



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
University of Oviedo

# Innovación mediante Técnicas de aprendizaje cooperativo aplicadas a la asignatura de Materiales de Construcción (PINN-19-A-049)

---

## *Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2019*

Begoña Fernández Pérez – fernandezbegona@uniovi.es -Departamento de Ciencia de los Materiales -Universidad de Oviedo

Diego Baragaño Coto – diegobcoto@uniovi.es– Departamento de Explotación y Prospección de Minas-Universidad de Oviedo

Beatriz Ramajo Escalera– ramajobeatriz@uniovi.es- Servicios Científico Técnicos de la Universidad de Oviedo

**Palabras clave:** Aprendizaje cooperativo, nuevas metodologías, competencias transversales, pensamiento crítico

### Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-18-A)	X
--------------------	---

Tipo B (PINN-18-B)	
--------------------	--

### Resumen / Abstract

En los últimos años ha ido creciendo el interés por determinadas metodologías activas que, como en el caso del aprendizaje cooperativo, favorecen que los estudiantes adquieran competencias útiles en el ámbito personal, social y profesional. En este proyecto, la experiencia de innovación docente se ha implementado en la asignatura de Materiales de Construcción del grado en Ingeniería Civil y del doble grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos. A partir de una metodología docente conocida como "*aprendizaje basado en un caso de estudio*", propia de otros grados y combinada con una estrategia de grupos de trabajo, se ha fomentado el aprendizaje cooperativo.

El objetivo fundamental de este proyecto es incentivar la participación del alumno dentro de las prácticas de la asignatura y, con ello, una mayor motivación por la asignatura. Frente a las metodologías tradicionales, basadas en que los alumnos memoricen contenidos que luego serán



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

evaluados en exámenes centrados en determinar el nivel de conocimientos sobre la materia, las metodologías activas promueven que los alumnos desarrollen destrezas y habilidades en base a determinadas competencias. Con este proyecto, se buscó el acercamiento de los alumnos a algunas técnicas de caracterización, así como la mejora en su capacidad de reflexión, solución de problemas, redacción técnica y formal de informes y memorias técnicas. Todo lo anteriormente señalado resulta fundamental de cara a su futuro profesional como ingenieros.

## **1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria.**

El presente proyecto tiene como finalidad la incorporación de una nueva metodología de innovación en las clases prácticas de las asignaturas Materiales de Construcción y Ciencia de los Materiales del Grado en Ingeniería Civil y del doble grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos, con el objetivo de mejorar la participación en la asignatura del alumnado y la interacción estudiante-profesor.

### **1.1 Objetivos específicos del proyecto conseguidos. Indicar y valorar el grado de consecución de cada uno.**

Los objetivos específicos del Proyecto no han sufrido ninguna modificación respecto a los planteados y, por tanto, han sido conseguidos y coinciden con los indicados en la solicitud de este.

#### **A.- Potenciar acciones que consigan incentivar la asistencia del alumnado a las clases presenciales y captar su atención.**

Durante el curso se les planteó a los alumnos el reto de trabajar con una probeta de material individual por cada grupo para poder aplicarle todas las técnicas analíticas y de caracterización estudiadas durante las clases teóricas de la asignatura, permitiéndoles acceso libre a los equipos en las horas de prácticas, siempre supervisadas por los responsables del proyecto. De este modo se intentó ampliar su comprensión sobre la asignatura y el desarrollo de su pensamiento práctico,



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

situándolos en situaciones en las que no basta aplicar una receta o fórmula directamente, si no que las soluciones se tienen que adaptar a las condiciones concretas de cada caso. Por otra parte, se favorece el trabajo en equipo, generando un clima de confianza y de relajación en las clases que favorece su desarrollo. Finalmente, la planificación y gestión del tiempo disponible para conseguir el resultado final, también es un factor destacado de la experiencia.

**B.- Potenciar acciones para el desarrollo de un lenguaje oral y escrito adecuado por parte de los y las estudiantes, potenciando su capacidad para hacer presentaciones, exposiciones, debates, etc.**

El trabajo final del alumnado consistió en la presentación de un trabajo escrito sobre el estudio desarrollado durante el curso y su debate con la profesora. Mediante esta acción se pretendía mejorar las competencias transversales y extracurriculares del estudiantado centradas en la comunicación efectiva, es decir, desarrollar la capacidad de transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente. Mediante esta vía de desarrollo de la práctica se aseguró, además, la originalidad de los trabajos presentados, disuadiendo además el plagio.

