evaluables dentro de una de las tareas del proyecto

por **PARRA SANTOS, MARIA TERESA**  
 Calificación: 76 of 100  
 Ponderación: 16

**Formato de evaluación** ▾

**Aspecto 1**  
 (ANEXO4: Descripción del campo fluido) ¿Aporta una descripción del comportamiento aerodinámico localizando zonas de recirculación, centros de torbellinos, desprendimientos de capas límites, velocidad de rotación de torbellinos?  
 Calificación \*\*\*\*  
 Comentario No localiza zonas de capa límite adherida, ni puntos de desprendimiento.

**Aspecto 2**  
 (ANEXO4: Descripción del campo fluido + caso y dato de Fluent) ¿Adjunta los archivos caso y dato en el archivo comprimido \*.zip? (2 pts) ¿Los archivos son legibles por el fluent y muestran residuales estables?  
 Calificación \*\*\*\*\* Excelente  
 Comentario

**Aspecto 3**  
 (ANEXO4) ¿Incluye los contornos de vorticidad, líneas de corriente ...? (2pts/contorno) MAX 10 pts.  
 Calificación 6 / 10  
 Comentario Solo vorticidad, vectores y líneas de corriente

**Aspecto 4**  
 (ANEXO4: ) ¿Indica evidencias de resultados susceptibles de mejora?  
 Calificación \*\*\*\*\* Excelente  
 Comentario

**Aspecto 5**  
 (ANEXO4: ) ¿Es adecuado el método para la estimación de la potencia disipada a partir de los resultados suministrados por el fluent?  
 Calificación \*\*\*\*\* Excelente  
 Comentario

**Aspecto 6**  
 (ANEXO4: Modelo) ¿Las conclusiones sobre los puntos fuertes y débiles del modelo son relevantes y coherentes con el resto del proyecto? ¿Se muestra actitud crítica y propuestas de mejora?  
 Calificación 2 / 10  
 Comentario ausente  
 No se habla de difusión artificial, de dificultades asociadas al algoritmo de resolución.

Los trabajos de los talleres son evaluados por pares, resultando muy enriquecedor para los estudiantes realizar la evaluación razonada del trabajo de otro compañero. Siendo requisito justificar una calificación inferior a la máxima, lo que les obliga a volver a repasar los conceptos de la materia. También ven que resultados se obtienen al utilizar estrategias que ellos no habían probado y conocen el patrón de flujo para otros parámetros del proyecto

diferentes al que han utilizado. La figura 3 es una muestra de la evaluación de una de las tareas que compone el proyecto.

### 3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Como todos los años se realiza una encuesta sobre el grado de satisfacción con la metodología aplicada en la Materia de Modelado Numérico de Sistemas Sólidos y Fluidos.

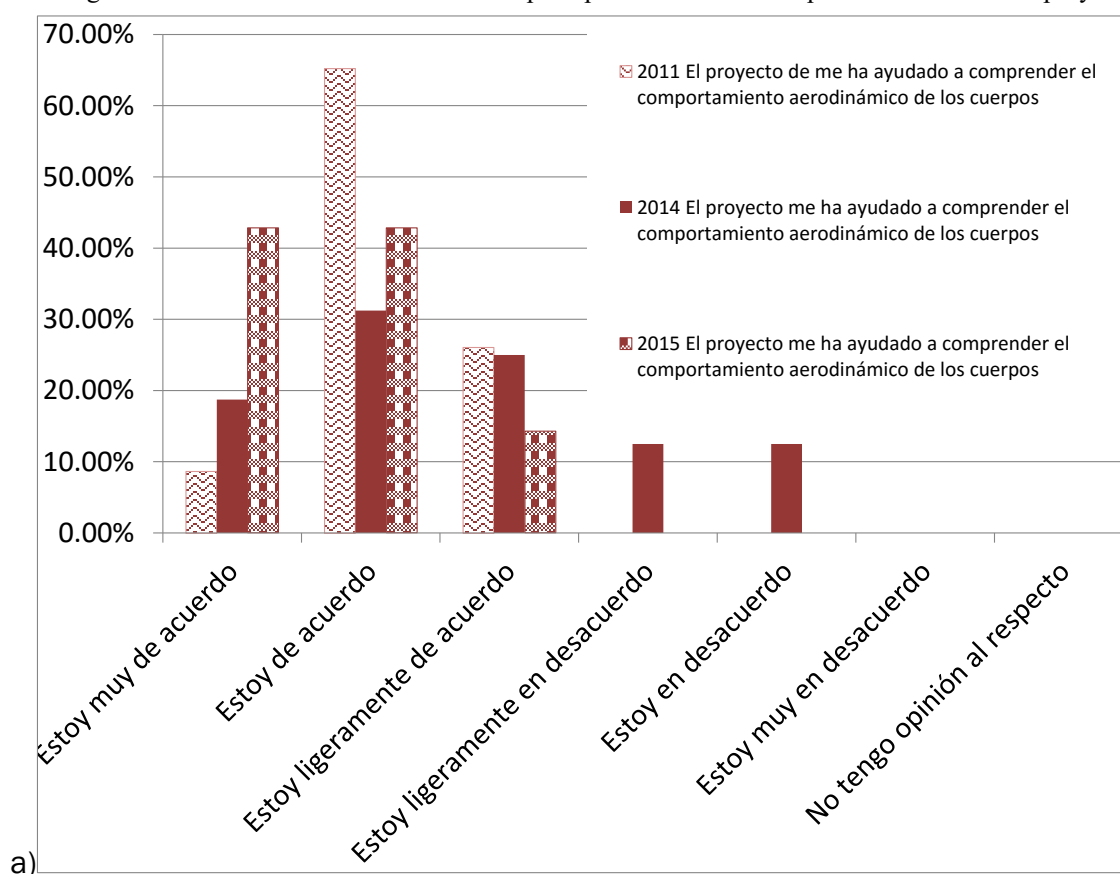
Las figuras 4 muestran la percepción de los alumnos respecto a diferentes aspectos de la materia entre el año 2011 y 2015.

