
TALLER DE APRENDIZAJE COOPERATIVO PARA INGENIERÍA.
Javier Sancho Saiz
Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz
26 de Mayo de 2011

OBJETIVOS Y CAPACIDADES A ADQUIRIR EN EL CURSO.

Mediante el presente taller, enfocado siempre desde un punto de vista eminentemente práctico, fundamentado en la experiencia del ponente, y experimentando la metodología del AC, se pretende que el profesorado participante sea capaz de:

- Reflexionar sobre su docencia y desarrolle estrategias para mejorarla.
- Experimentar distintas estrategias y técnicas de trabajo en equipo con las que se posibilite el aprendizaje de competencias transversales.
- Identificar las técnicas grupales más adecuadas para desarrollar en los alumnos la capacidad de trabajar de una forma sistematizada en la solución de problemas o situaciones.
- Identificar las características fundamentales del aprendizaje cooperativo y posibles técnicas de aplicación a asignaturas de ingeniería.
- Desarrollar competencias docentes para llevar a cabo una intervención en sus asignaturas de manera que se introduzca la estrategia del Aprendizaje Cooperativo

PROGRAMA.

1. PRESENTACIÓN. EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL DOCENTE.

1.1. Principios de la docencia tradicional.

1.2. Etapas del desarrollo profesional en el ámbito de la docencia.

1.3. Razones para modificar nuestra docencia.

1.3.1. Variación del nivel de atención de los alumnos en una clase magistral.

1.3.2. ¿Qué pide la sociedad/empresas a nuestros titulados?

1.3.3. Necesidades de enseñanza/aprendizaje en ingeniería

1.3.4. Taxonomías de aprendizaje.

1.3.5. ¿Qué pide Docentiaz al profesor?

1.3.6. Principios para una docencia de calidad.

2. LA CLASE MAGISTRAL.

2.1. ¿Cuándo es adecuada? Puntos fuertes.

2.2. Puntos débiles, deficiencias.

3. EL APRENDIZAJE COOPERATIVO (AC).

3.1. ¿Qué es? Tipos de grupos de Aprendizaje Cooperativo.

- 3.2. Componentes esenciales.**
- 3.3. Razones para utilizar el AC. Beneficios del AC.**
- 3.4. ¿Por qué muchos profesores se resisten a utilizar el AC?**
- 3.5. Clases magistrales cooperativas. Aprendizaje Cooperativo informal. Posibles técnicas a utilizar.**
- 3.6. Aprendizaje Cooperativo Formal. Técnicas de trabajo cooperativo.**
- 3.7. Plantilla para el diseño de actividades de AC.**
- 3.8. El papel del profesor en las actividades de AC.**
- 3.9. Algunas experiencias prácticas de aplicación del AC.**

4. SOBRE LA EVALUACIÓN.

5. Evaluación final del taller.

1. PRESENTACIÓN. EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL DOCENTE.

1.1. Principios de la docencia tradicional.

La docencia tradicional se basa en cuatro principios fundamentales:

- la fragmentación del conocimiento en diferentes asignaturas
- la clase expositiva como medio para la transmisión del conocimiento
- el estudio individual
- la evaluación a través de los exámenes.

Esta metodología tiene la ventaja de que el profesor transmita la información de manera rápida a muchos alumnos a la vez. Sin embargo, tiene grandes limitaciones: no favorece la interdisciplinariedad, no promueve el pensamiento creativo, la discusión o la toma de decisiones, no facilita la aplicación del conocimiento a casos reales, etc. En definitiva, es un modelo de docencia que tiene sentido en un contexto de masificación, pero no es adecuado para formar profesionales que trabajen en equipo. Realmente, el tipo de actividad que desempeñarán en el futuro requerirá de la organización y colaboración de grandes equipos. (Bará y Domingo [37]).

Normalmente, los profesores presentan la información empaquetada y lista para que el estudiante la adquiera tal y como está. A los estudiantes no se les da la oportunidad de buscar información, discutirla y analizarla, comprenderla, relacionarla con las ideas que ya poseen y, por tanto, transformar esta información en conocimiento para sí mismos. Los medios empleados para cultivar el conocimiento no son los más adecuados. Las mentes de los alumnos no son una pizarra sobre la que el profesor escribe la información. Los estudiantes acaban sin ser conscientes del proceso de adquisición del conocimiento como un valor que ellos puedan reconocer y con el que hayan aprendido a identificarse.

Los métodos de enseñanza típicos de la educación tradicional, predominantemente verbales y rutinarios, privan a los estudiantes de la oportunidad de asumir la responsabilidad de lo que estudian. El profesor entrega a los alumnos cantidades predeterminadas de información a un ritmo de acuerdo con la velocidad media que la clase puede absorber. Y el supuesto que subyace es que el conocimiento es un cuerpo de información impersonal y objetivo cuya existencia no está relacionada con la subjetividad humana. Los profesores han sido preparados para verter conocimientos en los estudiantes, más que a estimularlos a que pregunten y a que busquen el modo de resolver los problemas.

Puesto que los profesores tienen conocimientos más maduros, ¿no son ellos los que deberían contestar las preguntas, más que plantearlas? Mi asignatura, ¿es una factoría de notas o una oportunidad de aprendizaje?

Además la realidad indica que **lo importante no es lo que se enseña, sino lo que el alumno aprende**. El aprendizaje real de la clase depende de la habilidad del profesor para mantener y mejorar la **motivación** que traían los

estudiantes al comienzo del curso. Hay muchos factores que afectan a los estudiantes: el interés por la materia, la percepción de su utilidad, la paciencia...

1.2. Etapas del desarrollo profesional en el ámbito de la docencia.

Según el modelo de desarrollo profesional de los docentes de Peter Kugel [23], un docente pasa esencialmente por tres etapas en su desarrollo profesional docente, tal como se describe en la tabla:

Foco de atención	Preguntas que caracterizan esa etapa
Etapa 1 Yo mismo	¿Seré aceptado por mis alumnos? ¿Sobreviviré a la siguiente clase? ¿Descubrirán que después de todo, tampoco sé tanto de este tema?
Etapa 2 Mi temario	¿Cómo puedo explicar este tema con la mayor claridad? ¿Cuáles son los mejores ejemplos? ¿Cómo puedo mejorar mi colección de transparencias?
Etapa 3 Mis alumnos	¿Por qué no están aprendiendo? ¿Qué otras cosas puedo hacer para que lo aprendan? ¿Cómo puedo conseguir que sean más autónomos?

Tabla 1: Etapas que caracterizan el desarrollo profesional de los docentes, según Kugel.

Valero [22] indica que el paso de la primera a la segunda normalmente es cuestión de tiempo, que es lo que se necesita para que el profesor vaya cogiendo confianza y se empiece a sentir cómodo en clase. Sin embargo, el paso de la 2ª etapa a la 3ª es más difícil y en muchos casos no se produce nunca. Además, cuando se produce, puede ser un proceso traumático.

Un modelo de desarrollo profesional del docente como el de Kugel no implica que los profesores que estén en la etapa 3 sean mejores que los que estén en la 2. Simplemente indica que tienen preocupaciones diferentes en cuanto a su labor docente. De hecho, la labor docente puede estar mejor valorada por los alumnos (encuestas) para un profesor cuando está en la etapa 2 que cuando pasa a la 3 (Valero [22]).

Todo esto va relacionado con que no sirve de mucho dar formación a un profesor novel sobre métodos activos de aprendizaje si sus preocupaciones son las correspondientes a las etapas 1 y 2 de Kugel. De hecho, a un profesor novel lo mejor que se le puede recomendar es que se prepare unas buenas clases magistrales, porque esto le ayudará a desarrollar confianza en sí mismo y a dominar el temario, que son cuestiones necesarias para que el profesor esté abierto a los estímulos que pueden ayudarlo a pasar a la etapa 3.

En la tabla 2 se muestran los resultados de mis encuestas correspondientes al curso pasado. Corresponden a dos asignaturas en las que se han utilizado metodologías docentes diferentes. En Ingeniería Fluidomecánica (troncal) se ha utilizado una metodología basada en clases magistrales tradicionales, con

prácticas de laboratorio, mientras que en Máquinas Hidráulicas (optativa), desde hace varios años se están utilizando metodologías de Aprendizaje Cooperativo. Los resultados correspondientes al último ítem (que es el que se considera a efectos de complementos docentes) son muy similares en ambas asignaturas; se pueden considerar buenos, pero pocos alumnos las contestan en Ingeniería Fluidomecánica: los que llegan a fin de curso. Parece que sería interesante que más alumnos llegaran al final de la asignatura. ¿Cómo puede ser que, a pesar de mis buenas explicaciones (al menos eso parece) y de mis buenos resultados en las encuestas, se mantiene más o menos constante, para los distintos cursos, el porcentaje de aprobados en la asignatura troncal? Y esto, a pesar de que cada vez se hace un esfuerzo mayor por introducir ejemplos, problemas y explicaciones cada vez mejores, más prácticas. Por otro lado, como se ve en la tabla, la introducción de metodologías activas (en este caso, AC y Aprendizaje Basado en Proyectos) en Máquinas Hidráulicas, da lugar a una mejor valoración en casi todos los ítems (en especial el correspondiente al trabajo en equipo), excepto en el que se refiere al orden en el desarrollo de la docencia y en cuanto a la impresión sobre el profesor (que es ligeramente mejor para la asignatura troncal). Luego analizaremos más en profundidad los resultados de dicha tabla.

<i>Asignatura</i>	Ingeniería Fluid. 2º Tr.	Máquinas Hidr. Opt. AC
<i>Número de alumnos que responden/matriculados</i>	18/32	10/11
He dedicado tiempo suficiente al estudio de la asignatura	2,8	4,3
He contribuido al buen clima de clase	3,5	4,3
He participado activamente en las actividades de esta asignatura	3,8	4,3
Desarrolla su docencia de manera clara y ordenada	4,4	4,1
Favorece el trabajo en equipo	3,6	4,9
Establece conexiones entre esta asignatura y otras afines	3,7	4,2
Orienta el trabajo del alumnado tanto en el aula como fuera	4,2	4,5
Favorece la actitud reflexiva	3,7	4,3
Estimula la participación	3,7	4,3
Contribuye al desarrollo de un buen clima de grupo	4,3	4,7
Muestra disponibilidad ante las demandas del alumnado	4,4	4,7
El sistema de evaluación me permite conocer si voy alcanzando progresos	3,4	4,1
La evaluación se ha ajustado a lo trabajado durante el curso	3,6	4,2
En general, pienso que es un buen profesor	4,6	4,5

Tabla 2. Algunos resultados de las encuestas de opinión del alumnado (curso 2009-2010, Javier Sancho) Nota: estos resultados se han mantenido e incluso mejorado para la asignatura de Máquinas Hidráulicas durante los cursos 10-11 y 11-12.

Por otro lado, hay que tener en cuenta cuáles son las cuestiones que más interesa realmente ahora a cada profesor: su tesis doctoral, la acreditación, la investigación, labores de gestión... Porque puedo querer estar en la etapa 3, pero hay otros aspectos que son prioritarios ahora para mí.

Para un profesor, las dos tareas más importantes son evidentemente la docencia y la investigación, pero, de estas dos, la que más interesa actualmente a la universidad es la segunda. A menudo se afirma que estas dos tareas son complementarias, que no se puede ser un buen docente si no se es buen investigador (no se suele oír la afirmación en sentido contrario). Dicha sinergia positiva entre docencia e investigación hay que ponerla en duda especialmente a niveles de docencia en Grado (Valero [22]). Sí que puede serlo a niveles de Master o Doctorado. Pero hay investigaciones que ponen de manifiesto que no existe correlación entre calidad de investigación y calidad de docencia (Felder, [27]). Dicha afirmación es típica de un docente en la etapa 2, porque en esa etapa lo más importante para el profesor es el tema. Además, la propia Universidad parece no considerar esa relación entre docencia e investigación ya que descarga de créditos docentes a los profesores por labores de investigación, por lo que difícilmente van a poder beneficiarse sus reducidos alumnos de su tarea investigadora (Valero [22]).

Otro aspecto: el escaso reconocimiento de la docencia.

Además, parece que la docencia de calidad no está suficientemente reconocida con respecto a otras tareas. Ahora parece que tiene un peso cada vez mayor en los complementos, programa DOCENTIAZ, etc. pero, por ejemplo, aunque se reconoció con 3 créditos a los profesores que participaron en el programa SICRE, no se reconocen ahora a los participantes en ERAGIN, siendo un trabajo claramente mayor que entonces. Pero por otro lado está la satisfacción personal que supone para los docentes el trabajo bien hecho con los alumnos.

1.3. Razones para modificar nuestra docencia.

Analizaremos a continuación algunas razones que nos pueden hacer pensar en pasar a la etapa 3 de Kugel.

1.3.1. Variación del nivel de atención de los alumnos en una clase magistral.

La audiencia en una clase o charla mantiene un nivel alto de atención durante no mucho más de 15', a partir de los cuáles, la atención decae rápidamente, para subir un poco sólo al final, cuando los alumnos perciben que la clase está a punto de acabar. Después de una clase, los alumnos son capaces de recordar un 70% del contenido presentado durante los primeros 10', pero sólo un 20% de lo presentado durante los últimos 10' (Felder, [20]).

Por otro lado, Verner y Dickinson, (1967, p. 90) indican: "Después de 18 minutos, una tercera parte de la audiencia y el 10% de los invitados en primera línea mostraban síntomas de distracción. A los 35' prácticamente nadie estaba

atendiendo y a los 45´ muchos parecían en trance. A los 47´ algunos estaban dormidos y, al menos uno, estaba leyendo. Una comprobación ocasional realizada 24 horas después, reveló que la audiencia sólo recordaba detalles insignificantes y, en general, los recordaban de forma incorrecta”.

1.3.2. ¿Qué demandan la sociedad y las empresas a nuestros titulados?

Sería interesante haber utilizado como punto de partida para el diseño de las guías docentes de nuestras asignaturas las competencias generales demandadas por parte de las empresas de los titulados en ingeniería. Para la determinación del perfil del egresado en Ingeniería, esta Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz realizó un estudio (Sancho et al. [61] [67]) en el que se utilizaron datos de los libros blancos correspondientes y, sobre todo, de encuestas propias enviadas a empresas e instituciones con las que existe relación, así como a egresados. La conclusión de dicho estudio es que se demandan, por parte de la sociedad, ingenieros que tengan capacidades relacionadas con el trabajo en equipo y la comunicación, y con competencias en los tres campos de aprendizaje: cognitivo (saber), procedimental (saber hacer) y afectivo (saber ser o estar, actitudes, normas). Así, en una escala de 1 a 4, se muestra a continuación la valoración dada por empresas e instituciones a algunas competencias:

Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas	3,8
Identificar y entender problemas y necesidades reales del cliente o del mercado	3,7
Decidir (tomar decisiones)	3,7
Orientarse al cliente (servicio): disposición para realizar el trabajo basándose en el conocimiento y expectativas de los clientes externos e internos	3,6
Buscar la excelencia (compromiso con las cosas bien hechas y el afán por mejorar cada vez más)	3,6
Tener iniciativa y espíritu emprendedor	3,5
Tener motivación de logro	3,5
Ser positivo, optimista y entusiasta (está relacionado con la confianza en el éxito de un trabajo, de una idea o una tarea)	3,5
Adaptarse al cambio	3,5
Documentarse, comunicarse coherentemente y efectivamente en forma oral y por escrito	3,4
Liderar, dirigir personas, actividades, proyectos, empresas	3,4
Escuchar activamente y mostrarse con empatía	3,3
Mantener y desarrollar relaciones con personas y entidades	3,3
Afrontar adecuadamente la crítica, el conflicto y las discusiones	3,3
Tener capacidad crítica y autocrítica	3,3
Comprometerse a aprender por cuenta propia y a lo largo de toda la vida	3,3
Organizar el tiempo y las estrategias	3,2
Aplicar con efectividad tecnologías, técnicas y herramientas modernas a los problemas de ingeniería	3,2
Comunicarse en varios idiomas modernos, en forma oral, gráfica y	3,2

por escrito	
Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global	3,2
Aplicar conceptos medioambientales a la ingeniería	3,2
Trabajar en equipos interdisciplinarios y entornos internacionales y multidisciplinares	3,0
Planear, conducir y practicar negociaciones	3,0

Tabla 3. Valoración de distintas competencias dada por los empleadores. [61]

Además, según un Proyecto de investigación [68] elaborado por el Consejo Social de la UPV/EHU de Demandas de la Sociedad sobre Competencias a lograr por el alumno egresado universitario en las titulaciones de grado de Psicología, Química, Ingeniería Industrial y Filología, una de las 7 competencias consideradas prioritarias por los empleadores para la titulación de Ingeniería Industrial es la:

- Capacidad para trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros.

Otras competencias consideradas importantes y relacionadas con la anterior son:

- Capacidad para comunicarse con claridad, tanto en presentaciones orales, como en documentación escrita.
- Capacidad para planificar y organizar el trabajo, seleccionando las técnicas, procedimientos y métodos más adecuados.
- Capacidad para resolver problemas y toma de decisiones.
- Capacidad para trabajar en un contexto internacional y movilidad geográfica.

Y, por otro lado, según las directrices de los planes de estudio de graduado de ingeniería, entre las competencias que los alumnos deben adquirir figuran las siguientes:

- Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial, que tengan por objeto, según la especialidad, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.
- Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería industrial.
- Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
- Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Por otro lado, Transierra [69] señala que “sólo el 15% de las razones por las que una persona triunfa en su campo tienen que ver con sus habilidades y conocimientos técnicos. El 85% restante de las razones tiene que ver con su actitud, con su entusiasmo, con su grado de motivación, con su capacidad para desarrollar relaciones positivas con las demás personas, con su forma de comunicarse y formar equipos de trabajo” (Transierra [69]). Esta afirmación refleja claramente lo que buscan las empresas. El trabajo en equipo ayuda a mejorar la productividad, aporta ideas, soluciona conflictos y contribuye al buen clima de trabajo. “Cuando un grupo de personas que trabajan juntas, están altamente organizadas, mantienen un contacto permanente y realizan acciones de trabajo coordinadas, orientadas a la consecución de objetivos comunes, a través de la plena participación de todos los miembros, en un ambiente propicio y basándose en unas relaciones de confianza, solidaridad, responsabilidad y ayuda mutua, estamos hablando de equipo”.

1.3.3. Taxonomías de aprendizaje.

En este contexto, conviene analizar desde un punto de vista teórico, basándonos en la investigación, qué implican estas demandas de la sociedad en cuanto a los nuevos titulados universitarios. Con la puesta en marcha de los nuevos grados, el punto clave es la introducción de una enseñanza basada en competencias, que exige la integración en cada materia de tres **tipos de contenidos**:

- **Conceptuales** (hechos, principios, leyes...) que constituyen el “saber” de la ciencia y de la tecnología. Objetivos didácticos con referencia a conceptos.
- **Actitudinales** (actitudes, valores y normas), que determinan intenciones de conducta en situaciones sociales y productivas (saber ser o estar).
- **Procedimentales** (cualidades, habilidades y destrezas) que determinan el “saber hacer”.

Benjamin Bloom (Bloom et al. [10]) investigó en el desarrollo de una clasificación de los niveles de pensamiento durante el proceso de aprendizaje. Identificó **tres dominios del aprendizaje: el cognitivo, el afectivo y el psicomotor** (que se corresponden con los campos de los conceptos, las actitudes y los procedimientos) y reconoció que dentro de cada uno de estos dominios había un orden ascendente de complejidad. Su trabajo está más avanzado en el dominio cognitivo, en el que desarrolló una clasificación (o taxonomía) de los comportamientos de pensamiento desde el simple recuerdo de hechos hasta el proceso de análisis y evaluación. Fue un esfuerzo por jerarquizar los diversos procesos de conocimiento.