**C.- Coordinación entre profesores y técnicos, para el desarrollo de proyectos interdisciplinares e intercurriculares.**

Como apoyo a los grupos de trabajo y para una presentación interdisciplinar de los trabajos, en el proyecto colaboraron un profesor del departamento de Prospección y Explotación de Minas y una técnica de la unidad de Altas Temperaturas del Servicio Científico Técnico de la Universidad de Oviedo. Gracias a esta colaboración, los alumnos han tenido la oportunidad de ver la asignatura desde otros puntos de vista. En concreto, con la colaboración de los Servicios Científico Técnicos de la Universidad, los alumnos han podido entrar en contacto con equipos de un alto nivel para la investigación científica y el mundo real de la investigación.



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

## **2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia.** *Para la elaboración de este apartado describir el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos del punto 5 de la solicitud del proyecto.*

### **2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente.**

Con relación al Plan Estratégico de la Universidad de Oviedo, se han conseguido los objetivos trazados para los siguientes ítems:

FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos. *Conseguido.*

FAE 11: Implantación de herramientas de control del plagio. Asegurar la seguridad en la originalidad de los trabajos, documentos, etc., y disuadir del plagio. *Conseguido.*

FAE 14: Programa de formación transversal para el estudiantado. *Conseguido.*

FAE 19: Mejora de la atención a los colectivos con necesidades específicas. *Conseguido.*

En este ítem en concreto se trabajó con personas involucradas en el proyecto con problemas de movilidad.

### **2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente).**

Tras la realización del proyecto se puede concluir que se ha logrado en un altísimo porcentaje los ítems correspondientes al Grado de Repercusión:

1-Posibilidad de poner el proyecto en práctica en otras asignaturas, cursos, carreras o con otros profesores.

2- Aumentar la colaboración entre varios centros, departamentos, áreas, profesores, másteres, etc.

3 - Publicación de resultados en revistas, libros, jornadas o congresos distinto de las Jornadas de Innovación Docente de Uniovi.



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

4 - Utilización de herramientas y aplicaciones tecnológicas avanzadas al servicio de la propuesta metodológica.

5 - Posibilidades de dar continuidad al proyecto en cursos posteriores ampliándolo o mejorándolo.

### **3 Memoria del Proyecto.**

#### **3.1 Marco Teórico del Proyecto.**

El Aprendizaje Cooperativo ha demostrado ser una metodología eficaz a la hora de desarrollar no sólo las competencias cognitivas sino también las emocionales y sociales. Además, favorece la inclusión de todos los alumnos. Estas metodologías no están enfocadas a que los alumnos memoricen contenidos, sino a que estos desarrollen destrezas y habilidades al objeto de que adquieran competencias útiles para su desarrollo personal y profesional: el alumno se convierte en el protagonista de su propio proceso de aprendizaje.

Aunque el aprendizaje cooperativo es una metodología cada vez más conocida, en el caso de las materias de ingeniería aún es habitual que la docencia se base en clases magistrales tradicionales, a pesar de las oportunidades que el aprendizaje cooperativo ofrece a la hora de afrontar los elevados índices de fracaso universitario existente.

Si nos centramos en las prácticas de laboratorio de las asignaturas, estas brindan a los estudiantes la posibilidad de entender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica, cómo trabajan los científicos, cómo llegan a acuerdos y cómo reconocen desacuerdos, qué valores mueven la ciencia, cómo se relaciona la ciencia con la sociedad, con la cultura, la industria, etc. (López Rúa, 2012). Muchos alumnos realizan los experimentos o las sesiones de prácticas sin tener una idea clara de qué están haciendo; no son capaces de identificar las cuestiones básicas, los conceptos y los fenómenos involucrados en el experimento y, además, no ven la experimentación como un proceso de construcción del conocimiento (Eduardo, 1992). Por diversas razones es necesario un cambio visible en la concepción de la clase. Como indica Montanes (Montanes, 2017) *“Se hace imprescindible la sustitución de los*



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

*sistemas clásicos de docencia por nuevas prácticas educativas en las que el alumnado no sea un mero receptor de las informaciones y datos expuestos por el profesorado, sino un agente activo que intervenga en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje".* Experiencias previas en otros grados destacan la importancia del trabajo en equipo de los estudiantes, permitiéndoles adquirir y desarrollar competencias esenciales en el mundo laboral, tales como el trabajo en equipo, la integración de la información, la creatividad, la gestión de conflictos, la iniciativa y las habilidades comunicativas, ente otras. Esto incrementa su motivación, satisfacción en el aula y rendimiento académico. (Baena-Graciá, 2012).