La figura 4a se refiere a si han podido comprender mejor cierto comportamiento fluido. El 90% de los alumnos está de acuerdo en mayor o menor grado.

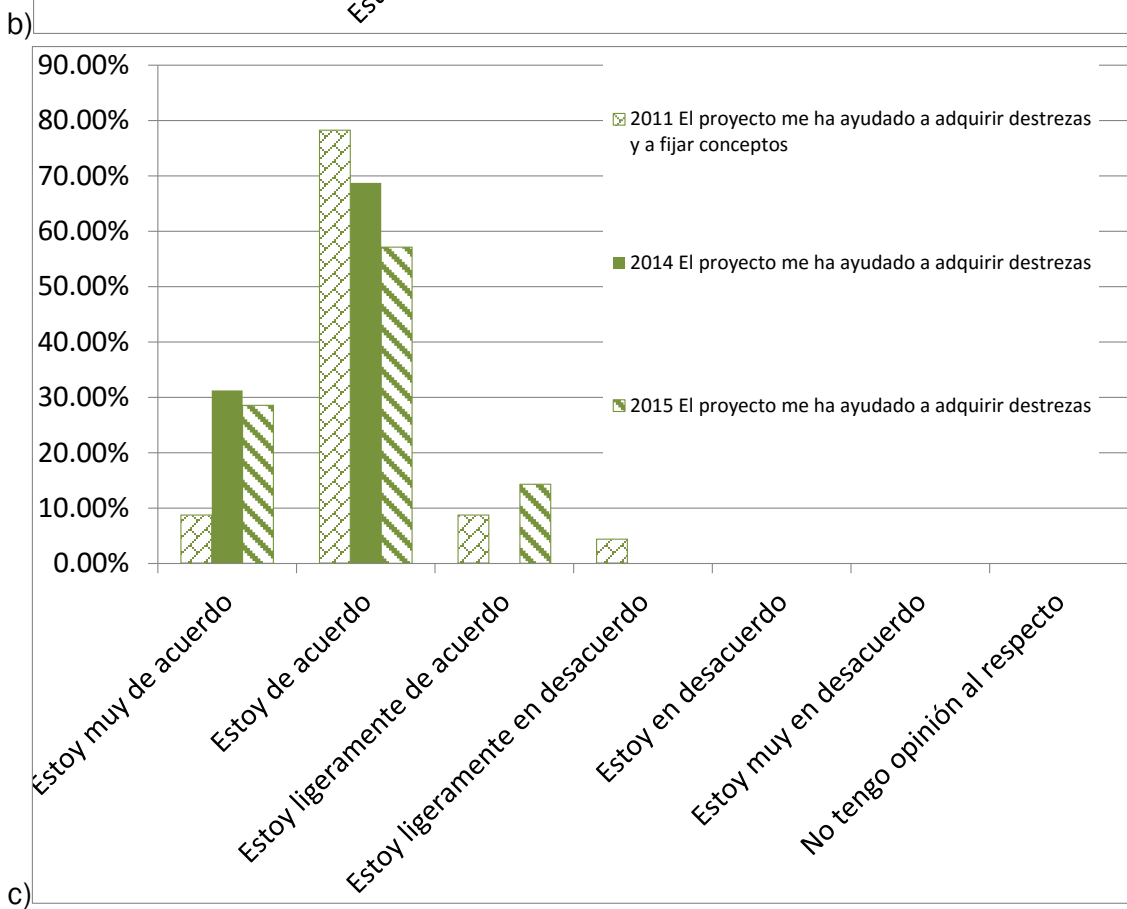
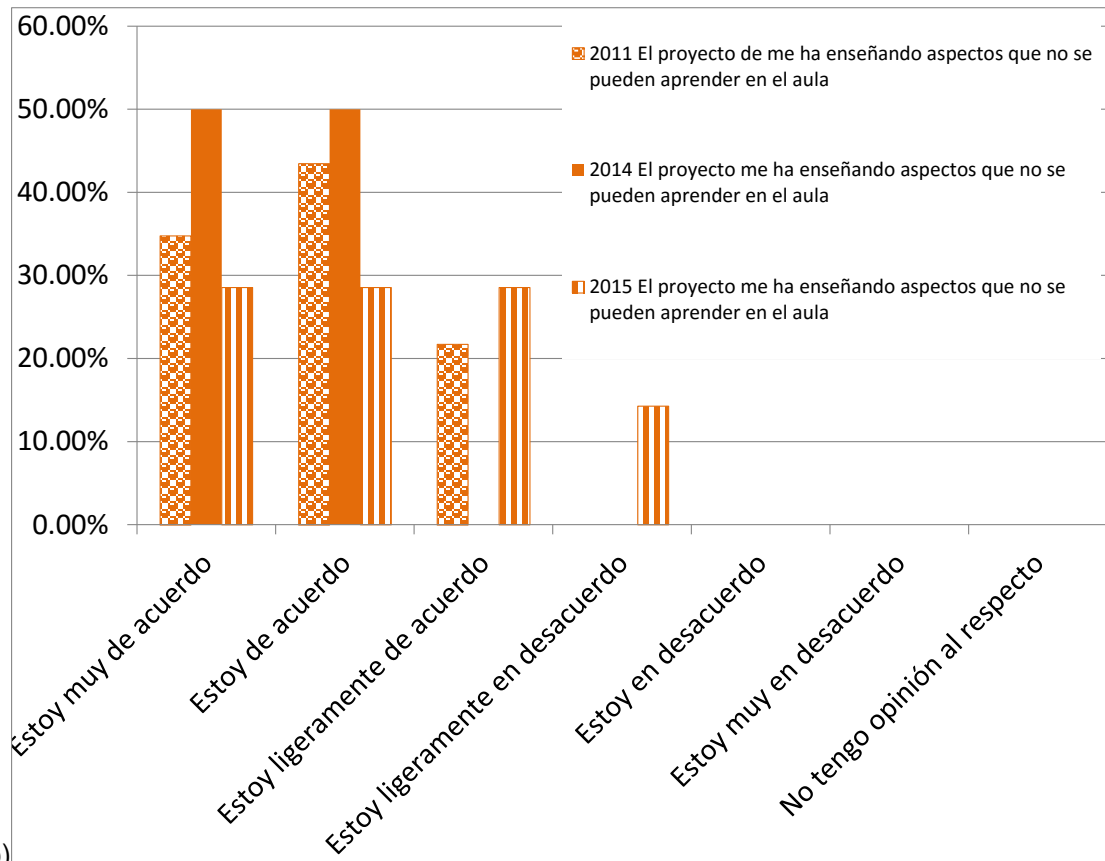
La figura 4b indica que el 85% de los alumnos han sacado conclusiones del trabajo práctico que no hubiesen sido posible con las clases tradicionales.

El mismo porcentaje de alumnos considera que la metodología docente les ha permitido adquirir destrezas para su futuro ejercicio profesional, ver figura 4c.