Bloom propuso que el dominio cognitivo o del conocimiento estaba compuesto por 6 niveles sucesivos jerarquizados: **Conocimiento, Comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación**. Cada nivel depende de la habilidad del estudiante para actuar en el nivel o niveles que están por debajo. Por ejemplo, para que un estudiante aplique el conocimiento debe tener tanto

la información necesaria (etapa 1) como comprender dicha información (etapa 2).

La taxonomía de Bloom se usa frecuentemente para escribir los **resultados del aprendizaje**, ya que da una estructura preparada y una lista de verbos. Ya que los resultados del aprendizaje están relacionados con lo que los estudiantes pueden hacer al final de la actividad de aprendizaje, todos son verbos de acción.

1) Conocimiento. Puede definirse como la habilidad para recordar hechos sin necesidad de entenderlos. Ejemplo: Describir el proceso usado en ingeniería para preparar un breve diseño para un cliente.

2) Comprensión. Se puede definir como la habilidad para entender e interpretar la información aprendida. Ejemplo: clasificar las reacciones como exotérmicas o endotérmicas.

3) Aplicación. Se puede definir como la habilidad para usar el material aprendido en nuevas situaciones, e.g. poner ideas y conceptos para trabajar en la resolución de problemas. Ejemplos: Seleccionar y emplear técnicas sofisticadas para analizar la eficiencia del uso de energía en procesos industriales complicados. Modificar las directrices en el estudio del caso de una pequeña empresa de fabricación para mejorar el control de calidad de la producción.

4) Análisis. Habilidad para descomponer la información en sus componentes, e.g. buscar interrelaciones e ideas (conocimiento de la estructura organizacional). Ej.: Debatir los efectos económicos y medioambientales de los procesos de conversión de energía.

5) Síntesis. Se puede definir como la capacidad para unir las partes. Ejemplos: Reconocer y formular problemas tratables para soluciones de gestión de energía. Proponer soluciones para problemas complejos de gestión de energía tanto verbalmente como por escrito. Relacionar los cambios del signo de la entalpía con las reacciones exotérmicas o endotérmicas.

6) Evaluación. Es la habilidad de juzgar el valor del material para un propósito dado. Ej. Predecir el efecto del cambio de temperatura en la posición de equilibrio.

Como se puede observar, los niveles superiores en la taxonomía de Bloom dentro del campo cognitivo sólo se pueden obtener de una manera segura utilizando estrategias de trabajo en equipo. Y, como se analizará más adelante, dichos niveles superiores de la taxonomía se consiguen de una manera adecuada mediante aprendizaje cooperativo.

Conocimiento(1)	Comprensión(2)	Aplicación(3)	Análisis(4)	Síntesis(5)	Evaluación(6)
Enumerar Nombrar Identificar Definir Reconocer Recordar	Explicar Interpretar Prever Describir Comparar Diferenciar	Resolver Utilizar Manipular Aplicar Calcular Formular	Concebir Escribir Exponer Definir Discutir Planificar	Disponer Ordenar Reunir Resumir Relacionar Desarrollar	Evaluar Juzgar Defender Criticar Justificar Argumentar

Tabla 4: Niveles en el campo cognitivo, según Bloom. (Por ejemplo, para que un estudiante aplique el conocimiento debe tener tanto la información necesaria -etapa 1- como comprender dicha información -etapa 2-).

Ferris y Asís [102] desarrollaron una taxonomía jerarquizada de las **habilidades psicomotoras** (campo psicomotor) desde el punto de vista de las necesidades de ingeniería. Observan que la competencia del estudiante en el laboratorio no está relacionada con las notas obtenidas en los exámenes o en los trabajos asignados. La pregunta obvia es ¿por qué ocurre esto? Porque se trata de niveles o campos diferentes: psicomotor y cognitivo. Lo que sí parece claro es que los ingenieros necesitan tener habilidades para desarrollar pruebas experimentales, así como para realizar prototipos de los diseños propuestos. Esto supone que el graduado debe tener un amplio rango de capacidades relacionadas con tareas técnicas manuales en un nivel suficiente de competencia, de manera que se satisfagan los requisitos necesarios de seguridad y salud. Además, el ingeniero debería tener conocimiento de procesos manuales adicionales asociados a la tecnología de su especialidad.

Ferris y Aziz proponen la siguiente jerarquía en el dominio psicomotor:

1. **Reconocimiento de herramientas y materiales.**
2. **Manejo de herramientas y materiales**, de manera que no haya peligro de que se estropeen o resulten peligrosos para las personas. Esto supone conocer los riesgos asociados a la manipulación.
3. **Manipulación básica de herramientas.** Las tareas que se pueden realizar en este nivel son las tareas específicas detalladas que, secuenciadas, da lugar a la realización de una parte de un trabajo significativo.
4. **Manipulación competente de herramientas.** El estudiante es capaz de use de una manera fluida las herramientas para realizar una serie de tareas para las que está diseñada la herramienta.
5. **Manipulación experta de herramientas.** Facilidad para utilizar las herramientas con facilidad y rapidez, de una manera eficaz y segura para realizar tareas de trabajo normales.
6. **Planificación de las operaciones de trabajo.** En este nivel, el estudiante es capaz de, a partir de las especificaciones del trabajo requerido, elaborar la descripción de los resultados finales en una secuencia de tareas a realizar para conseguir el resultado deseado y elaborar el producto final solicitado.

7. **Evaluación de los medios de producción y planificación para la mejora.** En este nivel, el estudiante es capaz de observar un producto final y revisarlo con criterios de calidad de fabricación, con la habilidad de identificar deficiencias particulares y desarrollando las acciones que se pueden tomar bien para corregir los errores o bien para prevenir los fallos mediante una planificación adecuada de las operaciones de fabricación.

En el **campo afectivo**, Bloom considera las siguientes etapas: recepción, respuesta, valoración, organización y caracterización.

A la hora de desarrollar las distintas competencias de las asignaturas mediante los **objetivos de aprendizaje** es muy importante escribirlos teniendo en cuenta las taxonomías anteriores. La elaboración de dichos objetivos de aprendizaje es una tarea crucial a realizar en nuestras asignaturas, teniendo en cuenta que debe tratarse de concreciones concretas y evaluables de las competencias de la asignatura.

Veremos a continuación la aplicación de las citadas taxonomías a las necesidades de enseñanza-aprendizaje en ingeniería.

1.3.4. Necesidades de enseñanza-aprendizaje en ingeniería.

Según avanza en su titulación, el estudiante debe ser capaz de realizar actividades de nivel superior (en la taxonomía de Bloom) como analizar, sintetizar, o incluso evaluar trabajos propios o realizados por sus compañeros, así como de desarrollar las habilidades correspondientes en los campos psicomotor y afectivo. Como veremos, el trabajo en equipo permite desarrollar estas capacidades para involucrarles en su propio aprendizaje.

Se han enumerado de una manera exhaustiva durante estos últimos años las deficiencias en la educación en ingeniería. Entre las que cita la Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) (Felder [20]) se encuentran las siguientes. Se necesita:

- enseñar más sobre el diseño y la operación de ingeniería en el mundo real, incluida la gestión de la calidad
- cubrir más material en áreas frontera de la ingeniería
- ofrecer más y mejor formación en habilidades de comunicación oral y escrita
- dar formación en habilidades de pensamiento crítico y creativo y en métodos de resolución de problemas
- generar graduados implicados con la ética en ingeniería, con las conexiones entre tecnología y sociedad
- reducir el número de horas en el plan de estudios para que los estudiantes puedan acabar los estudios en 4 años.

Con el sistema actual, incluyendo el último item, y con cursos en los que aparecen asignaturas simples, sin conexión entre ellas es imposible conseguir todos los aspectos anteriores.

Lo prioritario, parece, es pasar de un modelo basado en la transmisión de conocimientos a otro basado en la formación integral del individuo.

Por otro lado, las conclusiones de distintos estudios mostradas por Mills y Treagust [21] señalan que:

- Los planes de estudio de ingeniería están demasiado focalizados en las ciencias de ingeniería y en las asignaturas técnicas, sin proporcionar suficiente integración de estos temas con la práctica industrial. **Los programas están dirigidos por los contenidos.**
- Los planes actuales no proporcionan suficientes **experiencias de diseño** a los estudiantes.
- Los graduados tienen todavía deficiencias en experiencia de trabajo en equipo y habilidades de comunicación. Los programas necesitan más oportunidades para desarrollar estos aspectos.
- Se necesita incluir entre los estudiantes más preocupación por los temas sociales, medioambientales, económicos y legales que son parte de la realidad de la práctica moderna de ingeniería.
- El profesorado no dispone de experiencia práctica, por lo que no son capaces de relacionar adecuadamente teoría con práctica o para proporcionar experiencias de diseño. El sistema de promoción actual premia la labor investigadora y mucho menos la experiencia práctica de enseñanza (el borrador del Estatuto del profesorado universitario señala un máximo de 95 puntos en las valoraciones para el apartado de investigación y de 65 para la docencia)
- Las estrategias de enseñanza y aprendizaje actuales en ingeniería están trasnochadas.

Mills y Treagust, [21] señalan también que la profesión de ingeniería requiere la habilidad para llegar a una solución tratando constantemente con incógnitas, con datos incompletos y tratando de satisfacer demandas, a menudo conflictivas, de clientes, gobiernos, grupos medioambientales y el público general, minimizando el impacto de la solución adoptada desde un punto de vista medioambiental y social y haciendo todo ello con el menor coste posible. A los ingenieros se les requieren habilidades en las relaciones humanas así como competencias técnicas. Además de incorporar más habilidades humanas en su base de conocimientos y en su práctica profesional, los ingenieros hoy día también deben saber adaptarse al continuo cambio tecnológico y organizacional en el lugar de trabajo. Deben adaptarse a las realidades comerciales de la práctica industrial en el mundo moderno, así como a las consecuencias legales de todas las decisiones profesionales que realicen.

Actualmente nuestros alumnos se están graduando con buenos conocimientos de ciencia fundamental de ingeniería y sobre computadores, pero no saben cómo aplicarlos en la práctica. Parece que la solución pasa por un rediseño fundamental del curriculum en los programas de ingeniería, ya que:

La existencia de tres clases de competencias a desarrollar (conceptos, actitudes, procedimientos) exige la utilización simultánea de una notable

variedad de estrategias didácticas, de modo que coexista la aplicación de múltiples metodologías en el aula.

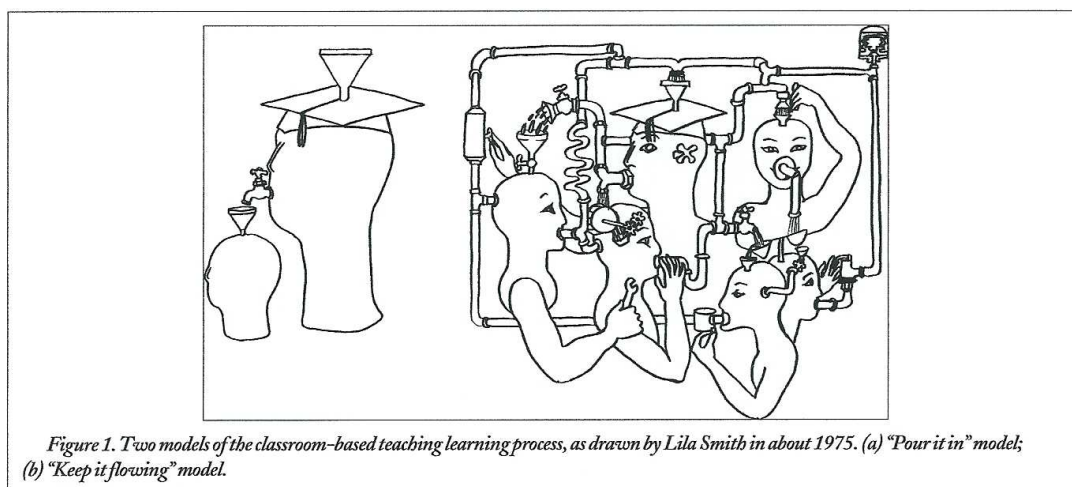


Figura 1. Dos modelos de procesos de enseñanza-aprendizaje, dibujados por Lila Smith en 1975. a) Modelo "pour it in" y b) Modelo "keep it flowing" (tomado de Smith et al. [17]).

Como se muestra en la figura 1, una alternativa al modelo "pour it in", en el que se basa la docencia tradicional, es el modelo "keep it flowing around": la información pasa, no sólo del profesor al estudiante, sino también entre estudiantes y del estudiante al profesor. Y para que este modelo se verifique es necesaria la Cooperación: trabajar juntos para compartir logros. "El aprendizaje cooperativo es el uso instruccional de grupos pequeños para que los estudiantes trabajen juntos para maximizar su aprendizaje y el de los demás" (Bloom y Krathwohl).

Este segundo modelo implica que los estudiantes participan en el proceso de aprendizaje de sus compañeros y en el suyo propio, y, como señalan Smith et al [17], los estudiantes aprenden más cuando están implicados intensamente en el proceso educativo y se les obliga a aplicar su conocimiento en muchas situaciones. Cuanto mayor es la implicación del alumno en el trabajo académico, mayor es su nivel de adquisición de conocimientos y mayor es su desarrollo cognitivo general. Según dicho modelo, también es importante la retroalimentación entre los alumnos y el profesor, de manera que éste también aprende. Es muy importante la interacción profesor-estudiante. Los estudiantes están motivados y satisfechos en centros que promuevan activamente el aprendizaje y estimulen la interacción social.

1.3.5. ¿Qué pide Docentiaz al profesor?

Interesa conocer también qué es lo que pide la Universidad, en el contexto actual, al profesorado en materia de docencia. El programa Docentiaz se ha constituido como un programa para la evaluación de la actividad docente del profesorado de la UPV/EHU. Durante el curso 2009-2010 se ha realizado una primera fase experimental, en la que ha participado profesorado voluntario, de manera que se pretende que se implante definitivamente en 2012.

La información se recopila a partir de un autoinforme del profesor en el que se analiza la docencia propia a partir de una asignatura elegida; de un informe obtenido a partir de las encuestas de opinión del alumnado y a través de un informe de la comisión de calidad del centro. Con los tres documentos citados, la Comisión Universitaria de Evaluación Docente, elabora un informe final del profesor que proporciona la puntuación obtenida desglosada por dimensiones. Dicha puntuación tiene un máximo de 100 puntos, pero una vez aplicado un factor corrector, la puntuación máxima total es de 120 puntos. Se considera evaluación excelente a partir de 90 puntos.

Las características específicas del programa se pueden consultar en la página web del Servicio de Evaluación Docente (SED), del Vicerrectorado de Calidad e Innovación Docente, pero sí se puede adelantar que los objetivos son:

- Reconocer públicamente las prácticas docentes que impulsen la mejora, la calidad y la equidad.
- Aportar indicadores y evidencias que podrían constituir la base para la evaluación de la docencia en el proceso de obtención de complementos B-s y A-s.
- Incorporar la valoración obtenida como criterio para la contratación del personal docente por parte de la UPV/EHU.
- Establecer, a partir de los resultados obtenidos, acciones de formación para el profesorado novel, para la actualización pedagógica en temas concretos.
- Estimular la **cultura de trabajo innovador y colaborativo** como forma de desarrollo profesional, institucional y territorial.

Aunque se añade en el anexo una recopilación de la documentación requerida por el programa, Docentiaz pide al profesorado lo siguiente:

- Encuesta inicial para analizar el perfil de los estudiantes que integran el grupo.
- Llevar un control del tiempo que dedica el alumno a cada una de las tareas.
- Establecer estrategias de comunicación con el alumnado: acciones encaminadas a conocer las necesidades formativas, la motivación, la implicación....
- Analizar el grado final de consecución de competencias al acabar la asignatura (encuesta, examen...).
- Puede ser interesante hacer al final de cada curso un informe de la actividad docente desempeñada para justificar la acción-reflexión-acción, y sistematizar con ello nuestras prácticas docentes desde un punto de vista reflexivo.
- Introducir en nuestras asignaturas contenidos relacionados con la dimensión ética, los códigos deontológicos y la mejora ambiental.
- Analizar los resultados académicos de nuestras asignaturas y su evolución con el tiempo.
- Parece que debemos tender a una docencia en cooperación con otros profesores a nivel de departamento, de titulación, de curso....
- Participar en Proyectos de Innovación Educativa.

Principios de una docencia de calidad.

Basándose en una abundante investigación científica, Chickering y Gamson (1987) identificaron los principios de una docencia de calidad, que son los que se muestran en la tabla. La tarea consiste en ordenar por orden de importancia dichos principios,, poniendo un 1 al considerado más importante y un 9 al menos importante, primero de una manera individual y después en grupos.. Posteriormente se os entregará la respuesta obtenida por dichos investigadores.:

	<i>Mi respuesta</i>	<i>La respuesta del grupo</i>	<i>La respuesta de Chickering y Gamson</i>		
1. <i>Estimula el aprendizaje activo</i>					
2. <i>Dedica tiempo a las tareas más relevantes</i>					
3. <i>Proporciona retroalimentación a tiempo</i>					
4. <i>Estimula el contacto entre profesores y alumnos</i>					
5. <i>Dispone de un amplio conocimiento de la materia enseñada</i>					
6. <i>Estimula la cooperación entre alumnos</i>					
7. <i>Sabe explicar bien</i>					
8. <i>Respetar los diferentes talentos y formas de aprendizaje</i>					
9. <i>Proyecta ante los alumnos expectativas elevadas</i>					
TOTAL	-----	-----	-----		

Reflexión grupal:

- ¿Ha dado mejor resultado la decisión grupal o la individual?
- ¿Ha sido difícil llegar a un consenso dentro del grupo?
- ¿Cómo se ha tomado la decisión grupal?
- ¿Alguien imponía su criterio personal?
- ¿Había conformismo y, para evitar conflictos, se ha evitado la discusión?
- ¿Ha habido decisiones por mayoría o por consenso?
- ¿Ha habido negociación y pacto? ¿Cómo se ha hecho?
- ¿Ha habido alguna idea discrepante de la mayoría que después haya resultado realmente más acertada?
- ¿Qué conclusiones podemos sacar de esta actividad para nuestro funcionamiento como grupo?

Análisis individual. ¿Cuáles de estos principios desarrollo en mi docencia?

Para trabajar en grupos:

- ***Dos interrogantes sobre el aprendizaje de los alumnos.***
- ***¿Qué tiene algo para decir que he aprendido?¿Cuándo se puede decir que he aprendido algo?***
- ***¿Qué hago yo aquí?***
- ***Dos características positivas que los alumnos dirían de nosotros***
- ***Título de una novela histórica sobre vuestra trayectoria como docentes.***

1.3.6. Principios para una docencia de calidad.

Chickering y Gamson [24], sobre la base de una abundante investigación científica, identifican los principios de una docencia de calidad, que son los que muestran en la figura 3, ordenados de mayor a menor impacto en el aprendizaje de los alumnos.