### **3.2 Metodología utilizada.**

La implantación del aprendizaje cooperativo se ha aplicado en las clases prácticas de las asignaturas Materiales de Construcción y Ciencia de los Materiales del Grado en Ingeniería Civil y del doble grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de los Recursos Mineros. La idea planteada surgió ante los resultados poco satisfactorios de los alumnos, no sólo en las prácticas sino en la asignatura en general. Por ello se planteó el cambiar por completo la dinámica de las prácticas realizadas hasta este momento, basadas en una explicación de la práctica, así como su realización por parte del profesor teniendo que los alumnos realizar cálculos con los datos obtenidos y entregar un cuestionario cubierto común para todos. Este tipo de trabajos se ha demostrado que no aporta realmente un conocimiento profundo de la asignatura y, por lo contrario, fomenta el plagio.

Las prácticas se llevan a cabo durante 7 semanas con 2 horas semanales. En la primera sesión de laboratorio de la asignatura el profesor se encargó de explicar la dinámica de las prácticas a todos los integrantes de la clase, además de explicar el funcionamiento y la finalidad principal de cada una de las maquinas a utilizar. Esta primera práctica sirve para poner en contexto sobre, maquinarias, materiales y factores generales del desarrollo de las prácticas, para que los alumnos tengan una base inicial a partir de la cual empezar a construir conocimientos. A continuación, los alumnos se organizan en grupos reducidos (como máximo de 3 personas) y a cada grupo se le asignó una probeta para que pudiera trabajar con ella a lo largo del curso. Para el desarrollo de las actividades, los alumnos contaron, no sólo con el apoyo del profesor



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

responsable de las asignaturas, sino también con un profesor de otro Departamento y una técnica de los SCTs, involucrados ambos en el proyecto. En concreto, la técnica de los SCTs apoyó a los alumnos en cuanto a la utilización e interpretación del equipo de FRX, dándoles la oportunidad de estar en contacto con una técnica muy útil en la caracterización de los materiales y a la que no es habitual tener acceso en los laboratorios de docencia. Por otra parte, el profesor del Departamento de Explotación de Minas colaborador del proyecto puso a disposición de los alumnos varios microscopios ópticos, además de su dilatada experiencia en el empleo de estos equipos con los que podrían evaluar el material desde un punto de vista mineralógico y metalográfico, antes y después de los distintos tratamientos a los que los alumnos sometieron a las probetas, con el objetivo de que los alumnos desarrollen su propio aprendizaje.

Al haber 7 sesiones de prácticas, las prácticas giraron alrededor de diferentes equipos: Desbastadoras, Pulidoras, Máquina de tracción, Máquina de dureza, Péndulo de Charpy, Microscopios ópticos, Hornos de alta temperatura y Fluorescencia de Rayos X.

Todo el trabajo tendría que ir acompañado, además, por un apoyo bibliográfico adecuado. Con ello se conseguía fomentar habilidades de búsqueda, selección, análisis y evaluación de la información, asumiendo un papel más activo en la construcción del conocimiento. A la vez, se fomentaba el intercambio de experiencias, resultados obtenidos y opiniones entre los grupos.

Con esta metodología se propiciaba que los estudiantes se involucrasen en procesos de reflexión sobre lo que hacen, cómo lo hacen y qué resultados logran.

Finalmente, se les hizo llegar un cuestionario para que puedan realizar una valoración personal sobre la experiencia realizada y su nivel de implicación con la asignatura con esta nueva propuesta.