Figura 4. Evolución del 2011 al 2015 de la percepción del alumno respecto a la utilidad del proyecto

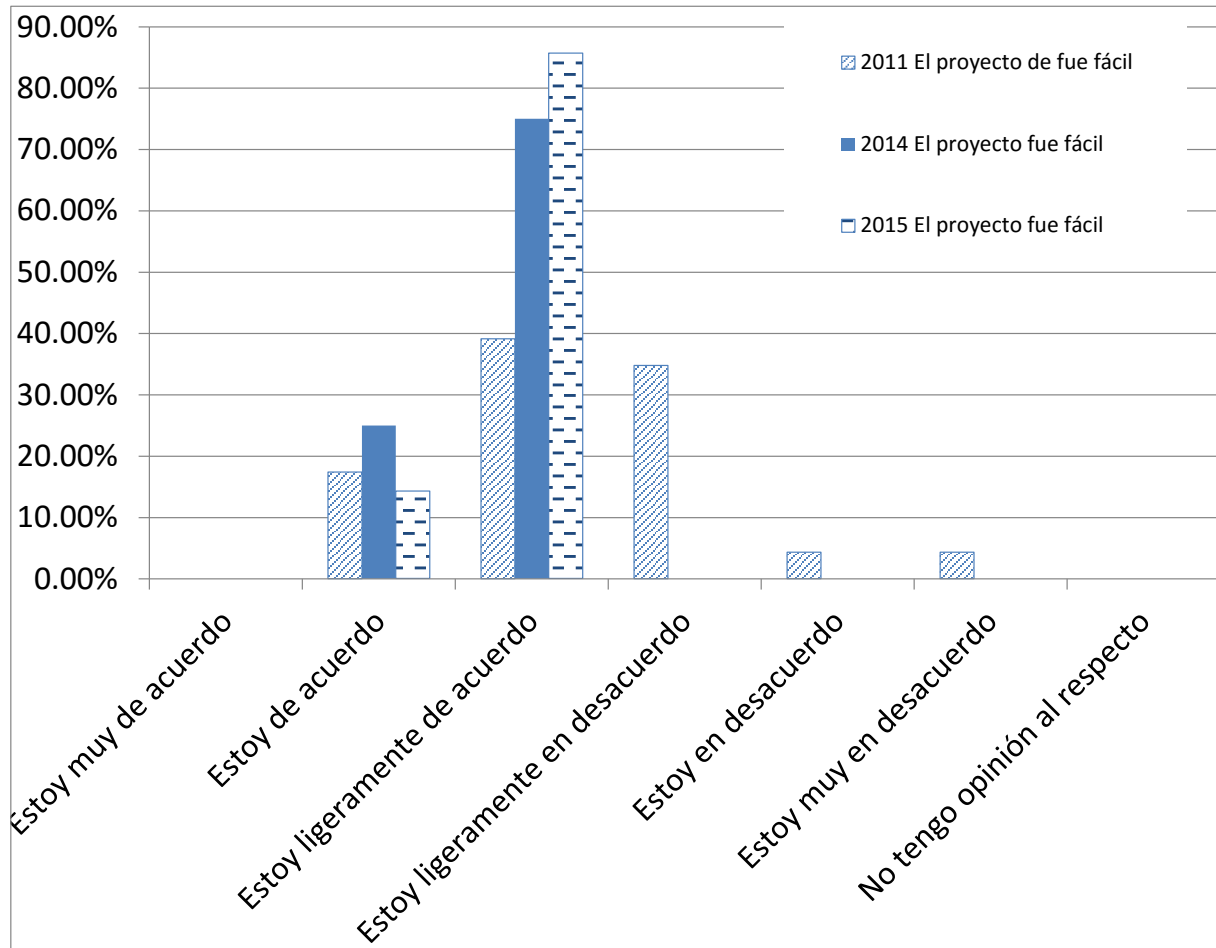






La figura 5 muestra un aspecto un tanto subjetivo, y es el grado de dificultad del taller práctico asignado.

Figura 5. Evolución del 2011 al 2015 de la percepción del alumno respecto a la dificultad del proyecto



#### 4. CONCLUSIONES

Aunque los estudiantes manifiestan dificultades al identificar los fenómenos físicos que originan el comportamiento del campo fluido. En realidad tienen conocimientos teóricos de sobra, pero quizá es la primera vez que se enfrentan a diagnosticar la causa de ciertos patrones. Es precisamente esta conexión entre los conceptos aprendidos en teoría en asignaturas previas y aplicaciones industriales sencillas lo que más les ilusiona por identificarlo con un paso hacia la realidad.