Principios de una docencia de calidad:

- 1. Estimula el contacto entre profesores y alumnos.**
- 2. Estimula la cooperación entre alumnos.**
- 3. Estimula el aprendizaje activo**
- 4. Proporciona “feedback” a tiempo**
- 5. Dedicar tiempo a las tareas más relevantes**
- 6. Proyecta ante los alumnos expectativas elevadas**
- 7. Respeta los diferentes talentos y formas de aprendizaje**

Tabla 5. : Los principios de la docencia de calidad, según Chickering y Gamson [24]

Por otro lado, Smith et al. [17] señalan que los dos factores ambientales que, por mucho, favorecen el desarrollo académico, el desarrollo personal y la satisfacción de los estudiantes son la interacción entre los estudiantes y la interacción entre estudiantes y el profesorado. Son los factores que repercuten en mayor medida en los resultados educativos. Por encima de factores de contenido del curriculum. Esos dos factores son más importantes que el curriculum formal, su contenido y la secuencia de cursos.

Realicemos un análisis de algunos principios (Smith et al. [17]):

Principio 1: Estimular el contacto entre profesores y alumnos pasa necesariamente por tratar a los estudiantes con respeto y confianza [25]: Los comentarios a los estudiantes pueden hacerse, pero nunca de forma peyorativa. Nunca ridiculizar a un estudiante en público.

Si el alumno hace una cosa bien, felicitarle; le dará confianza (en la materia y en el profesor). Si detectamos una debilidad en el estudiante, dejarle claro que tus comentarios se refieren a un trabajo determinado, pero no al estudiante como persona. Apoyarle al alumno, en vez de juzgarle.

Este principio supone también individualizar en la medida de lo posible la enseñanza, dedicando tiempo a cada estudiante. Todos los estudiantes quieren satisfacer sus necesidades, y hay que recordar que cada alumno y cada clase son diferentes. Quieren profesores que sean reales, que les reconozcan como seres humanos, que les chequeen regularmente, que apoyen su aprendizaje, que les informen individualmente de su progreso (esto enlaza con el principio 4).

Y para ello es necesario previamente conocer a los estudiantes. Ya sé que es difícil en grupos grandes, pero hay estrategias que se pueden utilizar: aprovechar, por ejemplo el primer día de clase, tomando nota de los nombres y de dónde se encuentran sentados los alumnos. Si queremos construir en ellos conocimiento, primero necesitamos saber sus habilidades (encuesta inicial). Aquellos profesores que no ponen interés en aprender los nombres de los alumnos no llegan a conectar con ellos y no inspiran el aprendizaje. No podemos decir que estamos preocupados por el aprendizaje de los alumnos si no les conocemos.

Principio 4: Incluso aunque hagamos parciales, ¿cuándo reciben los alumnos la primera nota? Parece ser que el requisito para conseguirlo es una evaluación continuada. ¿Organizan los alumnos comisiones de apuntes? ¿Es eso lo que quiere decir el principio de cooperación entre alumnos? Evidentemente no.

Principio 6: Existen casos de algún profesor que les decía a los alumnos: *“Ahora giraos y mirad a vuestro compañero. Fijaos bien en él porque dentro de un año uno de vosotros dos ya no estará aquí? Otro caso: “Os va a dar igual venir a clase o no, porque vais a suspender de todos modos? Otros profesores dicen el primer día de clase: el que vengáis a clase no es suficiente para aprobar, o, mejor que no vengáis a clase, que no vais a aprobar casi nadie.*

Ya en una ponencia que dí en el CUIEET de Gijón, (Sancho et al. [25]) señalaba que entre las estrategias de motivación se encuentran la de tratar a los estudiantes con respeto y confianza y mantener altas las expectativas de los estudiantes: si a un alumno le dices que no va a aprobar, se desmotivará. Si le animas diciendo que puede hacerlo y se le comenta qué herramientas debe utilizar (tiempo de estudio, realización de problemas, trabajos...) sentirá que el profesor tiene confianza en él. Preguntarles qué pensarían si supieran que su médico, dentista, asesor financiero, etc. justo ha sacado aprobados en la carrera. Animarles no sólo a aprobar, sino a aprender.

En un contexto de ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas), por ejemplo, es más fácil proyectar expectativas elevadas si el primer día les describimos el proyecto que van a ser capaces de hacer, les decimos que estamos convencidos de que van a ser capaces de hacerlo y actuamos a lo largo del curso de acuerdo con ello, de una manera convencida. Yo también les digo que, así como a mí me va a suponer más trabajo preparar la asignatura, las tareas, toda la actividad, así como la corrección de las tareas, les pido que, por su parte, ellos también respondan trabajando.

Principio 7: se puede tener en cuenta si formamos grupos heterogéneos en cuanto a sus habilidades (mezclando, por ejemplo, alumnos de FP y de bachillerato).

Como veremos más adelante, **mediante el aprendizaje cooperativo se pueden conseguir los 7 principios de la docencia de calidad. También mediante otras técnicas que anidan en el AC, como el ABP y el Estudio de Casos.**

2. LA CLASE MAGISTRAL.

Una vez analizados todos los aspectos anteriores referentes a la docencia en ingeniería, analizaremos ahora las herramientas de que disponemos para desarrollarla. La más utilizada hasta ahora es la clase magistral. Se trata de un planteamiento sencillo que lleva 9 siglos utilizándose. El profesor expone sus conocimientos a partir de sus anotaciones y los alumnos toman sus propios apuntes para, posteriormente, aprender. Es un proceso en el que la información pasa desde unas anotaciones a otras..., sin pasar activamente por el cerebro de ninguno de los actores del proceso).

2.1. ¿Cuándo es adecuada? Puntos fuertes.

La clase magistral es adecuada cuando:

- El objetivo es transmitir una gran cantidad de material a los alumnos en poco tiempo, o para actualizar un material disponible previamente por los alumnos, o para comunicar los últimos avances tecnológicos o de investigación en un determinado tema.
- Cuando es difícil acceder al material, cuando no se puede acceder a él en otro formato, o cuando la información original es demasiado compleja para los conocimientos del alumno, y el profesor se la entrega procesada y a su nivel.
- Cuando hay poco tiempo para transmitir una gran cantidad de material que pudiera costar mucho tiempo conseguir a los alumnos.
- Al principio de un tema, para despertar el interés por el mismo, lo cual supone que debe hacerse de una forma atractiva.
- Permite cubrir todo el contenido de un programa de una forma económica. Es la forma más efectiva de dar información a los estudiantes.
- Es interesante dividir una clase expositiva en partes, de manera que se utilice el aprendizaje cooperativo informal. El objetivo es asegurar que los alumnos han entendido lo que se les ha explicado, identificar problemas de comprensión... Esto reduce el tiempo de exposición del profesor, pero aumenta la retención de la información por los alumnos. El profesor se asegura de que los alumnos hacen el trabajo intelectual de organizar el material, explicarlo, resumirlo e integrarlo en sus conocimientos previos.
- Es importante al principio explicar los objetivos de aprendizaje de la clase y señalar la importancia de lo que se va a dar. Y también, presentar una estructura inicial con los contenidos que se van a ver.
- Debe recordarse que los alumnos aprenden de forma diferente.
- Buena técnica para transmitir los nuevos avances en la materia.

2.2. Puntos débiles. Deficiencias.

- Las clases magistrales promueven el aprendizaje en los niveles inferiores de la taxonomía de Bloom, es decir, un aprendizaje de bajo nivel. No es eficaz para el cambio de actitudes. No es un método adecuado cuando los estudiantes tienen que resumir, analizar

información, o cuando se pretende que retengan el conocimiento durante largo tiempo.

- Tampoco sirven para el desarrollo de competencias en los campos afectivo y psicomotor (aunque para este último ya tenemos las prácticas de laboratorio).
- Otro problema es la pasividad de los alumnos, y su dependencia del profesor.
- Problema porque hay muchos alumnos con muy distintas procedencias y distintos niveles de partida, y, con la clase magistral están obligados todos a ir a la misma velocidad, como los vagones tras una locomotora.
- No existe posibilidad de adaptación a los distintos modos de aprendizaje de los alumnos, ni al distinto punto de partida en cuanto a capacidades y conocimientos. Cada alumno asimila información a un ritmo diferente. Hay que darles tiempo para procesar la información.
- El problema es que a los 15 minutos decae ya la atención de los alumnos.
- Asociado a la clase magistral se encuentra normalmente un sistema de evaluación basado en un único examen final. Con ello no se cumplen los principios de la docencia de calidad, no hay interacción profesor-alumno ni existe feedback durante el proceso de aprendizaje.
- Llevándolo al caso extremo, podría darse una situación como la indicada en el vídeo del alumno desconocido [70]

3. EL APRENDIZAJE COOPERATIVO (AC).

A la luz de todo lo visto anteriormente, se considera interesante la introducción de la estrategia del AC como línea conductora del trabajo desarrollado en las asignaturas de ingeniería, con objeto de desarrollar las competencias, habilidades y actitudes necesarias relacionadas con la competencia de trabajo en equipo, ya que es con dicho estilo de trabajo mediante el que se pueden desarrollar de una manera adecuada competencias en los tres campos de aprendizaje. Y, para todo ello, es fundamental la reflexión de todo el proceso de trabajo en grupo, que es también una característica inherente al AC.

Toda clase cooperativa tiene objetivos conceptuales (*objetivos de aprendizaje*), relacionados con los contenidos que el alumno ha de aprender y objetivos actitudinales, relacionados con conductas interpersonales. También puede tener objetivos de aprendizaje procedimentales, por ejemplo si el AC se aplica a las prácticas de laboratorio. El material a manejar se ha de seleccionar en relación con los objetivos conceptuales y no difiere en gran medida, salvo para algunas técnicas, del utilizado con otros métodos de aprendizaje, como el individualista. Sin embargo, el uso, su distribución, han de fomentar la cooperación.

3.1. ¿Qué es? Tipos de grupos de aprendizaje cooperativo.

Las profesoras Gil de la Universidad de Almería definen el AC como una forma de trabajo en grupo basada en la construcción colectiva del conocimiento y el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social), donde cada miembro del grupo es responsable, tanto de su aprendizaje como del de los restantes miembros del grupo.

Promueve un flujo de información profesor –alumno, alumno-profesor y alumno-alumno en el que el proceso de aprendizaje (por parte del alumno y, también, en otros aspectos, por parte del profesor) sale reforzado, cambiando la forma habitual de enseñanza.

Está basado en la idea, basada en la investigación, de que el rendimiento de los alumnos se incrementa cuando los estudiantes trabajan en grupo. El alumno pasa de ser competitivo a cooperativo y a trabajar en interacción con los compañeros del grupo en lugar de individualmente.

Aumenta la autonomía del alumno en su proceso de aprendizaje, promoviendo una forma de trabajo constante y una asimilación de forma progresiva de la asignatura.

Fomenta la participación activa del alumno y su capacidad de trabajo en grupo (cooperación, comunicación, responsabilidad).

Pero supone una mayor dedicación del profesor. Eso sí, éste actúa más como facilitador o guía.

El AC es importante para la adquisición de competencias y habilidades por encima del tercer nivel de la taxonomía de BLOOM. Entendiendo por Competencia la articulación de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para ejercer una profesión, resolver problemas de forma autónoma y creativa, y colaborar en un entorno laboral y en la organización del trabajo. Hay que tener en cuenta que las competencias no se aprenden por completo, sino que se desarrollan hasta un determinado nivel.

“La cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes (Esandi et al.[1]). En una situación cooperativa, los individuos procuran obtener resultados que sean beneficiosos para ellos mismos y para todos los demás miembros del grupo. El A.C. es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás” (Myers [2]).

El AC es una técnica muy adecuada para mejorar no sólo el rendimiento académico de los estudiantes, sino para potenciar sus capacidades intelectuales y sociales, y en este proceso juega un papel importante la interacción con otras personas.

Competencias sociales que se desarrollan con el AC:

1. Competencias de comunicación:
 - Expresión con precisión, claridad y respeto
 - Escuchar activamente
 - Ser asertivo
 - Comunicación sana y eficaz
2. Liderazgo compartido
 - Conducción de un grupo de trabajo.
3. Resolución de conflictos. (los conflictos restan productividad)
 - Identificar necesidades, deseos...
 - Disposición a dialogar y debatir con argumentos
 - Comprender la perspectiva del otro
4. Solución de problemas
 - Definir un problema
 - Diseño de un Procedimiento de resolución de un problema
5. Tomar decisiones.
 - Analizar comparativamente
 - Ponderar alternativas.

El mundo laboral pide estas 5 competencias.

Tipos de grupos de trabajo cooperativo.

- Grupos formales de AC. El período de funcionamiento va de una hora hasta varias semanas.
- Grupos informales. Su funcionamiento es breve, desde unos minutos hasta una hora de clase.
- Grupos de base. Su funcionamiento tiene un plazo largo de un año con miembros permanentes.

Plantilla para el diseño de una actividad de aprendizaje cooperativo: Qué es el Aprendizaje Cooperativo, sus virtudes y resistencias de los profesores a su utilización.

Duración de la actividad: En el aula: 75', divididos en 5' para la explicación de la actividad, 60' para las tareas en los grupos, y 10' para la revisión y evaluación. **Fuera del aula:** nada

Tema: Qué es el aprendizaje cooperativo, sus virtudes y resistencias de los profesores a su utilización.

Objetivos formativos: Al finalizar la actividad, los alumnos serán capaces de enumerar, definir y comentar los 5 aspectos clave para el buen diseño de actividades de aprendizaje cooperativo, explicar las virtudes del mismo, así como las dudas y reticencias que muestra normalmente el profesorado para su aplicación.

Tamaño de los grupos: 3 personas.

Materiales: Tres documentos que describen: los componentes esenciales del aprendizaje cooperativo; las razones para la utilización del AC y los beneficios del mismo; ¿Por qué muchos profesores se resisten a utilizar el AC? (apartados 3.2, 3.3. y 3.4 de los apuntes del taller). Cada miembro del grupo utilizará uno de los tres documentos.

Tarea del grupo: Deberá asimilar los contenidos de la documentación, utilizando el método del puzzle (jigsaw de Aronson), y formular una pregunta sobre esos contenidos.

Lectura individual del material: 10'

Reunión de expertos

 Discusión del material: 15'

 Elaboración individual de un guión (esquema, gráfico, etc.) para explicar el material en 5' a los compañeros del grupo original: 5'.

Reunión del grupo original:

 Presentación de los esquemas: 20' (5' cada miembro, más discusión)

 Formulación de una pregunta sobre los contenidos. 5'.

 Reflexión sobre el trabajo en grupo. 5'

Roles: Para la reunión de expertos (roles estáticos durante la reunión):

Ponente: Explica el contenido del material asignado tal y como él lo entiende.

Interrogador. Pide aclaraciones y hace comentarios críticos.

Secretario: Se asegura de que la discusión se completa en el tiempo previsto.

Para la reunión de grupo (roles que van rotando según se discute cada tema):

Ponente: Explica su parte.

Interrogador: pide aclaraciones y hace comentarios críticos.

Secretario: Se asegura de que no se excede el tiempo asignado a esta tarea.

Criterio de éxito: Cualquier miembro del grupo podrá demostrar, en un resumen oral o escrito o mediante la respuesta a preguntas del profesor, que ha alcanzado los objetivos formativos.

Interdependencia positiva: Cada miembro del grupo tiene una parte del material y tiene un rol asignado, necesario para que la tarea funcione bien.

Exigencia individual: Se realizará un pequeño test escrito, o bien un miembro del grupo, elegido al azar, hará un resumen global de la documentación o responderá a preguntas del profesor sobre el material.

Habilidades/competencias a desarrollar: Capacidad para expresar y sintetizar ideas, capacidad para cuestionar y pedir explicaciones sobre las explicaciones de otros.

Reflexión sobre el trabajo del grupo: Cada miembro del grupo debe mencionar una cosa que ha ido bien y otra que ha ido mal en el trabajo realizado en el grupo, al final del debate, dando por concluida la tarea.

Evaluación y calificación. Se asignará al grupo la nota media obtenida por sus miembros en un test.

3.2. Componentes esenciales del Aprendizaje Cooperativo.

El AC no es:

- Sentar a los alumnos en la misma mesa para que hablen mientras hacen sus tareas individuales.
- Tampoco asignar un trabajo a un grupo de alumnos, que uno de ellos haga el trabajo y los demás pongan el nombre.
- Tampoco consiste en mandar un trabajo individual de manera que los alumnos que acaben primero ayuden a los demás.

Para que un trabajo realizado en grupo pueda considerarse aprendizaje cooperativo es necesario que disponga de los siguientes componentes esenciales:

1. **Interdependencia positiva** (cooperación). Es “aquello que vincula a los alumnos de tal modo que ninguno de ellos podrá cumplir con la tarea a menos que todos lo consigan” (Johnson et al [6]). Consiste en suscitar la necesidad de que los miembros de un grupo tengan que trabajar juntos para realizar el trabajo encomendado. Es el principal elemento, sin él no existirá cooperación. Para ello, el docente propone una tarea clara y un objetivo grupal para que los alumnos sepan que se hundan o saldrán a flote juntos. Todos los miembros del grupo son necesarios para que se pueda realizar la tarea con éxito. No es posible que uno de los miembros del grupo (o un subgrupo) realice la tarea por su cuenta, al margen del resto del grupo. Se opone a interdependencia negativa (competición). Hay que asegurar que todos los miembros del grupo sean capaces de explicar las respuestas y los informes del grupo. Un modo de asegurar la interdependencia positiva es asignar la misma nota a todos los miembros del grupo. La interdependencia se puede lograr también mediante una **interdependencia en cuanto a recursos** (cada miembro del grupo tiene una parte de los mismos), o **en cuanto a labores o tareas a realizar**. Los estudiantes tienen dos tareas: aprender el material asignado y hacer que todos sus compañeros de grupo aprendan el material. Cada alumno, de una forma rotatoria, para que todos sus componentes sean capaces de llevar a la práctica cualquiera de las tareas asignadas, debe asumir un **rol**: tarea que se asigna a cada alumno dentro del grupo y que ha de desarrollar para un buen funcionamiento del mismo. Estas tareas básicas son las actividades fundamentales para la supervivencia y buen funcionamiento del grupo. **La interdependencia positiva debe serlo de objetivos, recursos y roles**. Para conseguir la interdependencia positiva, un método consiste en plantear una tarea que requiera un **volumen de trabajo** lo suficientemente grande para que no pueda realizarlo una sola persona. ***El equipo trabaja como una maquinaria con diversos engranajes: todos deben funcionar a la perfección; si uno falla, todos fracasan.***

Clases de interdependencia positiva:

- Interdependencia de fin (objetivos comunes).

- De recompensa
- De recursos (compartir materiales, recursos o informaciones).
- De la estructura de aprendizaje
- De tareas (división del trabajo)
- En la presentación de una elaboración final por los grupos
- De roles (mediante la asignación de roles diversos)

2. **Responsabilidad individual y grupal con respecto a la consecución de los objetivos.** El grupo asume unos objetivos y cada miembro es responsable de cumplir con la parte que le corresponda. Cada uno de los miembros del grupo debe rendir cuentas no sólo de su parte del trabajo sino también del trabajo realizado por el resto del grupo. No es posible que un miembro del grupo se centre exclusivamente en realizar su parte, desentendiéndose completamente del trabajo que realizan los demás miembros del grupo. Los estudiantes aprenden juntos, por lo que pueden resolver problemas más complejos que individualmente. El grupo necesita saber quién necesita más ayuda. Se evalúa la actividad de cada uno de los miembros del grupo. Estos dos son los ingredientes fundamentales en el diseño de actividades de aprendizaje cooperativo. Una posible clave para conseguirlos mediante una tarea: carga de trabajo elevada y un alumno elegido al azar por el profesor es el que presenta el trabajo a los demás, o haciendo un examen individual. Para que los alumnos vayan adquiriendo las características fundamentales del trabajo en equipo es interesante pasarles de vez en cuando una **Ficha de evaluación grupal del competencias metodológicas de trabajo en grupo (ver anexo).**

Algunas ideas para estructurar la interdependencia positiva en las actividades de aprendizaje cooperativo.