### 3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado

En el siguiente diagrama se pueden ver el desarrollo temporal aproximado de las tareas realizadas durante el proyecto

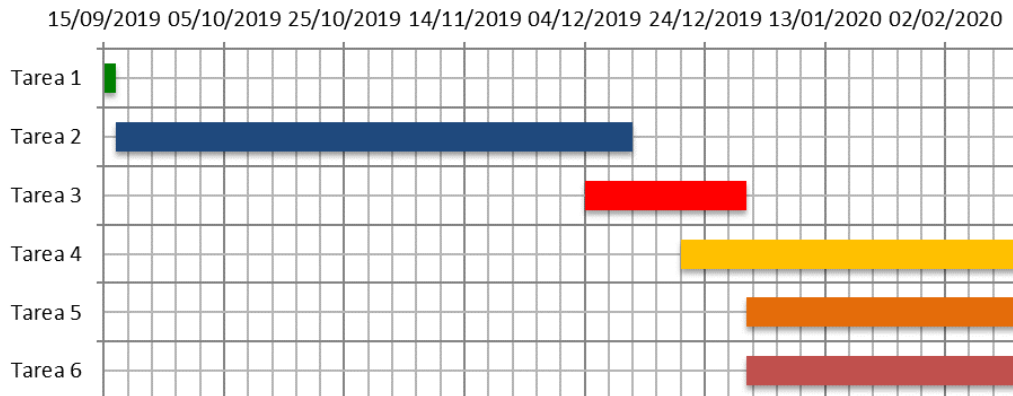


Fig.1.Cronograma

### 3.2.2 Descripción de la Metodología

- Tarea 1. Introducción a la asignatura: En la primera clase teórica de la asignatura, junto con la presentación global de la misma se les informó a los estudiantes sobre el proyecto de innovación docente.
- Tarea 2. Desarrollo del curso: Durante el cuatrimestre que dura la asignatura se realizaron las siguientes subtareas:
  - Subtarea 2.1. Planteamiento de los grupos de trabajo y selección de las piezas de material con las que cada uno de los grupos desarrollarían su proyecto.
  - Subtarea 2.2. La más amplia de todas en la que se realizó las distintas prácticas: Preparación metalográfica de las probetas por desbaste y pulido, análisis microscópico antes y después de ataque ácido, FRX, Tracción, Resiliencia, Tratamientos Térmicos, ensayos de dureza antes y después de los tratamientos térmicos y FRX. En todas ellas se intentó adaptar el tiempo con el avance de la teoría de la asignatura para una mejor comprensión de ésta por parte del alumno. En el inicio de las sesiones se realizaba una pequeña introducción de la nueva práctica y después se permitía al alumnado que





Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

continuasen con su propia probeta para gestionar así su tiempo. Por otra parte, y como complemento al estudio, también se les facilitaba materiales distintos al que les correspondía a cada grupo para que pudiesen realizar comparaciones entre unos materiales y otros.



Fig 2: Imágenes de trabajos presentados por los alumnos

Durante todo el proceso los alumnos tomaban notas y fotos para poder apoyar la redacción de su trabajo final

- Subtarea 2.3. Recepción de los trabajos presentados por los alumnos antes del examen final de la asignatura, su valoración y debate con los autores.



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

- Tarea 3: Realización de una encuesta para valorar la opinión de los alumnos sobre el proyecto de innovación.
- Tarea 4: Análisis de resultados obtenidos. Se valoraron tanto los resultados de la encuesta realizada a los alumnos como por los resultados obtenidos en la asignatura: alumnos que han aprobado las prácticas, alumnos que han aprobado el examen de teoría y alumnos que han aprobado la asignatura en la convocatoria oficial de enero.
- Tarea 5: Redacción de la Memoria Final. En ella se pretende mostrar de una manera clara y ordenada una Memoria que deje constancia del trabajo de muchas horas dedicadas a este proyecto desde su solicitud y de la satisfacción de los objetivos conseguidos.
- Tarea 6. Difusión del proyecto. Se ha realizado un trabajo con los resultados obtenidos enviado a un Congreso Internacional.

### **3.3 Resultados alcanzados.**

*3.3.1 Valoración de indicadores detallando los instrumentos utilizados para recoger la información, se valora la inclusión de tablas o figuras que faciliten la comprensión de lo expuesto. Al menos un indicador se vinculará con el grado de satisfacción del alumnado que participe en el proyecto.*

#### ***Tabla resumen (a incluir obligatoriamente)***

La valoración de los indicadores seleccionados para valoración del proyecto se presenta en la tabla siguiente. Aparecen en rojo los niveles alcanzados en cada uno de los indicadores. Los resultados obtenidos de la aplicación de esta nueva metodología son muy positivos. Durante el desarrollo de las prácticas se ha observado un aumento notable en el interés y la motivación de los alumnos.