Además, la realización de un proyecto usando los talleres colaborativos, permite el fortalecimiento de destrezas transversales como análisis crítico de los resultados, capacidad de

síntesis en la elaboración de la memoria y creatividad en el diseño de estrategias para hacer un uso eficiente de los limitados recursos computacionales.

Se presentan evidencias de la satisfacción del alumnado por trabajar en un entorno virtual con libertad de horarios y en ambiente colaborativo con comunicación fluida entre compañeros y el profesorado de la materia.

Los resultados de la encuesta de satisfacción evidencian una mejoría en la percepción de los alumnos respecto a la idoneidad de la metodología utilizada. La orientación del profesor es fundamental en la selección del material de refuerzo y en la elaboración de formularios que permitan identificar los puntos débiles antes de la fecha del examen.

Agradecimientos:

Este trabajo se ha visto favorecido por:

- el apoyo de los PID de la UVa: referencias PID/2011/78, PID/2013/7, PID/2014/30 y PID/2015/68, y
- la red de investigación de la Universidad de Alicante: INTERMAT V (INTERdisciplinar en MATeriales) 2015/2016.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Malki N., Almasre M., Surouji, H., Baharith, L. (2014). Evaluating the Potential of Second Life as a Learning Environment vs. the Virtual Classroom System (Centra) used in King Abdulaziz University. *International Conference on Advanced Technology & Sciences*, pp. 1050-1055.
- García-Peñalvo, F.J., Cruz-Benito, J., Maderuelo, C., Pérez-Blanco, J.S., Martín-Suárez, A. (2014). Usalpharma: A Cloud-Based Architecture to Support Quality Assurance Training Processes in Health Area Using Virtual Worlds. *The Scientific World Journal*, Volume 2014 - ID 659364, pp. 1-10, DOI: 10.1155/2014/659364.
- Paliktzoglou, V., Suhonen, J. (2014). Microblogging in Higher Education: The Edmodo Case Study among Computer Science Learners in Finland. *Journal of Cases on Information Technology*, 16(2), 39-57, DOI: 10.4018/jcit.2014040104.
- Parra T. (2013). Aprendizaje Práctico de Mecánica de Fluidos Computacional usando TIC. *V Congreso Internacional Latina de Comunicación Social*. La Laguna. ISBN-13: 978-84-15698-29-6.

- Parra, T. (2014a). Material de YouTube para el aprendizaje virtual en asignaturas de Mecánica de Fluidos. *VI Congreso Internacional Latina de Comunicación Social*. La Laguna. ISBN-13: 978-84-15698-74-6.
- Parra, M.T., Perez, R.J, Castro, F. (2014b). Workshops for Learning in Computational Fluid Mechanics. *Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pp. 113-117. Salamanca: Editorial ACM. DOI: 10.1145/2669711.2669888.
- Parra-Santos, M.T., Castro, F. (2015a). Benchmarking for Practical Training in Computational Fluid Dynamics. *Journal of Cases on Information Technology*, 17(1), pp 1-12, DOI: 10.4018/JCIT.2015010101.
- Parra, T., Molina Jordá, J.M., Luna-Sandoval, G., Cacho Pérez, M. (2015b). Utilidad de las Herramientas de Comunicación para la Evaluación Consensuada en el Aprendizaje Basado en Casos. *VII Congreso Internacional Latina de Comunicación Social*. ISBN-13: 978-84-15698-98-2. DOI: 10.4185/cac90.
- Parra-Santos, T., Molina Jordá J.M., Luna-Sandoval, G., Cacho-Pérez, M., Pérez, J.R. (2016c). Learning by Doing on Computational Fluid Dynamics. *Proceedings of the ASME 2016 Fluids Engineering Division Summer Meeting. Forum on Advances in Fluids Engineering Education Track*. FEDSM2016-7504.
- Soares, S., Leão, C.P., Guedes, A., Brás Pereira, I.M., Morais, C., Sena Esteves, M.T. (2014). Engineering Students' Learning Styles in Fluid Mechanics. *Proceedings of TEEM'14 Track Educational Innovation*, pp. 81-87. Salamanca: Editorial ACM. DOI: 10.1145/2669711.2669883.
- Stern, F., Xing, T., Yarbrough, D.B., Rothmayer, A., Rajagopalan, G. et al. (2006). Hands-On CFD Educational Interface for Engineering Courses and Laboratories. *Journal of Engineering Education*, January, pp. 63-83.