Normalmente es muy difícil desligar la interdependencia positiva de la responsabilidad/exigibilidad individual y grupal. Veamos algunas posibilidades para estructurarlas:

- La nota que recibe cada alumno, por ejemplo en un examen, es el promedio de las notas individuales obtenidas por cada uno de los miembros del grupo.
- Cada miembro del grupo recibe sólo una parte del material necesario.
- Cada miembro del grupo tiene un rol asignado en el desempeño de la tarea.
- La nota de cada alumno se incrementa en una cierta cantidad si todos los miembros del grupo sacan más de (por ejemplo) un 6.
- A cada miembro del grupo se le asigna una parte específica de la tarea a realizar, junto con un esquema que indica qué otros miembros del grupo necesitan los resultados de esa tarea para hacer la suya.
- El profesor decide de forma aleatoria cuál de los miembros del grupo va a realizar una prueba (un examen, una presentación)

oral). La nota que obtenga el elegido será la nota para todos los miembros del grupo.

- Los alumnos preparan una presentación con tantas partes como alumnos componen el grupo. Unos minutos antes de la presentación, el profesor decide qué parte va a presentar cada miembro del grupo.

3. **Interacción personal. Preferentemente cara a cara.** Aunque parte del trabajo pueda ser parcelado y hecho individualmente, los miembros de un grupo trabajan juntos en una tarea en la que se promueve el éxito de los demás, se comparten los recursos existentes, se ayudan, respaldan y alientan unos a otros. Algunas habilidades importantes del trabajo en grupo sólo se pueden poner en práctica y desarrollarse cuando el grupo interactúa. Se debe asegurar que los alumnos se expliquen entre sí cómo resolver los problemas, discutir entre sí la naturaleza de los conceptos y estrategias que es necesario aprender, enseñar sus conocimientos a sus compañeros de equipo, explicar las conexiones entre los conocimientos previos y los presentes, y apoyar a los demás en su aprendizaje. Al diseñar una tarea de AC es necesario tomar las medidas necesarias para que sea posible esa interacción cara a cara. Por ello, es necesario dedicar horas de clase para que los grupos puedan reunirse. Esto permite al profesor observar el funcionamiento del grupo. Esta estrategia puede obligar al profesor a eliminar algunas sesiones de clase expositiva (sustituyéndolas por sesiones de trabajo en grupo), para lo cual habrá que preparar algún material de autoaprendizaje para que los alumnos trabajen en casa de manera individual la parte de la asignatura que se hubiese tratado en las clases expositivas eliminadas. También es importante utilizar como criterio la heterogeneidad entre los miembros del grupo.

4. **Desarrollo de actitudes y habilidades interpersonales y de trabajo en grupo necesarias.** No es fácil trabajar en grupo de forma eficaz. No se puede esperar que nuestros alumnos lleven a cabo las tareas encargadas resolviendo por su cuenta, sin ayuda, los conflictos y dificultades que vayan encontrando en su relación como grupo. Es conveniente que los miembros del grupo sepan tomar decisiones, crear un clima de confianza, comunicarse, manejar conflictos y practicar el liderazgo. Por estas razones se enseña al grupo el modo en que deben trabajar juntos, y no se da por supuesto que ya deben hacerlo. Una herramienta de ayuda para desarrollar estas actitudes es el empleo de un **Cuestionario de Competencias Sociales en los Grupos de Aprendizaje Cooperativo (ver anexo)**. En este sentido, el AC pone un énfasis en saber jugar diferentes roles o papeles en el grupo. Las capacidades de trabajo en equipo son especialmente valoradas por las empresas y por los criterios de la ABET.

Resulta conveniente, por ejemplo en la primera sesión de trabajo en grupo, presentar a los alumnos algunos consejos sobre trabajo en grupo relativos a:

- Mecanismos para la toma de decisiones en caso de discrepancias.

- Formas de establecer reglas de funcionamiento como grupo.
- Formas de ofrecer crítica constructiva.
- Estrategias para producir ideas creativas para resolver un problema.
- Cómo establecer objetivos, repartir trabajo y establecer fechas de entrega.
- Cómo redactar el acta de la reunión.

De todas maneras, es importante que el profesor esté atento en todo momento a la dinámica de todos los grupos para ayudarles en su camino. Hay que recordar que el escenario ideal para el desarrollo de estas habilidades de trabajo en grupo es el de un conjunto de asignaturas que utilizan AC y que se coordinan fuertemente en cuanto al desarrollo de las habilidades y competencias.

5. **Evaluación y reflexión grupal periódica sobre el trabajo realizado.**

Es decir, una revisión y control del funcionamiento del grupo. Para conseguir que las personas del grupo se comprometan con una tarea y con éxito de todos sus miembros, deben someterse de vez en cuando a actividades de evaluación y reflexión grupal además de una evaluación individual, con objeto de identificar aspectos positivos y aspectos a mejorar en el funcionamiento del grupo. Es importante que los grupos rellenen un cuestionario de funcionamiento al cabo de dos o tres semanas trabajando juntos para identificar cuanto antes las dificultades en el funcionamiento del grupo. **Yo les paso la Encuesta tras tres semanas de clase (anexo).** Esto puede permitir hacer ajustes en la composición de algunos grupos e identificar aquellos alumnos que habrá que apartar de la dinámica de grupos. Con este tipo de evaluación se persigue premiar el trabajo en grupo y la cooperación y evitar la competitividad. Los miembros del equipo establecen los logros del grupo, periódicamente analizan lo que están haciendo bien como equipo e identifican los cambios a realizar para trabajar de una manera más eficiente en el futuro. **O, al final de cada tarea, listar al menos tres acciones de los miembros que han ayudado al éxito del grupo, o añadir una acción que podría hacer el grupo más eficiente.**

Es conveniente también organizar una última reunión de reflexión al final de curso en la que cada grupo pueda identificar aspectos a mejorar si tuviesen que trabajar en grupo, así como para celebrar el éxito en las tareas. **Yo les planteo el documento de revisión del funcionamiento del grupo.**

Una herramienta de interés a utilizar en las diferentes tareas de manera cooperativa es la realización de actas de las reuniones (ver el **Modelo de acta de reuniones de grupo**). También se pueden utilizar actas individuales en las que se reflejen aspectos como la responsabilidad en la tarea realizada de cada miembro del equipo, cómo ha realizado su tarea, dificultades encontradas, fuentes consultadas, para qué le ha servido la tarea a nivel académico y profesional, etc.

3.2.1. Roles de los alumnos en las actividades de aprendizaje cooperativo.

Los grupos, en cuanto se constituyen, deben establecer sus **reglas de funcionamiento y plantearse una distribución rotatoria de roles**. Se entiende por rol una tarea que se asigna a cada alumno dentro del grupo y que ha de desarrollar para un buen funcionamiento del mismo. Se les sugieren los siguientes roles:

- Coordinador. Persona que coordina el trabajo que hace el equipo, supervisa el trabajo realizado y el programa previsto y controla los tiempos de entrega.
- Secretario. Anota los acuerdos y trabajos de grupo, conserva los documentos realizados por el equipo y se responsabiliza de guardar la documentación entregada al grupo por el profesor.
- Soporte técnico. Se encarga de conseguir y conservar los documentos utilizados por el equipo durante el trabajo.
- Portavoz. Comunicará al profesor y/o a la clase los resultados y opiniones del equipo. Si surgen problemas, lo comunicará al profesor. Presentará el trabajo en grupo al resto de la clase.

Otra posibilidad:

- Coordinador. Recuerda a los demás miembros del equipo la fecha, lugar y hora de la siguiente reunión, así como lo que tiene que hacer cada uno. Verifica que todos los miembros del grupo están trabajando en la tarea. En las reuniones velará por el aprovechamiento adecuado del tiempo y moderará las discusiones.
- Secretario. Escribe el informe correspondiente a la tarea solicitada. Hará las actas de las reuniones, en las que se deberán reflejar todas las incidencias, el funcionamiento del grupo y los acuerdos adoptados.
- Controlador. Se asegura de que todos los miembros del equipo entienden tanto la solución de los problemas como la estrategia utilizada para resolverlos.
- Revisor. Revisa la tarea resuelta antes de entregarla. Se la entrega al profesor junto con los nombres de los componentes del equipo que han participado activamente en su resolución. Entrega también el acta correspondiente. Es el responsable de la calidad técnica del trabajo final.

El mismo alumno cubrirá los roles de controlador y revisor en los grupos de 3 miembros.

3.3. Razones para utilizar el aprendizaje cooperativo. Beneficios del AC.

Según Romeo et al. [3] el AC se incluye dentro de una filosofía general que implica y fomenta trabajar juntos, construir juntos, aprender juntos, mejorar juntos, de forma que personas diferentes que aprenden juntas aprenderán no sólo a interactuar con personas que piensan diferente en un ámbito local, sino también en el global. Como pedagogía, el aprendizaje cooperativo envuelve todo el espectro de actividades de aprendizaje en las que los grupos de alumnos trabajan juntos dentro y fuera de clase.

Didácticamente, el AC fomenta la creación de grupos reducidos en los que *los alumnos trabajan* (Romeo et al [3]).

Ovejero [4] plantea algunas paradojas educativas que se reflejan en la sociedad y que pueden dar motivos suficientes para adoptar una estructura cooperativa en el aula. Por un lado, la queja en nuestra sociedad de pocas conductas altruistas y el predominio de la conducta egoísta y la competición. Y por otro, la falta de la capacidad crítica de los alumnos. Además, no se enseñan las habilidades y capacidades que la sociedad demanda como es, entre otras, el trabajo en equipo y la tolerancia.

Lara [5] indica que la superioridad del AC frente a modelos de enseñanza competitivos o individualistas se refleja en mejor rendimiento, altos niveles de razonamiento, mayor transferencia de aprendizaje, motivación intrínseca, competencias sociales, interacciones personales, gestión de los tiempos dedicados a la tarea, reducción de prejuicios, ajuste psicológico, desarrollo cognitivo y social, autoestima, internalización de valores, responsabilidad, flexibilidad, calidad del entorno de aprendizaje, etc.

Los efectos del AC pueden clasificarse en cognitivos y afectivos, según señala Lara [5], citando a Ovejero. La clave de la eficacia es la interacción entre estudiantes y profesores, así como entre estudiantes. (Johnson et al. [14])

- *Efectos cognitivos.*
 - a) La cooperación es superior a la competición a la hora de fomentar el rendimiento en todas las áreas y niveles sin distinción, para tareas que implican adquisición de conceptos, solución de problemas, retención, memoria, tareas de suposición o predicción.
 - b) La cooperación fomenta mayor productividad y rendimiento que la competición o los esfuerzos individuales.
 - c) La cooperación lleva con mayor frecuencia a utilizar un razonamiento de mayor calidad que el que se fomenta en una enseñanza competitiva o individualista.
 - d) La transferencia de lo aprendido es mayor en el aprendizaje cooperativo.
 - e) El AC se muestra eficaz en todos los niveles educativos, incluso para profesores, científicos o ingenieros.

- *Efectos afectivos.*
 - a) Mayor motivación continuada, más curiosidad, mayor compromiso con el aprendizaje, persistencia en la tarea, expectativas de éxito futuro (ver mis encuestas) y nivel de aspiración.
 - b) Mejor interrelación interpersonal entre los estudiantes y lleva a actitudes más positivas hacia compañeros diferentes. Mayor calidad de las relaciones entre estudiantes y con los profesores.
 - c) Apoyo social de los miembros del grupo.
 - d) Salud psicológica: madurez emocional, buenas relaciones sociales, fuerte identidad social... Los estudiantes consiguen en mayor medida la adquisición de habilidades sociales.

Una ingente cantidad de estudios muestra la validez y superioridad del AC frente a otros modelos de enseñanza competitiva o individualista en muy diferentes circunstancias o condiciones.

Además, el AC posee una gran variedad de métodos que pueden utilizarse por los profesores, lo que le hace aplicable a muy diferentes circunstancias y condiciones.

Felder [29] indica que mediante el AC los estudiantes logran mejores resultados académicos, mejor razonamiento de alto nivel y habilidades de pensamiento crítico, una comprensión más profunda del material aprendido, mayor motivación intrínseca para el aprendizaje y para el logro, mayor habilidad para ver situaciones desde el punto de vista de otros, una relación más positiva y de mayor apoyo con los compañeros, mayores actitudes positivas hacia los temas de estudio y mayor aprovechamiento del tiempo en clase.

Los buenos estudiantes, a la hora de explicar y clarificar el material a estudiantes más flojos, a menudo encuentran huecos o errores en su comprensión y ello les sirve para mejorar su aprendizaje. Los estudiantes que trabajan solos tienden a dejar las tareas para más adelante. En grupo están obligados hacer los trabajos en el momento adecuado.

Cuseo [8] señala que el AC es el paradigma educativo mejor documentado y sobre el que más se ha estudiado. Sus virtudes según Cuseo son (se transcriben también en forma de tablas los resultados obtenidos en este curso 2010-11 de una encuesta pasada por mí a los alumnos en la que se les pregunta (escala de 1, nada a 4, mucho): *Valora el grado en el que consideras que la metodología seguida te ha ayudado a aprender, en comparación con planteamientos metodológicos más tradicionales a) :*

1. Promueve la implicación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje, con sus compañeros y con la materia.
2. Capitaliza la capacidad que tienen los grupos para incrementar el nivel de aprendizaje mediante la interacción con los compañeros. Los alumnos pueden tener más éxito que el profesor para hacer entender ciertos conceptos a los compañeros, ya que están más cerca en su

desarrollo cognitivo. También el estudiante que explica la tarea adquiere una mayor comprensión.

3. Reduce los niveles de abandono de los estudios: se facilita la integración social, mayor satisfacción con las actividades de clase y la interdependencia positiva aumenta el compromiso con sus compañeros.
4. Promueve el aprendizaje independiente y autodirigido, fundamental en su futura vida profesional.

<i>Indagar por tu cuenta en torno al trabajo planteado</i>	3,38	3,37	<i>Tomar una actitud participativa respecto a tu aprendizaje</i>
--	------	------	--

5. Promueve el desarrollo de la capacidad de razonar de forma crítica.
6. Facilita el desarrollo de la habilidad para escribir con claridad.
7. Facilita el desarrollo de la capacidad de comunicación oral.

<i>Desarrollar tus habilidades de comunicación (oral y escrita)</i>	3,37
---	------

8. Incrementa la satisfacción de los estudiantes con la experiencia de aprendizaje y promueve actitudes más positivas hacia la materia de estudio.

<i>Aumentar el interés y la motivación por la asignatura</i>	3,39
--	------

9. Facilita un mayor rendimiento académico.
10. Permite desarrollar la capacidad de liderazgo.

<i>Mejorar tus capacidades de trabajo en grupo</i>	3,52
--	------

11. Prepara a los estudiantes para el mundo de trabajo actual.

<i>Desarrollar competencias necesarias en la práctica profesional</i>	3,20
---	------

<i>Analizar situaciones de la práctica profesional</i>	3,33
--	------

Además de todo lo anterior, la experiencia indica que, en las titulaciones de ingeniería, el alumno asiste a clase en gran medida, ya que la actividad en los grupos es muy contagiosa para los demás.

Principios básicos que ayudan a que el AC funcione correctamente: cooperación, responsabilidad, comunicación, habilidades personales y de trabajo en equipo y autoevaluación.

Todo lo anterior supone:

- Fijar objetivos y normas de funcionamiento del grupo.
- Reparto de roles y responsabilidades en el grupo (actas de reuniones, documentación...).
- Reparto de tareas y plazos de entrega.
- Actualización continua de la carpeta del grupo (portafolio): documentos, cálculos, valoraciones y conclusiones.
- Debe haber suficiente tiempo, dentro y fuera de clase, para que los alumnos trabajen, la tarea debe ser suficientemente compleja para hacerla en un grupo formal, y entre los objetivos del profesor debe estar el desarrollo de habilidades que estén favorecidas por el aprendizaje cooperativo, tales como el pensamiento crítico, el razonamiento de alto nivel y las habilidades de trabajo en grupo.

Muchos estudios inciden en que el AC es la forma más efectiva de aprendizaje (Johnson y Johnson, [15], [35]), ya que:

- Promueve la interacción estudiante-profesor. Actitud más positiva hacia el profesor.
- Mayor retención de la información por el estudiante.
- Mejores logros académicos. Mayor productividad y rendimiento.
- Desarrollo de habilidades intelectuales de orden superior. Desarrollo del pensamiento creativo.
- Mejora la satisfacción del estudiante con la experiencia de aprendizaje, ya que promueve la implicación activa del alumno en el proceso.
- Motivación para aprender el tema. Implicación emocional.
- Mayor asistencia a clase
- Trabajo en equipo, habilidades interpersonales, mayor integración y atracción interpersonal. Habilidades de interacción social.
- Incremento de la colaboración y la solidaridad.
- Resolución de conflictos.
- Habilidades de toma de decisiones.
- Crecimiento de lazos de amistad.
- Comprensión del ambiente profesional
- Desarrolla habilidades de comunicación oral: lenguaje más elaborado, preciso y riguroso.
- Menores niveles de ansiedad.
- Se aprende mejor lo que se enseña.
- Mayor generación de preguntas en clase.
- Se crea un ambiente de aprendizaje activo y de cooperación.
- Estimula el pensamiento crítico.
- Incrementa habilidades de autogestión.
- Se desarrollan técnicas alternativas de evaluación.
- Se establecen altas expectativas para estudiantes y profesores.
- Se les enseña a los estudiantes a criticar ideas, no personas.
- Mayor habilidad de los estudiantes para ver situaciones desde otros puntos de vista (desarrollo de la empatía).
- Cuando uno utiliza técnicas de aprendizaje cooperativo, entran en juego otros factores al margen del aprendizaje del temario. Una de las mejores cosas que facilita el AC es que facilita la integración social de los alumnos que tienen dificultades para relacionarse con los demás, lo cual es especialmente importante para alumnos recién llegados a la Universidad. Mi experiencia es que grupos de alumnos formados por el profesor de una forma aleatoria para realizar tareas de AC en una asignatura, se constituyen como grupos de trabajo para otras asignaturas. Otro caso: un alumno de un curso de master, de origen peruano, aunque al principio se le notaba una cierta reticencia a trabajar en equipo, en la encuesta final me señaló que el trabajo le había servido para relacionarse con sus compañeros. Es interesante usar ya la primera clase para hacerles ver que la estrategia de AC es la que se utilizará en todo el curso.
- ¿Realmente aprenden más si utilizo el AC? En primer lugar, no tiene sentido la comparación, porque, **mediante el AC, además de aprender conocimientos, adquieren habilidades y destrezas en los campos**

cognitivo y afectivo. Por las encuestas realizadas, ellos manifiestan que aprenden más y mejor.

Y otro detalle: con aprendizaje activo, la tutoría adquiere una gran importancia como tiempo de dedicación del profesor. A través de la dedicación personalizada se puede asistir mejor al proceso de aprendizaje (Mario de Miguel [75]).