Tabla 1. Resumen de Indicadores

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Número de aprobados prácticas	Porcentaje de alumnos que superan la puntuación de 5 en las prácticas	Entre 0,0% y 30,0% →Muy Bajo. Entre 30,0% y 50,0% → Bajo Entre 50 % y 70,0% → Aceptable Por encima 70% → Bueno
2	Número aprobado examen teoría	Porcentaje de alumnos que superan la puntuación de 5 en el examen final de teoría	Entre 0,0% y 30,0% →Muy Bajo. Entre 30,0% y 50,0% → Bajo Entre 50 % y 70,0% → Aceptable Por encima 70% → Bueno
3	Número de aprobados de la asignatura	Porcentaje de alumnos que superan la puntuación de 5 en el examen final de la asignatura.	Entre 0,0% y 30,0% →Muy Bajo. Entre 30,0% y 50,0% → Bajo Entre 50 % y 70,0% → Aceptable Por encima 70% → Bueno
4	Grado de satisfacción del alumnado con la experiencia	Valoración mediante encuesta ciega con posibilidad de respuesta de 1 a 5, siendo el 1 muy desfavorable y el 5 muy favorable	Menos del 30% respuestas en valores de 4 ó 5 → muy bajo Entre 30 y 50% respuestas en valores de 4 ó 5 → Aceptable Más del 50% respuestas en valores de 4 ó 5 → Bueno

Al final de la asignatura se realizó una pequeña encuesta general a los alumnos sobre la aplicación de esta nueva metodología. Las preguntas realizadas en las encuestas fueron las siguientes:

- 1.- ¿Las condiciones del laboratorio resultan adecuadas para la realización de las prácticas?
- 2.- ¿La información durante las prácticas ha sido suficiente?
- 3.- ¿La duración de cada una de las prácticas es suficiente?
- 4.- ¿El número de prácticas se adapta al contenido de la asignatura?
- 5.- ¿La realización de las prácticas facilita una mejor comprensión de la asignatura?



Se valoraban las preguntas de 1 a 5, siendo 1 para el caso de ser muy deficiente y 5 muy positivo.

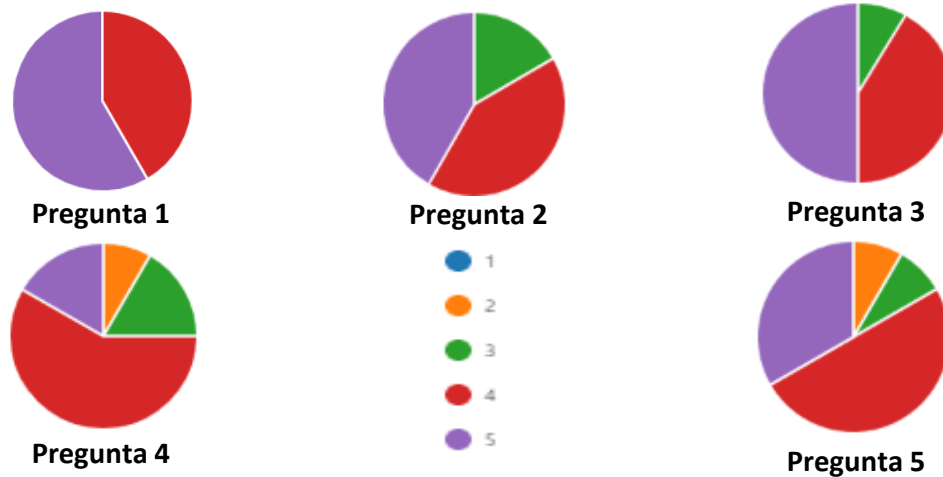


Fig.3-Resultados de la encuesta realizada a alumnos

**3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia relacionando los resultados con los objetivos del proyecto evitando afirmaciones que no estén fundamentadas en lo realizado, redundancias o reiteraciones.**

Los objetivos alcanzados han logrado nuestras expectativas, pues además de realizar una mejora en los resultados de los alumnos en el examen de teoría y por tanto de la asignatura, también han tenido que utilizar el inglés científico para revisar los artículos de la bibliografía.