Según citan Gil et al. [55] aludiendo a Hargreaves ([56] y [57]), los beneficios del trabajo cooperativo **en el grupo de profesores** son:

- *Apoyo moral:* a través del trabajo cooperativo los aspectos vulnerables se ponen en común, de manera que se refuerza la resolución y se superan los fracasos y frustraciones que podrían impedir las mejoras educativas.
- *Aumento de la eficiencia:* la cooperación facilita la coordinación y el reparto de responsabilidades entre el profesorado logrando centros más eficientes.
- *Mejora de la eficacia:* la cooperación entre profesores mejora la calidad del aprendizaje de los alumnos. Las causas que este autor aduce para justificar este hecho podemos encontrarlas en la cita siguiente: “*La cooperación estimula la asunción de riesgos, una mayor diversidad de estrategias docentes y una sensación de mayor eficacia entre los profesores, dado que los estímulos positivos y la retroalimentación sobre las consecuencias de las acciones fortalecen su confianza en sí mismos. Todas estas cosas influyen sobre el aprendizaje de los alumnos y lo facilitan.*” (Smith et al. [17]).
- *Reducción del exceso de trabajo:* a través de la cooperación se comparten las cargas y presiones que se derivan de unas demandas de trabajo intensificadas.
- *Certidumbre en la situación:* la cooperación reduce la incertidumbre y limita los sentimientos excesivos de culpa.
- *Asertividad política:* ya que la cooperación fortalece la confianza para adoptar innovaciones procedentes del exterior, la prudencia necesaria para retrasar su adopción y la fortaleza moral para oponerse a ellas.
- *Aumento de la capacidad de reflexión:* a través de la cooperación los otros se convierten en espejos de la propia práctica. El diálogo y la acción constituyen una fuente de retroalimentación que incita a los profesores a reflexionar sobre su práctica.
- *Oportunidades para aprender:* en las organizaciones cooperativas el conjunto es superior a la suma de sus partes, ya que la cooperación aumenta las oportunidades de los profesores para aprender unos de otros.
- *Perfeccionamiento continuo:* la cooperación estimula al profesorado para que consideren el cambio como un proceso de perfeccionamiento continuo.
- *Capacidad de respuesta de la organización:* la cooperación aúna los conocimientos, pericias y capacidades del profesorado permitiéndoles responder con diligencia a las cambiantes limitaciones y oportunidades que ofrece el ambiente.

3.4. ¿Por qué muchos profesores se resisten a utilizar el AC?

Panits y Panits [74] señalan razones por las que algunos docentes se resisten a utilizar técnicas de aprendizaje cooperativo:

- a) **Los profesores no tienen experiencia de esta metodología.**
- b) **Pérdida del control en la clase.** Muchos profesores creen que pueden perder el control de la clase si dan más responsabilidad a los alumnos en su aprendizaje. Cuando el profesor utilizar las clases magistrales, tiene la sensación de que se cubre el contenido de la asignatura, ya que se lo ha presentado a los alumnos de una manera ordenada. Las técnicas de AC hacen que el alumno formule sus propias estructuras y métodos de entender el material.
- c) **Falta de autoconfianza por parte de los profesores.** Hay que tener una gran confianza en sí mismo y en los alumnos para transferir a los estudiantes la responsabilidad de su aprendizaje. Los profesores tienen miedo de probar métodos que les puedan exponer a situaciones potencialmente peligrosas. Esto supone cuando los estudiantes preguntan cuestiones que no se esperaban. El papel del profesor pasa de experto a facilitador. El foco en el estudiante reduce la oportunidad del profesor para manifestar su experiencia y conocimientos y puede poner en cuestión su habilidad como profesor. Tiene que estar seguro de que tiene algo que ofrecer, como persona, antes de permitir tomar el control a la clase. Algunos no pueden asumir los riesgos. También hay un temor a parecer estúpido. Se define a los profesores como expertos en su campo, capaces de responder cualquier cuestión. En un ambiente de AC, los alumnos pueden hacer preguntas de una forma que es difícil entender para el profesor. Se puede rebotar la pregunta hacia otro alumno. El AC es opuesto al concepto de profesor como repositorio del conocimiento sobre el tema y cuyo rol es simplemente verter su amplio reservorio de conocimientos sobre las mentes abiertas, vacías y deseosas de los alumnos.
- d) **Miedo a no cubrir todo el programa,** ya que la interacción en grupo a menudo supone más tiempo que las clases magistrales. Los estudiantes necesitan tiempo para acumular información suficiente para ser capaces de usarla dentro de sus grupos. Necesitan tiempo para trabajar juntos y llegar a un consenso. Una función importante del AC es enseñar a los alumnos a trabajar juntos de una manera efectiva. Pero muchos alumnos no entienden el material a pesar de las excelentes presentaciones realizadas por los profesores y sacan malas notas. El profesor cree que la situación puede empeorar si los alumnos trabajen con otros que tengan los mismos problemas. La realidad es que cuando el alumno se implica en su aprendizaje, mejora su rendimiento. Al principio, los grupos trabajan despacio según aprenden a trabajar cooperativamente, analizan lo que funciona y no funciona en su grupo, y reciben entrenamiento en la resolución de conflictos. Pero una vez que los estudiantes se acostumbran al proceso, aumenta su nivel de retención y de pensamiento crítico, hasta el punto de que pueden moverse mucho más rápido a través del programa de la asignatura.

Miedo a perder el tiempo planteando estrategias que apartan a los profesores de su tarea fundamental, es decir, la enseñanza de contenidos. Esto cambia en cuanto las actividades de enseñanza-aprendizaje estén alineadas con los objetivos de aprendizaje pretendidos. Si paso mucho tiempo en clase con ejercicios en grupo, no me va a dar tiempo a ver todo el temario. En sentido amplio, ver todo el programa no significa que haya habido éxito: lo que importa es cuánto del material cubierto se ha aprendido realmente. Los estudiantes aprenden haciendo, no viendo y oyendo.

- e) **El temario, ese gran tirano.** Valero [95] La enseñanza tradicional tiende a producir un nivel de competencia similar en cada tema, mientras que el PBL tiende a producir niveles de competencia distintos para temas diferentes (ver figura de [95], de Valero). Dos argumentos que pueden ayudar a convencernos: En las titulaciones más tecnológicas, la mitad de los conocimientos que deberán usar nuestros alumnos actuales están por descubrir. Cuando aprobamos con un 5, aceptamos que nuestro alumno siga adelante con una gran laguna de conocimiento, que puede llegar al 50% de nuestro temario irrenunciable. Es importante establecer los objetivos de aprendizaje. Seguro que parte del temario no cubre ningún objetivo de aprendizaje. Nos podemos centrar en unos determinados objetivos de aprendizaje que puedan evaluarse a lo largo del curso. Dichos objetivos son muy útiles para los estudiantes para identificar lo que es importante. Y una cosa es cubrir el temario y otra distinta el aprendizaje de los conceptos.
- f) **Ausencia de materiales preparados para utilizar en clase.** El uso del AC requiere que el profesor prepare una serie de materiales para crear interdependencia entre los alumnos y dé una razón para que trabajen en grupo. Los textos normalmente ofrecen al final de cada capítulo una serie de cuestiones o problemas que son resueltas individualmente por los alumnos. Algunos textos empiezan ya a introducir cuestiones que pueden resolverse en grupo, pero no añaden los materiales de apoyo.
- g) **El ego de los profesores.** Muchos profesores disfrutaban siendo el centro de la atención. La clase les da una oportunidad para demostrar sus conocimientos. Los profesores no confían en que los alumnos aprendan. Creen que tienen que decirles lo que tienen que aprender.
- h) **Ausencia de familiaridad con técnicas alternativas de evaluación.** Muchos creen que se perderá la evaluación individual si un estudiante domina el grupo o hace todo el trabajo. Creen que sólo es apropiado un proceso para evaluar a los estudiantes. Técnicas que se pueden utilizar: observaciones del profesor durante el trabajo en grupo, notas de grupo para los proyectos, puntos extra si todos los miembros del grupo superan una determinada nota, examen de dos partes,...
- i) **Preocupación por los resultados de las encuestas a los profesores y por el avance personal.** En nuestro caso, en la UPV/EHU, las encuestas están ya adaptadas a esta metodología **Resistencia de los alumnos a las técnicas de AC.** Los estudiantes no están inicialmente entrenados en AC. Es necesario que el profesor venda a los alumnos el concepto del AC, de la necesidad del trabajo en equipo. Los estudiantes

entienden que es más fácil el método de las clases magistrales, ya que están pasivos en clase mientras reciben la información. Algunos alumnos entienden que el profesor no está haciendo su trabajo. Hay que explicarles que para nosotros el trabajo es mayor que en las clases magistrales, tenemos que preparar las tareas, los proyectos, corregirlos, pero todo eso lo hacemos porque confiamos en la técnica y en ellos. Y si a nosotros nos supone un tiempo, tenemos que decirles que esperamos que ellos respondan y que trabajen, y que confiamos en ellos. Y decirles que, precisamente, aquí el profesor demuestra más lo que sabe porque no está tan controlada la tipología de las preguntas que pueden hacer los alumnos. . Las clases a menudo parece que son caóticas, ya que los grupos trabajan de manera diferente que individualmente. Existe un nivel de ruido que no se da en las clases magistrales. Cuesta un poco de tiempo cuando el profesor quiere decir algo a toda la clase, hacer observaciones...

- j) **Falta de familiaridad y de entrenamiento con las técnicas de AC y con la gestión de la clase.** Se evita que unos pocos alumnos hagan todo el trabajo mediante la asignación y rotación de roles, permitiendo que los alumnos evalúen a sus compañeros de grupo, así como observando los profesores a los alumnos. Una ventaja del AC es la variedad de técnicas que se pueden usar en clase, ya que la repetición lleva al aburrimiento. El AC supone una aproximación de prueba-error, ya que no toda actividad de AC funciona como estaba planificada. Y muchos profesores están más preocupados por investigar. Y un posible sentimiento de culpa, ya que el profesor puede sentir que no enseña si no está dispensando información. Puede parecer que están inactivos mientras trabajan los alumnos.
- k) **La percepción de falta de preparación de los estudiantes.** El hecho de que aprender activamente exige que los estudiantes pongan en práctica numerosas competencias y de índole muy diversa (habilidad para realizar una lectura comprensiva, para localizar y seleccionar la información necesaria, para saber trabajar en un grupo cooperativo, para realizar un buen trabajo académico en casa, etc.) lleva a algunos profesores a prescindir del uso de estrategias de aprendizaje activo por parte de los alumnos, justificando esta decisión por la falta de preparación de los estudiantes para ser eficaces en este tipo de aprendizaje que requiere una mayor dosis de autonomía. No obstante, estas carencias en el alumnado pueden ser en cierto modo subsanadas, y al mismo tiempo objeto explícito de la enseñanza, mediante el uso de sencillas estrategias didácticas que, al menos en determinadas fases del aprendizaje, pueden orientar a los estudiantes en su manera de aprender. Por ejemplo, al entregarles una lectura y en lugar de pedirles únicamente el producto final que va a ser evaluado —una síntesis personal o una opinión crítica— conviene darles algunas preguntas guía de antemano, pequeños cuestionarios que centren su atención, etc. O al pedirles que realicen un trabajo en grupo, orientarles en la distribución del trabajo, en la asignación de roles dentro de los grupos, en el mejor modo de incorporar las aportaciones de cada uno, etc. son algunas sugerencias que facilitan el proceso de aprendizaje activo de los

alumnos y añaden valor al aprendizaje de los contenidos, al tratarse de aprendizajes con más probabilidad de permanecer y de generalizarse a otras situaciones.

- l) Un problema que plantea Valero [22] es que su primer intento (el Programa de Aprendizaje en Cooperación, PACo), le hizo ver que la **innovación docente requiere un esfuerzo**. De hecho, un compañero le comentó: “El PACo es mucho CURRO”. Cualquiera que se embarque en una innovación docente debe saber que requerirá más tiempo que en una enseñanza tradicional, si ya tiene bien preparadas sus clases expositivas (y sus transparencias).
- m) **A ver si ahora, para dar clase tenemos que estudiar Psicología y Pedagogía**. Sin duda, no hace falta, pero cuando uno se mete en este tipo de estrategias acaba teniendo curiosidad por dichos temas.

Se muestran a continuación algunas opiniones de alumnos que han trabajado utilizando el aprendizaje cooperativo (Prieto [98]): *«Estamos trabajando por nosotros mismos, buscando nuestra información y agregándola a nuestro trabajo. En la otra manera de dar clase te lo dan hecho, te lo estudias y vas a examen [...]. Lo que más me ha llamado la atención es cuando, por ejemplo, he tenido que hacer una reflexión, las cosas que he puesto en ella... no me imaginaba que pudiera hacer reflexiones en algunas cosas. He aprendido muchas cosas y me siento mucho mejor con lo que he aprendido porque ahora ves que te hace falta, que son cosas necesarias para mi carrera, como persona y en un futuro profesional. Es muy importante llevar a la práctica la teoría, aplicar a situaciones concretas nos ayuda a nosotros mismos a cuestionarnos lo que nos enseñan. A través de la práctica lo comprobamos y te das cuenta de qué conocimientos pueden ser útiles para nuestra situación. Me veo más suelta en mi capacidad para aportar o crear ideas nuevas. El principal cambio es que no me tienen que ir guiando tanto. Te vas planificando, vas buscando tus propios recursos para hacer las actividades...más autonomía. Es muy importante la capacidad de autocrítica que he desarrollado. Tienes que comprender que te equivocas y que puedes tener errores»*.

- n) **El aprendizaje cooperativo no tiene éxito en ingeniería**. Pues existen multitud de publicaciones, ponencias, artículos, que indican que tiene una gran aplicación en ingeniería. Parte del éxito de dichas metodologías se debe a dedicar un tiempo para conseguir un sentimiento de comunidad entre los estudiantes. Un ejemplo puede ser en la primera clase, que los alumnos hablen en grupo sobre lo que es un ingeniero mecánico, eléctrico, químico... Las áreas de discusión incluyen: habilidades necesarias de trabajo en grupo, habilidades técnicas, tipo de personalidad, qué tipo de trabajo desempeña. Explicarles que el trabajo en grupo es esencial.
- o) **Cuando los estudiantes trabajan en grupo no sabes quién hace el trabajo**. Se pueden utilizar sistemas diferentes de evaluación para conseguir que todos trabajen.
- p) **El AC no se puede hacer en una clase con 80 alumnos**. Yo he podido.

3.5. Clases magistrales cooperativas. Aprendizaje cooperativo informal. Posibles técnicas a utilizar.

En las clases magistrales se pueden utilizar estrategias de AC. Con él se asegura que se corrigen errores y se identifican las lagunas en la comprensión de conceptos, a la vez que se corrigen, de manera que se personaliza la experiencia de aprendizaje. A los estudiantes se les pregunta, o se realizan actividades de AC informal cada 10 o 15 minutos (que, como hemos visto es el tiempo aproximado que un adulto puede mantener la atención en una exposición), para ver si están entendiendo o no, tal como se indica en la figura siguiente.

Con estos cortes queda menos tiempo para la exposición del profesor, pero se va reactivando a los estudiantes.

Entre las actividades a utilizar se encuentran las discusiones antes y después de la exposición del profesor, y discusiones con el compañero. El formato se puede modificar según se va cogiendo experiencia. Por ejemplo, si casi todos los alumnos han escogido la respuesta correcta, se les puede pedir que reflexionen por parejas sobre las razones de dicha elección. Si todos los estudiantes eligen la respuesta incorrecta, el profesor puede probar a explicar de nuevo los conceptos correspondientes de otra manera. Si las respuestas son de todo tipo, se les puede decir que, por parejas, lleguen a una solución razonada.

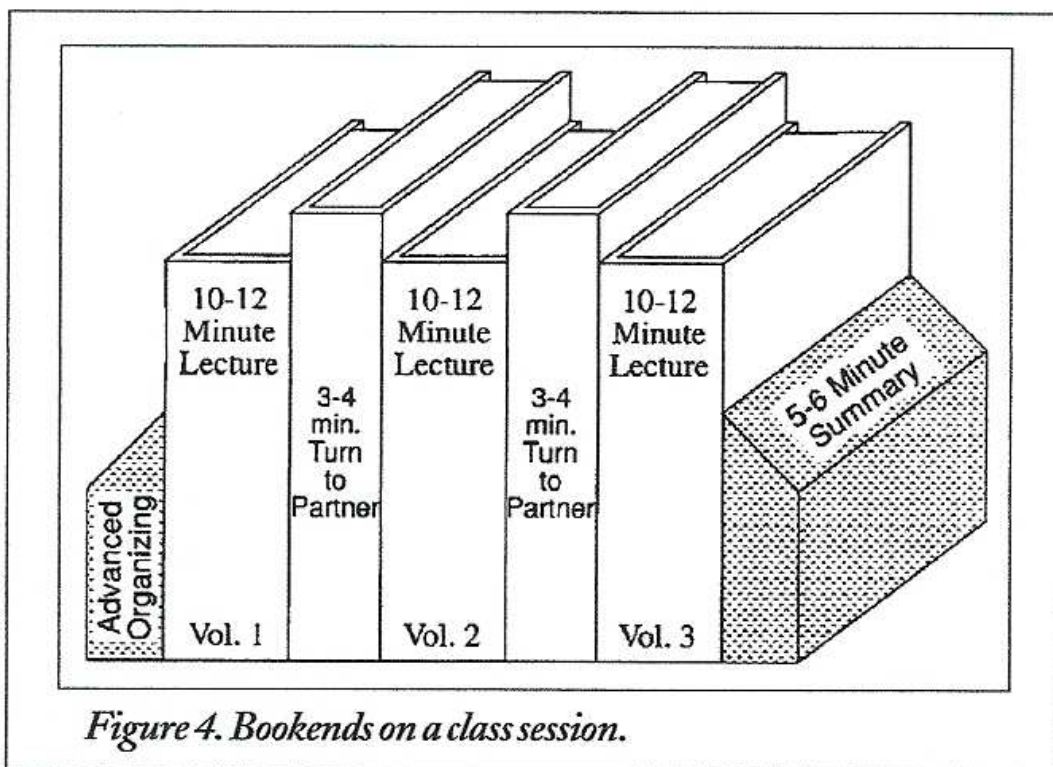


Figure 4. Bookends on a class session.

Figura 2. Metodología de introducción de técnicas de aprendizaje cooperativo informal en clases magistrales cooperativas. (Tomado de Smith et al., [17]).

Puede ser interesante, pues, la combinación de pequeños períodos expositivos, no superiores a 20', con tiempos de trabajo en grupo de aspectos clave de lo trabajado por el profesor. La tarea concreta que se les puede formular en esos períodos interexpositivos puede ser:

- Formular la respuesta a una pregunta (se analizan más adelante, en este mismo apartado, tipos de preguntas que pueden formularse de acuerdo con la taxonomía de Bloom)
- Formular la respuesta a una pregunta abierta. Un ejemplo: ¿Cómo puede afectar la presión a la generación de energía eléctrica?
- Resolver un problema.
- Listar las características fundamentales de un proceso visto.
- Predecir qué es lo que se va a explicar a continuación.
- Explicar un material escrito.
- Hacer un comentario sobre los conceptos que se acaban de presentar.
- Relacionar lo que se acaba de ver con otros conocimientos previos de la asignatura o de otras materias.

Los componentes esenciales de cada tarea son los siguientes, utilizando la metodología del "Think-pair-share"

- Elaborar la respuesta de forma individual
- Compartir la respuesta con un compañero.
- Escuchar la respuesta dada por el otro.
- Elaborar una respuesta mejor a partir de las aportaciones de los dos.
- Compartir la respuesta con el resto de la clase. Tal vez no sea necesario siempre esta puesta en común, ya que puede realizarse una recogida por escrito de las aportaciones de las diferentes parejas, pero sí que puede ser útil como colofón a una clase. El profesor puede pedir a tres parejas sus resultados y una cuarta expone su solución oralmente, realizándose la corrección inmediatamente en clase.

Este proceso se repite en clase las veces necesarias. La clase puede terminar con una recapitulación de lo tratado, llevada a cabo por el profesor o por los propios estudiantes mediante una nueva tarea al efecto, que es corregida en algunas ocasiones.

Otras posibles técnicas son:

- Técnica del "One minute paper" al final de clase: pedir a los grupos 3 cosas que hicieron bien y una que necesita mejorarse para la siguiente sesión. O bien: los 2 o tres conceptos fundamentales de la sesión y dos preguntas que queden todavía sin resolver.
- Miniclases dadas por los alumnos.

- Olimpiadas matemáticas. 5 problemas a resolver en grupo. Cada grupo establece el procedimiento. Al final se ponen los resultados de cada grupo en la pizarra. Discusión y comentarios al final de clase.
- Otra posible actividad al principio de clase: “Aquí hay algunas cuestiones que vamos a analizar hoy. Por parejas, estimar cuáles pueden ser las respuestas (planear cómo se pueden obtener las respuestas)”. El hacer que los alumnos piensen antes sobre las preguntas puede motivarles para buscar las respuestas el resto de la clase.
- Otra posibilidad: al inicio de clase el alumno recibe una plantilla explicativa de la actividad donde se determina lo que el profesor va a explicar y las preguntas clave que deben trabajar posteriormente los alumnos. Este tipo de actividades ayuda a los alumnos a asimilar lo explicado en clase y refuerzan los conceptos básicos del tema.

También se les puede mandar tareas para casa y darles tiempo en clase para comparar sus resultados y llegar a un acuerdo.

Mediante estas minitareas cooperativas se obtiene información rápida sobre el nivel general de conocimientos que poseen los alumnos sobre un tema. Y además, los alumnos tienen un tiempo para procesar la información.

Escuchar las discusiones de los alumnos puede aportar al profesor luz acerca de cómo están entendiendo y asimilando los conceptos y el material que se está enseñando, así como para reorganizar sus notas y moverse alrededor de la clase para escuchar.

Algunas preguntas:

- ¿Cuál es la idea principal de..?
- ¿Cómo afecta...?
- ¿Cuál es el significado de ...?
- ¿Por qué es importante...?
- ¿Cuál es un nuevo ejemplo de...?
- ¿Cómo se relaciona....con lo que he explicado antes?
- ¿Qué conclusiones se pueden sacar de...?
- ¿Cuáles son las diferencias entre..... y.....?
- ¿Cuáles son las fortalezas y las debilidades de....?
-

En las clases magistrales cooperativas se les pueden plantear 6 tipos de preguntas, siguiendo la taxonomía de Bloom :

- De conocimiento: (qué, quién, cuando, cómo, dónde, describir). ¿Qué procedimiento (fórmula, técnica) podría usar aquí? ¿Es correcto lo que acabo de escribir?
- De comprensión: interpretar, describir con sus propias palabras, organización y selección de hechos e ideas.
- De aplicación: resolución de problemas, poner un ejemplo de, decir cómo está relacionado con....., ¿por qué es importante...?

- De análisis: identificar motivos, separación de un todo en sus partes componentes, clasificar de acuerdo con..., comparar/contrastar con.... Hacer un listado de todas las (suposiciones, problemas, errores, dilemas éticos...) puedes encontrar en este estudio/problema. Explicar a un alumno de bachillerato el concepto de (tensión superficial...). Señalar tres aplicaciones prácticas de lo visto.
- De síntesis: crear un producto único, original, bien de forma verbal o un objeto físico. Combinación de ideas para formar una nueva totalidad. ¿Qué ideas puedes añadir? ¿Cómo crearías/diseñarías un nuevo...? ¿Qué podría ocurrir si combinas...? ¿Qué solución sugerirías para...? Construir un mapa conceptual que contenga los puntos principales de este tema.
- De evaluación: Hacer juicios de valor sobre asuntos. Desarrollo de opiniones. ¿Estás de acuerdo con...? ¿Qué piensas sobre...? ¿Qué es lo más importante de ...? Colocar en orden de prioridad. ¿Qué criterios usarías para valorar...? ¿Cuál de las siguientes alternativas es la mejor?

Sobre la motivación en las clases magistrales.

Si queremos que los alumnos aprendan debemos crear condiciones en el aula que promuevan la motivación. Son importantes (Sancho et al. [25]):

- El entusiasmo del profesor por la asignatura. Que se note que al profesor le gusta enseñar.
- Tratar a los estudiantes con respeto y confianza. Nunca ridiculizar a un estudiante en público. Si detectamos una debilidad en un estudiante, dejarle claro que los comentarios se refieren a un trabajo determinado, nunca a la persona. Apoyarle al alumno, en vez de juzgarle. Si el alumno hace una cosa bien, felicitarle; aumentará su motivación.
- Mantener altas las expectativas de los estudiantes. Decirles que son capaces de comprender y superar la asignatura. Si les animas diciéndoles que pueden hacerlo y les señalas las herramientas que debe utilizar sentirá que el profesor tiene confianza en él. Animarles no sólo a aprobar sino a aprender. Decirles a ver qué pensarían si su médico, su asesor financiero, dentista,.. se hubieran limitado a aprobar.
- Señalar la importancia de la asignatura. Por ejemplo, mediante ofertas de trabajo en las que aparezca su necesidad. Analizarla en el contexto de la titulación. Si voy a perder tiempo en aprender, tengo que ver la utilidad de mi tiempo.
- Variar los métodos de enseñanza. Que valga la pena ir a clase. Que no sea siempre lo mismo. La pasividad de las clases magistrales amortigua la motivación y la curiosidad de los estudiantes. Por ejemplo, además de técnicas de AC informal, se pueden dejar partes en blanco en las transparencias, meter diapositivas graciosas.
- Que el nivel de la materia sea adecuado. Que no sea casi imposible aprobar. Si suspenden demasiados alumnos, es seguro que algo no se está haciendo bien. Que el alumno detecte que puede aprobar viniendo a clase. Si no, se desmotiva.
- Enfatizar de una manera continua los conceptos fundamentales. Ej: "Esto es tan importante que debierais ponerlo en una placa sobre la

- cama”, o “seré una bruta bestia si digo que 2 por 2 elevado a la x es igual a 4 elevado a la x”.
- Una vez que se introduzca un concepto nuevo, aplicarlo con ejemplos inmediatamente.
 - Ser flexible, fluido, experimentador, con capacidad de adaptación a las circunstancias. Tener la posibilidad de desviarte del programa si surge alguna actividad diferente (visitas a empresas,...).
 - Un buen profesor tiene un toque de humor.
 - La motivación aumenta en función de cómo está organizado el material de estudio. Aquí surge la eterna pregunta. ¿Es mejor seguir un libro de texto (o unos apuntes propios) o que cojan apuntes teniendo como base una bibliografía recomendada?
 - En la mayoría de los casos, se puede optar por una solución mixta. Darles unos apuntes en los que haya espacios en blanco que deban rellenarse con la bibliografía recomendada. Ello les obliga a utilizar diferentes libros y aumenta el aprendizaje.
 - Si el alumno sólo tiene un material de apoyo, no le da tiempo, a la vez que toma apuntes, a interiorizar lo que se está planteando por el profesor, (máxime cuando es chico, porque no podemos hacer dos cosas a la vez, al menos eso es lo que dicen las mujeres).
 - Al principio de clase, poner lo que se va a dar: el plan de batalla.
 - Que cada clase tenga un comienzo, una organización y un final. Es frustrante para los alumnos dejar las cosas a medias.
 - Utilizar la pizarra como freno a las exposiciones con diapositivas. No nos damos cuenta que con el powerpoint el profesor avanza muy rápido y no da tiempo al alumno a asimilar los conceptos.
 - Importante la organización y la claridad en la pizarra.
 - Dar guías para aprender a aprender. Ejemplos de miniclases: método de resolución de problemas, cómo escribir un texto, cómo leer un libro, cómo utilizar la bibliografía electrónica, cómo hacer presentaciones orales.
 - Controlar el tiempo que dedica el alumno a la asignatura.

3.6. Aprendizaje cooperativo formal. Técnicas de trabajo cooperativo.

Los grupos en este caso están más estructurados, se les da tareas más complejas y normalmente están juntos durante más tiempo.

Menos estructurado (tradicional)	Más estructurado (cooperativo)
Baja interdependencia. Los miembros tienen sólo responsabilidad con respecto a ellos mismos. Se focaliza en un único producto (informe o presentación)	Alta interdependencia positiva. Los miembros son responsables de su aprendizaje y del de los demás. Se focaliza en el rendimiento conjunto.
Exigencia individual solamente, normalmente a través de un examen individual o un test.	Exigencia individual y grupal. Los miembros necesitan una alta exigencia propia y del resto de los miembros para obtener un trabajo de alta calidad.
Poca atención a la formación de los grupos. Grupos normalmente grandes (4-8 alumnos)	Grupos formados de una manera deliberada (aleatoriamente, en función de intereses, conocimientos...). Grupos pequeños (hasta 4)
Se discuten las tareas poniendo muy poco interés en el aprendizaje de los demás.	Los miembros promueven el éxito de sus compañeros, haciendo un trabajo conjunto real y apoyando a los demás en su aprendizaje.
Se ignoran las habilidades de trabajo en grupo.	Se enfatiza en las habilidades de trabajo en equipo. Se les enseña a los miembros a trabajar en equipo y se espera que usen las habilidades colaborativas. Se rotan los roles entre los miembros (incluido el liderazgo)
No hay procesamiento grupal sobre la calidad del trabajo.	El grupo gestiona la calidad del trabajo, así como el modo en que sus miembros trabajan realmente de una manera conjunta. Se enfatiza en la mejora continua.

Tabla 6. Comparación entre grupos de aprendizaje.

Pasaremos a continuación a analizar distintas estrategias de Aprendizaje Cooperativo.

- **JIGSAW (PUZZLE de Aronson).**

El profesor entrega a cada alumno, al inicio de la sesión, una plantilla explicativa de la actividad que se va a desarrollar. Además, el profesor suministra previamente a través de Moodle una copia de los apuntes del tema que se va a trabajar. Antes de la sesión, los alumnos deben haber leído la documentación proporcionada. Al inicio de la sesión, 10´ para la explicación de todos los puntos que aparecen en el guión de la actividad propuesta. Cada miembro del grupo trabajaba una parte del tema, donde el alumno debe realizar

una lectura guiada a través de una serie de preguntas clave que plantea el profesor y que se corresponde con los conceptos básicos que debe aprender.

Posteriormente, reunión de los que han trabajado la misma parte del tema (expertos), para explicar los resultados obtenidos individualmente y debatir en grupo las respuestas a cada una de las preguntas clave.

A continuación cada alumno explica a sus compañeros del grupo inicial la parte del tema que había estudiado y elaboran juntos un informe con las respuestas a las preguntas clave. Dicho informe debe ser entregado al finalizar la actividad para ser evaluado con una nota global para el grupo. Además, al acabar la sesión, los alumnos son preguntados sobre las preguntas clave trabajadas durante la misma. Todos los alumnos son evaluados individualmente y deben conocer las respuestas independientemente de la parte del tema trabajado.

Es especialmente útil para las áreas de conocimiento en las que los contenidos son susceptibles de ser fragmentados en diferentes partes. Esta técnica consta de los siguientes pasos:

- Dividimos la clase en grupos heterogéneos de 3-5 alumnos cada uno.
- El material objeto de estudio se fracciona en tantas partes como miembros tiene el equipo, de manera que cada uno de sus miembros recibe un fragmento de la información del tema que, en su conjunto, están estudiando todos los equipos, y no recibe la que se ha puesto a disposición de sus compañeros para preparar su propio “subtema”.
- Cada miembro del equipo prepara su parte a partir de la información que le facilita el profesor o la que él ha podido buscar.
- Después, con los integrantes de los otros equipos que han estudiado el mismo subtema, forma un “grupo de expertos”, donde se intercambian la información, ahondan en los conceptos claves, construyen esquemas y mapas conceptuales, clarifican las dudas planteadas, etc. Podríamos decir que llegan a ser expertos en la sección.
- A continuación, cada uno de ellos retorna a su equipo de origen y se responsabiliza de explicar al grupo la parte que él ha preparado.

Así pues, todos los alumnos se necesitan unos a otros y se ven “obligados” a cooperar, porque cada uno de ellos dispone sólo de una pieza del rompecabezas y sus compañeros de equipo tienen las otras, imprescindibles para culminar con éxito la tarea propuesta: el dominio global de un tema objeto de estudio previamente fragmentado.

JIGSAW II.

Es una variante de la técnica “jigsaw” en la cual, como en ésta, los diferentes miembros del equipo estudian una parte del tema y cooperan entre ellos (tanto en el grupo de expertos como en el equipo original) para que todos los miembros puedan tener una visión cuanto más completa mejor del tema objeto

de estudio. Pero el jigsaw II añade al jigsaw original el hecho de establecer una competencia entre los diferentes equipos a partir de unas puntuaciones grupales.

Hay, además, otra diferencia entre estas dos técnicas. En el Jigsaw original no hay ninguna competencia intergrupala y los alumnos sólo tienen la parte de información de la que ellos deben convertirse en expertos y los demás sólo la pueden obtener a través de ellos. Esto es, precisamente, lo que les mueve a cooperar. En la práctica, sin embargo, esta técnica supone la elaboración de unos materiales curriculares específicos de los temas que se trabajan en clase con esta técnica y, por lo tanto, un coste importante en tiempo que hay que dedicar a la preparación de los mismos. En cambio, en el Jigsaw II se utilizan los materiales curriculares ordinarios (por ejemplo, un libro de texto) y, por lo tanto, todos los alumnos disponen de la misma información. En este sentido, no se ven “forzados” a cooperar. Por esto, en esta versión, se les incentiva a cooperar, a ayudarse mutuamente, para obtener una mejor calificación individual a partir de la cual se determina una puntuación grupal en competencia con la puntuación obtenida por los demás grupos.

- **PUZZLE-PRO.**

Variante del Puzzle desarrollada por Joan Domingo y M^a Pilar Almajano, sus fundamentos se encuentran en (Armelin e Iribarren [58]). Veamos sus características:

Alcance

La metodología se aplica a cualquier asignatura con clases de problemas y a todas las personas involucradas en el desarrollo, implantación del EEES y mejora de la calidad de la enseñanza en algunos aspectos.

Materiales y descripción de la metodología

Materiales

Los problemas que deben ser resueltos son distribuidos en forma de **fotocopias** con el enunciado y espacio para la resolución de los mismos individualmente. Los alumnos deben traer los apuntes de teoría, así como la calculadora, materiales necesarios para la resolución de los problemas.

El tamaño de los grupos es el siguiente:

1^a Fase: grupos de 3 personas (10 min)

2^a Fase: grupos de 3-4 personas (10min)

3^a Fase: grupos de 6-8 personas (~40 min)

Descripción de la metodología

Lo que sigue a continuación es una descripción de los pasos que hay que seguir para preparar una clase de problemas basada en el **Puzzle-Pro**:

- 1) El profesor debe preparar 6 problemas correspondientes a un temario específico para que sus estudiantes resuelvan en clase. En las clases objeto del estudio se copiaron los enunciados de los problemas del cuaderno de problemas de la asignatura. *Importante:* Estimar el tiempo de resolución de dichos problemas según su complejidad y la duración de la clase.
- 2) El profesor forma los grupos de manera aleatoria y según el número de alumnos en clase. Es decir, si el número total de alumnos es de 18, se formarán 6 grupos de 3 personas (1ª fase), el profesor numera a los alumnos de 1 hasta 6. *Importante:* Explicar la dinámica de formación de grupos (que consta de 3 fases) y resolución de problemas que se seguirá en las clases. Esta etapa no debe llevar más de 5-10 minutos.
- 3) Una vez formados los grupos el profesor distribuye los problemas (P1-P6). Cada integrante del grupo tiene uno diferente y resuelve individualmente el suyo. Si se ha formado algún grupo de 4 miembros se repetirá uno de los problemas. *Importante:* Los alumnos tienen 10 minutos para resolverlos EN SILENCIO, utilizando los conocimientos y apuntes de las clases de teoría, sin la ayuda del profesor.
- 4) Transcurridos estos 10 minutos, todos los alumnos que tienen el mismo problema se reúnen, independientemente si lo han terminado o no, y trabajan en su resolución colectivamente y en base a su trabajo personal previo (2ª fase). De esta forma se formarían como máximo 6 grupos si el número total de problemas propuesto es 6 (de P1 a P6). El objetivo es que discutan la respuesta del problema, entren en un consenso, o pregunten sobre el mismo. *Importante:* El profesor ha de ser muy estricto con el tiempo; para esta etapa tienen 10 minutos.
- 5) En la tercera y última etapa de formación de grupos (3ª fase), se juntan los grupos 1 y 4, 2 y 5, 3 y 6, formando en total 3 grupos con 6 miembros. Cada alumno ha de explicar el problema que le ha tocado resolver individualmente (Paso 3) y en grupo (Paso 4) a todos los miembros del nuevo grupo formado. Cada alumno dispone de 5-6 minutos para explicar la metodología de resolución del ejercicio, los demás no tienen tiempo para copiar, solamente tienen tiempo de entender como se resuelven. *Importante:* No deben pasar de 40 minutos en esta sesión.
- 6) Hacer un DESCANSO de 5-10 minutos. *Muy importante.*
- 7) Finalizadas las sesiones en grupo, el profesor reparte un examen individual tipo test o un problema (4ª fase) cuyo enunciado será similar a algún ejercicio abordado y trabajado en el aula. En el caso del test, el alumno ha de contestar a todas las preguntas, exceptuando la del problema que le ha tocado resolver, este debe anexarlo al final de examen. *Importante:* El test debe ser resuelto en 40 minutos como máximo (8 minutos por pregunta considerando que solamente tienen que contestar a 5). Para un examen tipo problema, el tiempo dependerá de la complejidad de la resolución.
- 8) El profesor corrige el test y califica el problema que cada alumno ha resuelto según el número de compañeros del último grupo (Paso 5) que haya logrado contestar correctamente la pregunta relacionada con su ejercicio. Es decir, aunque la respuesta de su problema sea correcta solamente consigue la máxima calificación si ha logrado que los demás compañeros hayan aprendido su ejercicio (interdependencia positiva). En el caso de la resolución de un único problema en concreto, este criterio de evaluación no se sigue. *Importante:* Comunicarles cada semana el resultado del test o problema y devolvérselos.

Criterios de evaluación

TEST: 1,5 puntos por cuestión (son 5 cuestiones)

2,5 puntos para el problema resuelto y explicado (máxima puntuación dependiente del número de compañeros del último grupo que contestan correctamente la pregunta)

PROBLEMA ÚNICO: 10 puntos

Criterios de éxito

1. Es fundamental que el estudiante se quede hasta el final de la sesión.
2. Es importante que traigan sus apuntes de teoría, cuaderno de problemas y calculadora.
3. Es recomendable que el profesor lleve fotocopias de los enunciados de los problemas para distribuirselos, agiliza el trabajo y corrobora con la dinámica exigida en la técnica del **Puzzle-Pro**.
4. Que cada estudiante sepa hacer todos los problemas.

- EL FALSO PUZZLE.

Se focaliza sobre una lectura principal más dos de acompañamiento (Domingo et al. [59]), por lo que se precisa formar grupos de tres estudiantes. A menudo no es posible fraccionar una lectura en tres o más trozos a fin de construir un puzzle. Esta situación, por lo demás frecuente, se resuelve mediante la selección de la lectura principal y otras dos de profundización o matiz de la misma. Los estudiantes trabajan las tres lecturas pero es en la principal en la que se ponen más recursos estratégicos a fin de poder asegurar la comprensión de los contenidos.