Por otra parte, los propios alumnos nos han hecho saber su satisfacción con el curso y sus contenidos, así como también con todo el equipo de profesores implicados, llegando a sugerir que sería necesario un mayor número de clases prácticas y esto, sin duda, es una de las mejores recompensas que puede obtener un docente.

Con lo anteriormente señalado, el grupo involucrado en el proyecto está ilusionado en que el próximo año se pueda seguir con la iniciativa y ya se están pensando posibles mejoras.



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

**3.3.3 Información online, publicaciones o materiales en abiertos derivados de los resultados del proyecto** (se valorará especialmente que se proporcionen los enlaces a los mismos).

Se ha presentado un trabajo que ha sido aceptado para el congreso anual de la Society of Mining Professors/Societat der Bergbaukunde SOMP 2020, annual en Medellin -Colombia, titulado “*Innovation through cooperative learning techniques applied to the subject of Materials Science in two different Spanish Engineering degrees*” <https://www.aimcolombia.org/somp2020.php>

**3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto.** Se destacarán los puntos fuertes y débiles del proyecto contrastándolas con los resultados de otros estudios referenciados en el apartado 3.1 sin reiterar los datos ya comentados en otros apartados.

La valoración de los resultados obtenidos en la consecución de este proyecto a partir de la encuesta de satisfacción por parte de los alumnos, como de los resultados de los exámenes son positivos y muy estimulantes. La profundización del aprendizaje colaborativo en la asignatura ha propiciado una mejora de la motivación de alumnado y del profesorado participante.

Por otra parte, la toma de contacto directa del alumnado con los equipos de los laboratorios durante las prácticas, en un ambiente distendido y de colaboración, ha permitido apreciar una mejor relación entre los compañeros, así como entre los profesores y el alumnado, lo que ha dado como resultado una mejor comunicación que también se ha reflejado durante el desarrollo de las clases teóricas y las tutorías, aunque no ha sido uno de los objetivos del proyecto ni se encuentra entre los parámetros a valorar inicialmente.

Descubrir de primera mano equipos de alto nivel con los que investigadores de todo el mundo trabajan, y poder tener acceso a ellos correlacionando su uso con el temario de la asignatura les ha dado a los alumnos una visión diferente de la *encorsetada* que tenían hasta ese momento de la asignatura.



Finalmente, la presentación del trabajo escrito ha incrementado la capacidad analítica de los participantes y la cooperación entre alumnos, incluso de diferentes grupos, permitiendo, además, el desarrollo de sus habilidades lingüísticas y expresivas durante la consecución del trabajo escrito. Se evita claramente el plagio masivo que ocurría hasta ahora durante la presentación de los guiones de las prácticas.

#### **4 Bibliografía.**

- [1] Andreu, L., Sanz, M. Serrat, E. (2009). Una propuesta de formación metodológica en el marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior: los pequeños grupos de investigación cooperativos. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12 (3), 111-126.
- [2] Baena-Graciá, V., Angulo-Zevallos, J., Gualoto, D., Padilla-Valencia, V., y Sanz-Blasco, J. (2012). El aprendizaje colaborativo como herramienta para lograr en la universidad el acercamiento al mundo profesional. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5(9), 47-54.
- [3] Eduardo, M. G. (1992). "¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?" *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* 10(2): 206-211.
- [4] Montanes, N., R. Balart, L. Sánchez-Nacher, L. Quiles-Carrillo and V. Fombuena (2017). "Buenos días: la clase de hoy es un juego ¿y por qué no?". UPV, U. P. d. V. (2017). "Competencias Transversales UPV." Retrieved Marzo 2017, from <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>.
- [5] Pujolàs-Maset, P. (2008). El aprendizaje cooperativo como recurso y como contenido. *Aula de Innovación Educativa*, 170, 37-41



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

[6]Vázquez-Romero, B. (2012). Aprendizaje cooperativo: un reto para aprender, una manera de enseñar. *Revista de Investigación Universitaria*, 11, 93-98.

[7]Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún infrutilizada. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 73-79.