Así, en realidad, no se trata de un puzzle en sentido estricto puesto que el conocimiento completo no lo obtienen los componentes del grupo a partir de los diferentes materiales sino de uno único. En cualquier caso se utiliza una fórmula muy similar para conseguir el efecto deseado, y de ahí que le denominemos "falso puzzle".

- GRUPOS DE INVESTIGACIÓN (GROUP INVESTIGATION)

Es una técnica parecida al estudio por proyectos. Es un método didáctico en el que los estudiantes trabajan conjuntamente en grupos reducidos para examinar, experimentar y comprender el tema que les ocupa. Es una estrategia de AC que combina la interacción y la comunicación con el proceso de investigación educativa. Implica las siguientes etapas:

- Planteamiento de un problema general. Elección y distribución de subtemas: los alumnos eligen, según sus aptitudes o intereses, subtemas específicos dentro de un tema o problema general, normalmente planteado por el profesor en función de la programación. Se debe planificar el tiempo que se va a dedicar al proyecto de investigación en grupo.

- Constitución de grupos dentro del aula: la libre elección del grupo por parte de los alumnos puede condicionar su heterogeneidad, que debemos intentar respetar al máximo. El número ideal de componentes oscila entre 3 y 5.
- Planificación de la investigación sobre el subtema: los miembros de los grupos, de forma cooperativa, planifican los objetivos concretos que se proponen y los procedimientos que utilizarán para alcanzarlos, al tiempo que distribuyen las tareas a realizar (encontrar la información, sistematizarla, resumirla, esquematizarla, etc.). Aquí conviene que el profesor planifique una lista de los diferentes recursos que los estudiantes pueden usar para llevar a cabo la investigación.
- Los grupos llevan a cabo la investigación: los alumnos desarrollan el plan descrito. Reúnen la información procedente de distintas fuentes, la organizan. Combinan los hallazgos y llegan a conclusiones. Los miembros del grupo discuten el trabajo que han realizado hasta el momento para intercambiar ideas e información, así como para ampliarlas, aclararlas e integrarlas. El profesor sigue el proceso de cada grupo y les ofrece su ayuda. Aquí es importante la gestión de los recursos para obtener información. La labor del profesor aquí es muy importante, debe discutir los problemas que se les pueden presentar a los alumnos y ayudarlos.
- Análisis y síntesis: los alumnos analizan y evalúan la información obtenida. La resumen y la presentarán al resto de la clase. El profesor puede sugerir diferentes formas en las que los alumnos pueden preparar su informe final.
- Los grupos planifican sus presentaciones. Los miembros del grupo determinan la idea principal de su investigación. Planifican cómo presentarán sus hallazgos. Los grupos hacen sus presentaciones. Una vez expuestas, se plantean preguntas y se responde a las posibles cuestiones, dudas o ampliaciones que puedan surgir. Se evalúa la claridad y el atractivo de la presentación. El profesor puede sugerir diferentes formas en las que los alumnos pueden presentar su informe final.
- El profesor y los alumnos evalúan sus proyectos. Los profesores y los alumnos colaboran para evaluar el aprendizaje individual, del grupo y de la clase. Puede completarse con una evaluación individual. Para ello se debe establecer un sistema de evaluación, tanto del informe final, como de la presentación, como del proceso de trabajo en equipo.
- Y todo ello en el marco de un tiempo disponible previamente determinado.

La estructura de esta técnica posibilita que cada componente del grupo pueda participar y desarrollar aquello para lo que está mejor preparado o que más le interesa.

Según señalan Sharan y Sharan [62], “En la investigación en grupo, los estudiantes asumen un papel activo al establecer sus objetivos de aprendizaje:

juntos planifican el trabajo y deciden qué problemas investigar y, formando grupos pequeños según un interés común, cooperan en la consecución de dicho plan. Como a menudo éste supone la división del trabajo entre los miembros del grupo, la investigación acaba combinando el estudio individual con el que se realiza en parejas y en grupo.

El objetivo de la Investigación en Grupo es crear las condiciones que permitan a los estudiantes, en colaboración con sus compañeros, identificar los problemas, planificar en conjunto los procedimientos necesarios para comprender y tratar dichos problemas, recoger la información relevante y, cooperativamente (aunque no necesariamente colectivamente), preparar un informe de su trabajo, normalmente de forma creativa e interesante. Estos pasos reflejan las etapas típicas del método científico de la investigación, independiente de la materia a investigar.

Para poder realizar la investigación es grupo es necesario crear un escenario adecuado para que la misma se haga en las mejores condiciones posibles. Esto requiere:

- El establecimiento de un clima que posibilite la comunicación interactiva. Una condición básica es que el profesor sea un ejemplo para la clase en cuanto a la forma de reaccionar ante las sugerencias, ideas y opiniones de los alumnos. Los estudiantes deben poder expresar sus ideas sin miedo a la censura. La primera regla es evitar evaluar y juzgar todo lo que se dice. Y esto supone también modificar el centralismo del profesor, animarles a que los estudiantes se escuchen entre ellos, ya que el profesor no es la única fuente de conocimiento. E introducir preguntas abiertas.
- Estimular la participación.
- El desarrollo de las destrezas para debatir.
- Ayudar a los alumnos a reflexionar sobre el proceso de grupo. El tiempo que se dedique a revisar el trabajo en los equipos incrementa la confianza de los estudiantes en el proceso. Graves y Graves [65] sugieren que la reflexión debería incluir los siguientes elementos:
 - Identificar qué ocurrió en la sesión que permitiera o imposibilitara al grupo alcanzar su objetivo.
 - Analizar por qué las cosas ocurrieron del modo en el que lo hicieron y cómo puede el grupo hacerlas de forma distinta la próxima vez.
 - Generalizar sobre cómo se pueden aplicar las destrezas aprendidas en esta sesión en otras situaciones.
 - Establecer un objetivo para las tareas y las destrezas de grupo.
- **TUTORÍA ENTRE IGUALES (PEER TUTORING)**

Este recurso se sustenta en la colaboración que un alumno dispensa a un compañero en clase que ha formulado una demanda de ayuda. Encontramos una estructura de aprendizaje cooperativo, pero no ya en grupos reducidos y heterogéneos, sino recurriendo a parejas de alumnos de un mismo grupo. Uno

de los alumnos hace de tutor y el otro de alumno. El tutor enseña y el alumno aprende, siendo generalmente esta relación guiada por el profesor.

Para que la tutoría entre iguales ayude a mejorar el rendimiento de los alumnos implicados, tienen que darse las siguientes condiciones:

- El alumno tutor debe responder a las demandas de ayuda de su compañero.
- La ayuda que proporcione el tutor a su compañero debe tomar la forma de explicaciones detalladas sobre el proceso de resolución de un problema y nunca debe proporcionarle soluciones ya hechas.

Tanto el hecho de recibir respuestas con la solución explicitada como el no recibir ayuda a una demanda comportan, evidentemente, un efecto negativo sobre el rendimiento.

- **STAD (Student Team-Achievement Divisions) (Slavin).**

En esta técnica y la siguiente (TGT), a diferencia de las anteriores, se da una cooperación intragrupal y una competencia intergrupala. Consiste en lo siguiente:

- Se constituyen grupos heterogéneos de 4 ó 5 miembros.
- El profesor presenta un tema a toda la clase con las explicaciones y ejemplificaciones que crea necesarias.
- Después, los alumnos trabajan formando equipo durante varias sesiones de trabajo en las que se formulan preguntas, comparan respuesta, discuten, amplían la información, elaboran esquemas y resúmenes, clarifican conceptos, memorizan, etc., y se aseguran de que todos los miembros han aprendido el material curricular propuesto.
- Al final, el profesor evalúa a cada alumno individualmente. (se puede hacer semanalmente)
- La calificación que ha obtenido cada alumno se transforma en una puntuación para el equipo por medio de un sistema conocido como "rendimiento por divisiones". En síntesis, consiste en lo siguiente: se comparan las puntuaciones que han obtenido en la prueba (suponiendo que hay 6 grupos formados) los seis alumnos que tuvieron mejor nota en la prueba del tema anterior y, el primero de este grupo –de su división- gana 8 puntos para su equipo, el segundo gana 6, y así sucesivamente. A continuación se comparan las puntuaciones de los seis alumnos siguientes que en la anterior sesión obtuvieron mejor nota –que forman otra segunda división-, de manera que también obtiene 8 puntos para su equipo el alumno con mejor nota de dicha división.

De esta manera, en esta técnica se compara el rendimiento de cada alumno sólo en relación con un grupo de referencia de un nivel similar al suyo y, por otra parte, se asegura que cada alumno pueda contribuir igualmente al éxito de

su grupo, en función de sus posibilidades. Incluso es posible que un alumno de un rendimiento más bajo aporte al equipo más puntos que otro miembro del equipo de un rendimiento más alto, porque aquél ha quedado mejor situado en su "división" que éste en la suya.

- **TGT (Team-Games Tournament)**

Esta técnica es muy similar a la anterior, sólo que en lugar de exámenes individuales al final de cada tema se realiza un torneo en el que los alumnos de los diferentes grupos pugnan entre sí. Se forman equipos de 3 alumnos distribuidos de manera equitativa: los tres estudiantes que obtuvieron la puntuación más alta en el último torneo forman el equipo número 1, los tres siguientes el número 2, etc.

Como el STAD, los alumnos formarán parte de equipos de competición de capacidad homogénea y cada uno tiene la oportunidad de contribuir a la puntuación de su grupo.

- **TAI (Team Assisted Individualization).**

En esta técnica no hay ningún tipo de competición, ni intergrupales ni, por supuesto, interindividuales. Su principal característica radica en que combina el aprendizaje cooperativo con la instrucción individualizada: todos los alumnos trabajan sobre lo mismo, pero cada uno de ellos, siguiendo un programa específico. Es decir, la tarea de aprendizaje común se estructura en programas individualizados o, mejor dicho, personalizados para cada miembro del grupo.

En estos equipos, los alumnos se responsabilizan de ayudarse unos a otros a alcanzar los objetivos personales de cada miembro del equipo. Se pretende respetar, con ello, el ritmo y el nivel de aprendizaje de cada alumno sin renunciar a los beneficios del trabajo en grupo. Cooperación e individualización se conjugan en un intento de superar las posibles deficiencias de cada uno de estos enfoques por separado.

- **Exposición, por parte de los alumnos, en grupos, de un determinado tema de la asignatura.**

Para ello pueden disponer de una presentación elaborada por el profesor o prepararla ellos mismos. Se realizan actividades de coevaluación para que cada grupo evalúe a los demás, en las que se añaden comentarios de mejora.

- **Problemas resueltos fuera del horario de clase en grupos y supervisados por el profesor en tutorías.**

Un alumno de cada grupo expone al resto de alumnos el problema correspondiente.

- **Elaboración de un trabajo monográfico relacionado con los aspectos de aplicación industrial de la asignatura.**

- Utilización del video mediante el puzzle y la evaluación por compañeros (Gallego et al. [16]).

Se trata de un Proyecto a realizar en 6 semanas. En la primera sesión, se presenta a los alumnos el enunciado del proyecto, se les explica la técnica del puzzle y los grupos se reparten los distintos temas.

Cada alumno dispone de material y prácticas guiadas para estudiar su tema fuera de clase. (2 semanas)

Reunión de expertos. 4ª semana. En clase. A cada grupo de expertos, el profesor propone un ejercicio sobre el tema trabajado que deben resolver durante la clase.

Primera versión del video. Fuera de clase el alumno prepara un video explicando su tema a sus compañeros. La presentación debe durar entre 10 y 15 ´. La herramienta para generar los videos es Windows media Encoder (WME). Es un software que permite capturar la pantalla del ordenador y la voz y generar un video con todo ello. Pero no se garba la imagen de la persona que está hablando. Al alumno se le proporcionan unos criterios de calidad que explican cómo debe ser su presentación (Gallego et al. [16]). Con el video, el alumno debe preparar 3 ejercicios que puedan ayudar a sus compañeros de grupo base a practicar con el tema. Además de los enunciados, el alumno debe proporcionar las soluciones y una plantilla de autoevaluación para que sus compañeros puedan autoevaluarse.

Evaluación entre compañeros de la calidad de la presentación oral. Cada alumno ve los videos de los compañeros del grupo base y evalúa la calidad de la presentación oral, rellenando la plantilla preparada por el profesor. Cada alumno recibe las evaluaciones de sus compañeros antes de la siguiente reunión.

Autoevaluación de los otros temas del puzzle. Cada alumno debe resolver los ejercicios propuestos por sus compañeros de grupo sobre los otros dos temas del puzzle y entregar el informe de autoevaluación correspondiente.

Reunión de grupo base. En 5ª semana, al principio de clase se juntan los grupos base. El profesor realiza una explicación de los aspectos más destacados de los materiales del puzzle y resuelve las dudas de los grupos.

Ejercicio de integración. En segunda parte de la sesión de la 5ª semana el profesor presenta el ejercicio de integración de grupo, en el que los alumnos deberán utilizar los conocimientos de las tres partes del puzzle para resolverlo. El profesor inicia la resolución del ejercicio en la pizarra y los alumnos continúan la resolución en grupo. Durante la semana el grupo base se reúne para acabar el ejercicio.

Versión mejorada del video. En esa 6ª semana el alumno prepara también una versión mejorada del video teniendo en cuenta las valoraciones de sus compañeros. Esta es la versión evaluada por el profesor.

- **Think-pair share.**

Consiste en plantear una actividad a los alumnos, para la cual se siguen tres pasos:

- Reflexión/estudio individual sobre el tema.
- Por parejas se intercambian opiniones/conocimientos
- Se acaba resolviendo la actividad en grupos de 4/6 personas formados por varias parejas.

- **ABP, Aprendizaje Basado en Problemas.**

Es cualquier entorno de aprendizaje en el que el problema lleva al aprendizaje. Es decir, antes de que los alumnos aprendan, tienen que resolver un problema. El problema se plantea de manera que los alumnos descubran lo que necesitan aprender para poder resolverlo. Algunos ejemplos son: proyectos de investigación, proyectos de diseño de ingeniería que sean más que una síntesis de su conocimiento previo. Plantear el problema antes del aprendizaje tiende a motivar a los estudiantes.

Primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema.

Ejemplo: Estimar el menor diámetro de hilo de acero que sería capaz de soportar el peso de un automóvil.

Se ha utilizado esta metodología en medicina desde los 1960 (Mills y Treagust [21]). La solución de problemas en medicina difiere del caso de ingeniería en que habrá un solo diagnóstico (o solución) que es el correcto y normalmente se hará de una manera relativamente rápida. Los tratamientos tras el diagnóstico pueden variar, pero generalmente serán seleccionados de entre una serie de opciones bien definidas.

Se caracteriza por:

- Tiene un gran número de fases o etapas
- Empieza con un problema o una situación identificados que dirige el área o contexto de estudio.
- El trabajo de los alumnos descansa en el progreso a través del problema.
- Requiere un gran nivel de iniciativa por parte de los estudiantes. Deben desarrollar habilidades de motivación y de organización.
- Es importante la reflexión de los estudiantes.

El ABP trata de introducir al alumnado en el contexto de un problema, lo más vinculado posible a la realidad social o profesional, de modo que deba planificar, mediante un trabajo cooperativo y bajo la supervisión del profesorado, un proceso de resolución que implica, según Northwood et al. [46], las siguientes etapas:

1. Exploración del problema y generación de hipótesis
2. Identificación de aquellos conocimientos necesarios para abordarlos y de las fuentes de información pertinentes.
3. Búsqueda de información y estudio independiente del tema.
4. Análisis crítico y discusión en grupo sobre los conocimientos adquiridos.
5. Aplicación del conocimiento a la resolución del problema.
6. Reflexión sobre el proceso y realimentación.

El Modelo planteado por Donald R. Woods en 1996, señala las siguientes fases:.

1. *Explore the problem, create hypotheses, identify issues. Elaborate.*
2. *Identify what you know already that is pertinent.*
3. *Identify what you do not know.*
4. *As a group, prioritize the learning needs, set learning goals and objectives, and allocate resources. Members identify which tasks they will do.*
5. *Individual self-study and preparation.*
6. *Return to group, share the new knowledge effectively so that all the group learn the information.*
7. *Apply the knowledge to solve the problem.*
8. *Assess the new knowledge, the problem solution and the effectiveness of the process used. Reflect on the process. Elaborate on the problem.*

Como afirma Barrows *Las características que requiere un docente en el ABP son:* Una actitud positiva respecto al método, es decir, estar convencido de que es una estrategia de aprendizaje viable y aplicable. Y estar formado y capacitado para aplicar el método, es decir, poseer las habilidades, actitudes, valores y conocimientos necesarios para la puesta en marcha del ABP. En esta realidad, el tutor es el guía del proceso de gestión del conocimiento, y el estudiante es el responsable de “aprender a aprender”.

- Técnica del caso.

Consiste en el uso de situaciones reales como herramienta metodológica para acercar a los alumnos a la realidad mediante la aplicación de los conocimientos aprendidos. Se crea un diálogo en el aula que rompe con los esquemas tradicionales de la lección magistral. Se puede emplear tanto en grupos reducidos como en clases masificadas.

El caso suele ir separado del aprendizaje de contenidos, sirve para aplicar los conocimientos aprendidos y generar conocimientos significativos. Debe ser auténtico, tener sentido y relevancia para el alumnado, estar inacabado y plantear una situación sin solución única, de forma que tenga cabida la polémica y la discrepancia.

Fases en el estudio de casos:

- a) De presentación: El profesor establece la escena, los objetivos, de los estudios de casos y clarifica cualquier problema en el procedimiento.

- b) Estudio individual. Los estudiantes tienen tiempo para leer y anotar cualquier asunto que tenga relación.
- c) Discusión. Los estudiantes, en grupos de 3 a 6, comparten sus puntos de vista, conocimientos y técnicas. Tienen que juzgar si la información dada es adecuada, luego desarrollar varias soluciones y elegir la mejor alternativa.
- d) Sesión completa en la que cada subgrupo presenta su mejor solución y el profesor extrae los principios y problemas subyacentes.

- **Aprendizaje basado en Proyectos (ABPy).**

Casi toda tarea realizada en la práctica profesional de un ingeniero (Mills y Treagust [21]) está en relación con un proyecto. Los proyectos pueden tener distintas escalas de tiempo.

Establecido por W.H. Kilpatrick en la U. de Columbia en 1918. Los estudiantes aplican, en proyectos reales, las habilidades y conocimientos adquiridos en clase. El método de proyectos busca enfrentar a los alumnos a situaciones que los lleven a rescatar, comprender y aplicar aquello que aprenden como una herramienta para resolver problemas o proponer mejoras en las comunidades donde se desenvuelven.

Además de los conocimientos del contexto del problema que se pretende resolver, se necesita dominar también capacidades de carácter general como la capacidad de síntesis, de manejo de información, de análisis, de inventiva. También se desarrollan actitudes de cooperación y tolerancia.

El ABPy es una metodología didáctica en la que los alumnos, organizados por grupos, aprenden a través de su investigación, los conceptos de la asignatura. Dichos conocimientos son aplicados a la resolución de un proyecto o de un problema. Este proyecto sólo estará adecuadamente diseñado cuando para concluirlo de manera exitosa sea necesario adquirir todos los conocimientos que el profesor desea transmitir. El papel del profesor se modifica, pasando a ser un mediador o guía. Diversos estudios muestran que el ABPy fomenta habilidades tan importantes como el aprendizaje autónomo, la capacidad de autoevaluación, la planificación del tiempo, la planificación por proyectos o la capacidad de expresión oral y escrita. Además, mejora la motivación del alumno, lo que se traduce en un mejor rendimiento académico y una mayor persistencia en el estudio. (Ejemplo: cuatro asignaturas de informática para crear un videojuego, Reverte).

El ABP tiene unos grandes requerimientos en cuanto a comunicación e intercambio y gestión de la información. Aplicaciones como Groupware (software para el trabajo en grupo) son de gran ayuda y aportan soluciones a las diversas situaciones que se pueden producir.

En el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o Project-Based Learning (PBL) los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas por el profesor, con el fin de realizar una conceptualización y búsqueda de soluciones eficaces. De esta forma se pretende que adquieran conocimientos y habilidades,

actitudes y valores de acuerdo con los objetivos del curso. Es esencial, además, que el caso se apoye en la vida profesional actual, intentando recrear los condicionantes reales en la práctica profesional del ingeniero [50]. El hecho de estar resolviendo un caso real, profesional y actual es motivante para el alumno. Éste incluso puede elegir el caso a resolver, siempre que cumpla ciertas condiciones definidas por el profesor. Se trata de una técnica de trabajo en equipo que fomenta la participación del alumno, desarrolla el espíritu crítico y le prepara para la toma de decisiones, la defensa de argumentos y el contraste de opiniones con los demás componentes del grupo.

En Europa, la Universidad de Aalborg (Dinamarca) utiliza desde su fundación (1974) este método docente en todas sus titulaciones. Las Universidades de Delf y Eindhoven (Holanda) y la Universidad de Ciencia y Tecnología de Noruega (NTNU) también lo aplican (Stive y Wasmus, 2003; Bratteland and Hjelseth, 2003). En España, el APB no se ha implantado de forma generalizada en ninguna titulación de Ingeniería, pero se ha puesto en práctica en ciertas asignaturas de Escuelas de Arquitectura y de Caminos, como por ejemplo en la ETS de Caminos de Ciudad Real [50].

Es un método activo de enseñanza-aprendizaje: no se trata sólo de aprender “acerca” de algo, sino aprender a “hacer” algo. El método de aprendizaje en proyectos estaría relacionado con el llamado “método de casos”, que tiene su origen en la Universidad de Harvard en las ramas de Derecho y Economía en los años 70. Se habla también de “Aprendizaje Basado en Problemas”, dependiendo de la dimensión de las características y dimensión del trabajo a resolver y la metodología que se usa en su análisis y resolución (Benito y Cruz [51]).

Fases

Se pueden distinguir las siguientes etapas (Tippelt y Lindemann [52]):

1. Informar. Los alumnos recopilan la información necesaria para la resolución del caso planteado.
2. Planificar. Se elabora un plan de trabajo.
3. Decidir posibles estrategias de solución
4. Realización del proyecto. En esta fase la acción experimental e investigadora pasa a ocupar un lugar prioritario. Cada miembro del proyecto realiza su tarea según la planificación o división del trabajo acordado.
5. Control. Los alumnos llevan a cabo un autocontrol con el fin de aprender a evaluar mejor la calidad de su propio trabajo.
6. Valoración y Reflexión. Una vez finalizado el proyecto, profesor y alumnos comentan conjuntamente los resultados obtenidos.

Cuestiones básicas para el diseño de un proyecto. (Bará y domingo, [37])

1. Cuestión previa: ¿un mismo proyecto o proyectos diferentes para cada grupo?
2. Un proyecto se construye a partir de una pregunta motriz que haga que el proyecto sea intrigante, desafiante, complejo,

problemático, conectado con la realidad, con diferentes soluciones y que requiere, por tanto, la toma de decisiones.

3. Qué van a aprender: objetivos de aprendizaje y nivel de integración de diferentes conocimientos previos.
4. Qué van a aprender a hacer (habilidades a desarrollar)
5. Relevancia técnica real versus relevancia educativa de los resultados.
6. Grado de estructuración del planteamiento dado a los estudiantes.
7. Carga de dificultad y de trabajo implicados en la realización del proyecto.
8. Audiencia para el proyecto y presentación de resultados.

Selección de casos de estudio

Un problema con el ABP es que es necesario dedicar bastante esfuerzo y tiempo para preparar un buen caso de estudio, y además se requiere disponer de la adecuada información y datos para su preparación. Existen recursos para docentes que quieren preparar casos de estudio por primera vez. Así, existe una Librería de Casos en Ingeniería [53], auspiciada por la Sociedad Americana de Educación en Ingeniería. Por otro lado, la Sociedad Americana de Ingeniería Civil (ASCE) ha establecido un grupo de trabajo para desarrollar y diseminar un conjunto de casos de estudio en ingeniería de recursos hídricos y ambientales para su uso en clase (Watkins [54]).

Tipos de proyectos:

- Reducido: alcance y duración limitada (3-4 semanas, seguimiento). Propuesta muy estructurada. Poca variedad de soluciones. Propuesto por el profesor.
- Extenso. Alcance y duración amplios (6-12 semanas). Propuesta poco estructurada. Muchas posibles soluciones (toma de decisiones). Propuesta negociada con el grupo.

Instrucciones y ejemplo de diseño de un proyecto para PBL.

Se ha utilizado la estrategia del PBL al diseño de una instalación de bombeo y al estudio de viabilidad de una planta de energía eólica.

CIRC

Mientras el profesor trabaja con un equipo, los miembros de los otros grupos lo hacen con parejas provenientes de dos grupos distintos. Se consigue la instrucción del profesor, la práctica por los equipos, preevaluaciones y exámenes. Un estudiante no debe de presentar el examen hasta que los compañeros del grupo determinen que esté preparado.

TAI

Se combina la cooperación y la enseñanza individualizada. Los alumnos primero deben recibir enseñanza individualizada, a su propio ritmo. Después se forman parejas o tríos e intercambian los conocimientos con los compañeros. Los compañeros se ayudan entre sí a examinarse y revisar las soluciones a los problemas planteados. Por semana se deben de otorgar recompensas grupales.

Cooperación Guiada o Estructurada (O'Donnell y Dansereau):

- Se forman parejas.
- Ambos compañeros leen la primera sección del texto.
- El participante A repite la información sin ver la lectura.
- El participante B le da retroalimentación sin ver el texto.
- Ambos trabajan la información.
- Ambos leen la segunda sección del texto.
- Los dos intercambian los roles para la segunda sección.
- A y B continúan de esta manera hasta completar el texto.

Otras posibles técnicas de AC:

Juegos de simulación-role playing

Phillips 6/6

Brainstorming (Lluvia de ideas)

Mesas redondas

Reunirse en equipo es el principio, Mantenerse en equipo es el progreso, Trabajar en equipo asegura el éxito. (Henry Ford).

3.7. Plantilla para el diseño de actividades de AC.

Duración de la actividad:

- En el aula

- Fuera del aula

Tema:

Objetivos de aprendizaje:

Ejemplo: “al finalizar la tarea, los alumnos serán capaces de...”

Tamaño y formación de los grupos:

Materiales:

Tarea del grupo: se deben describir todas las tareas a realizar para llegar al éxito de la actividad. Debe ponerse cuánto tiempo se dedica a cada actividad y quién hace cada una. Debe señalarse qué partes se hacen individualmente y cuáles en grupo.

Ejemplo: para hacer los contenidos de los tres bloques de documentación se realizarán las siguientes tareas:

1. *Lectura individual del material (15´)*
2. *Reunión de expertos (grupos de 3 personas) (20´)*
3. *Reunión del grupo original (30´)*
4. *Preparación de una síntesis de los 3 documentos que se expondrá a los demás compañeros (duración máxima 15´), acompañado por un resumen realizado por uno de los miembros del grupo elegido por sorteo (tiempo de preparación 30´ y 10´ realización del resumen escrito).*
5. *Presentaciones individuales de uno de los miembros del grupo elegido por sorteo. 15 minutos * nº de grupos.*
6. *Debate del resultado. Cierre del debate con cosas que han ido bien y mal en el trabajo del grupo.*

Roles:

Criterio de éxito: explicar cuándo se acepta la tarea como buena.

Ejemplo: cualquier miembro del grupo debe ser capaz de explicar de forma resumida ante sus compañeros los tres documentos que intervienen en esta actividad

Interdependencia positiva: especificar cómo conseguir “si uno falla, falla el resto” en la tarea.

Exigencia individual: explicar cómo garantizar la implicación de cada uno de los miembros del grupo. *Ejemplo: uno de los miembros del grupo, elegido aleatoriamente, deberá realizar un resumen escrito de las tres partes de la tarea estudiada por el grupo. Además otro miembro del grupo (aleatoriamente elegido) deberá presentar las tres partes al resto de compañeros.*

Habilidades/competencias generales a desarrollar. Detallar qué aspectos de la competencia.

Reflexión sobre el trabajo en grupo: se debe hacer pensar al grupo sobre la actividad en grupo que han realizado. *Ejemplo: cada miembro debe mencionar una cosa que ha ido bien y una que ha ido mal en el trabajo realizado en el grupo, al final del debate, dando por concluida la tarea.*

Evaluación y calificación: ¿Se evalúa el trabajo individual, las aportaciones individuales, los resultados, los procedimientos, la metodología, la participación, roles y funciones, interacción, clima grupal....?

3.8. El papel del profesor en las actividades de AC.

Son funciones del profesor en las actividades de aprendizaje cooperativo las siguientes:

- Observar el comportamiento de los grupos, verificar la interacción personal entre los componentes, resolver dudas, plantear nuevas cuestiones a cada grupo, plantear nuevas cuestiones a toda la clase de forma colectiva.
- Planificar y organizar la situación de aprendizaje
- Dinamizar grupos de aprendizaje
- Propiciar el aprendizaje autónomo y estratégico: motivar, mediar, sugerir, aconsejar, confrontar, suscitar...
- Enseñar estrategias cognitivas, metacognitivas y procedimentales
- Proveer de recursos y materiales
- Establecer una relación positiva y eficaz
- Acompañar y hacer el seguimiento de los procesos de aprendizaje
- Formar en competencias sociales
- Evaluar procesos y resultados de forma continua y final
- Promover, animar y potenciar el espíritu de investigación y de trabajo.
- Asesorar, orientar, sugerir y ayudar a superar los momentos críticos, haciendo descubrir nuevas posibilidades.
- Crear un clima de comunicación en el grupo en el que se puedan expresar libremente las propias ideas y sentimientos, expresarse sin descalificar ni juzgar a los demás.
- Ayudar al alumnado a reflexionar sobre la actividad desarrollada en el grupo.

3.9. Algunas experiencias prácticas de aplicación del AC.

La estrategia del AC se lleva aplicando por parte de Javier Sancho desde el curso 2007/08 en la asignatura optativa de Máquinas Hidráulicas (los dos últimos cursos la docencia se ha realizado en inglés), en la sección de Energía Eólica correspondiente a la asignatura de Fuentes Renovables del Master de Ingeniería Energética Sostenible durante los dos últimos cursos, y en Ingeniería Fluidomecánica, asignatura troncal de 2º curso, durante el presente curso. Se adjuntan a continuación los resultados más relevantes:

Para analizar la bondad de la metodología docente utilizada y la interrelación entre el uso de dicha estrategia (que combina el Aprendizaje Cooperativo con el Aprendizaje Basado en Proyectos) y la consecución de las competencias de la asignatura, se transcriben a continuación los **resultados medios obtenidos** (62 encuestas recogidas en mi grupo) mediante una encuesta final (elementos Likert), así como parte del informe final de la experiencia:

ENCUESTA FINAL INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA

Te pido, por favor, que respondas a las siguientes preguntas:

1. *Estima el número total de horas que has dedicado a la asignatura (sin contar las horas de clase), considerando tanto el trabajo personal como el de grupo: 160*
2. *Indica hasta qué punto consideras que has adquirido las competencias fundamentales de la asignatura (1 = casi nada; 5 = mucho):*

Competencia	Nota
- Identificar, interpretar y aplicar los conceptos fundamentales de la Mecánica de Fluidos para la resolución de ingeniería relacionados con fluidos, tanto en reposo como en movimiento	4,10
- Manejar con habilidad, a un nivel básico, utilizando una metodología científica, los equipos, instrumentos de medición y los parámetros básicos de funcionamiento de los distintos tipos de máquinas hidráulicas.	3,93
- Preparar eficazmente en grupo – integrando capacidades y conocimientos-, presentar y defender ante otros, de forma oral y escrita, trabajos, estudios e informes acerca de la materia, empleando el vocabulario y la terminología específicos de la materia.	4,27
- Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de distintos procesos industriales en los fluidos aire y agua, mediante la identificación de los principios básicos de la Mecánica de Fluidos que intervienen en dicho impacto, teniendo en cuenta la Ética en la profesión de ingeniería	3,66
- Desarrollar diseños en el ámbito de la Mecánica de Fluidos de acuerdo con la tecnología específica correspondiente y aplicando los principios de calidad.	4,11

3. Valora de 1 a 5 hasta qué punto has aprendido más y mejor con esta asignatura que con otra en formato tradicional: 4,31

4. Valora de 1 a 5 la utilidad de los siguientes aspectos para adquirir las competencias y conocimientos de la asignatura:

- Clases magistrales: (normales): 4,32
- Test previos: 3,28
- Tareas: 4,32
- Tarea 10 (Ética en ingeniería): 3,38
- Prácticas de laboratorio: 3,59
- Proyecto: 4,67
- Presentación oral del Proyecto: 3,89
- Tutorías (en clase y en despacho): 4,38
- Materiales disponibles en Moodle: 4,39

5. Pon una nota de 1 a 5 a la actividad docente realizada por el profesor de la asignatura: **4,64**

6. Indica ahora las razones de esa nota: señala, por favor, puntos fuertes, puntos mejorables, aspectos que te hayan gustado especialmente,... En este apartado se indican sólo algunas de las múltiples aportaciones: "Ha conseguido que llevemos la asignatura al día. La nueva metodología es excelente. Una metodología muy buena, pero mucho trabajo, no podríamos llevar este ritmo en todas las asignaturas. Cercanía al alumno y gran disponibilidad. Me parece un profesor genial, con un gran conocimiento de la asignatura y que disfruta dándola. Sabe comprender a los estudiantes y hacer que comprendan la materia. El profesor se ha implicado en la explicación de la asignatura y nos ha animado a esforzarnos. Hasta la parte del proyecto, el aprendizaje era general, pero al comenzar, el trabajo fue focalizado y deja mucho que desear. Muy agobiado con el cambio de actividad, no pudiendo atender a todas las dudas. Buena explicación, atendiendo correctamente todas las dudas y con paciencia..."

Un análisis de los resultados anteriores deja entrever que los alumnos perciben que con la metodología empleada en la asignatura han adquirido las competencias fundamentales de la misma con un nivel bastante elevado. Han aprendido mucho mejor que con el formato tradicional de docencia y evaluación (4,31) y han valorado favorablemente las actividades realizadas, en especial el Proyecto (¡4,67!), las clases magistrales, las tareas y el material disponible en Moodle (todas por encima de 4,3). Como era obvio a partir de las opiniones de los alumnos recogidas anteriormente, los tests previos son los menos valorados (3,28), la tarea especial 10 (3,38), y las prácticas de laboratorio (3,59), que consideran que se han hecho demasiado rápidamente.

A destacar también la elevada nota que asignan los alumnos a la actividad docente realizada por el profesor (4,64). No contrasta dicha puntuación con la asignada por los alumnos en la "Encuesta de opinión al alumnado sobre la docencia de su profesorado" correspondiente al curso 09/10 en el ítem: "En general, pienso que es un buen profesor" (4,6), pero, en el caso de dicha encuesta, con un universo de sólo 18 alumnos encuestados. Previsiblemente, con el empleo de la metodología seguida durante este curso, además de aumentar el universo de muestra, previsiblemente aumentarán las puntuaciones obtenidas en los aspectos relacionados

con la autoevaluación del alumnado, la planificación de la docencia, la metodología docente, el desarrollo de la docencia y la interacción con el alumnado.

Debe señalarse también que el número de horas dedicado a la asignatura fuera de las horas de clase (160) ha sido mayor que el tiempo estimado (105 horas). No ha ocurrido así con las horas dedicadas al Proyecto, que se han ajustado bastante a las previstas inicialmente (50 horas/alumno). Por todo ello parece necesario, para el curso próximo, realizar una reestructuración de las tareas con objeto de reducir esta dedicación excesiva del alumno.

De los 128 alumnos matriculados entre los dos grupos de castellano, 109 han aprobado la asignatura (85 %), lo que contrasta con los 13 alumnos aprobados (33 matriculados, 16 presentados) en la misma convocatoria del curso pasado. 119 alumnos intentaron incorporarse a la metodología y 9 no acudieron a clase (de ellos 4 no siquiera llegaron a entrar en Moodle para ver los contenidos de la asignatura). Sólo 6 alumnos han resultado suspendidos por no aprobar los exámenes correspondientes a las dos primeras partes de la asignatura.

Ya se ha comentado que, obviamente, la asistencia a clase ha sido espectacular, cifrándose en una media de 110 alumnos entre los dos grupos de castellano.

En cuanto al funcionamiento de los distintos grupos, se puede señalar que han funcionado mejor los que estaban compuestos por 3 alumnos. Solamente en uno de estos grupos se han detectado diferencias apreciables de dedicación al proyecto entre sus componentes, percibiéndose en todos los demás que la dedicación al proyecto y a las tareas ha estado compensada entre los miembros de los distintos grupos. Pero, entre los grupos de 4 miembros, se han detectado 5 grupos en los que ha habido algún alumno que no se ha implicado en el proyecto de la misma forma que los demás, normalmente por problemas de compatibilidad de horarios, trabajo, etc., por lo que la nota, en dichos casos se ha visto reducida.

Se analizan a continuación los resultados obtenidos mediante el "Cuestionario de opinión sobre la metodología seguida" en mi clase (52 encuestas) **(escala de 1 a 4)**:

Teniendo en cuenta todos los aspectos de la metodología que hemos trabajado, tu valoración global del planteamiento y desarrollo de la experiencia es:

<i>Muy satisfactoria</i>	22
<i>Bastante satisfactoria</i>	29
<i>Poco satisfactoria</i>	1

Valora el grado en el que consideras que la metodología seguida te ha ayudado a aprender, en comparación con planteamientos metodológicos más tradicionales:

<i>Me ha ayudado mucho más</i>	23
<i>Me ha ayudado más</i>	26
<i>Me ha ayudado igual</i>	1
<i>Me ha ayudado menos</i>	2

<i>Valora el grado en que esta metodología te ha ayudado a:</i>	3,12
<i>Comprender contenidos teóricos</i>	
<i>Establecer relaciones entre teoría y práctica</i>	3,44
<i>Relacionar los contenidos de la asignatura y obtener una visión integrada</i>	3,27
<i>Aumentar el interés y la motivación por la asignatura</i>	3,39
<i>Analizar situaciones de la práctica profesional</i>	3,33
<i>Indagar por tu cuenta en torno al trabajo planteado</i>	3,38
<i>Tomar decisiones en torno a una situación real</i>	3,31
<i>Resolver problemas u ofrecer soluciones a situaciones reales</i>	3,21
<i>Desarrollar tus habilidades de comunicación (oral y escrita)</i>	3,37
<i>Desarrollar tu autonomía por aprender</i>	3,31
<i>Tomar una actitud participativa respecto a tu aprendizaje</i>	3,37

<i>Mejorar tus capacidades de trabajo en grupo</i>	3,52
<i>Desarrollar competencias necesarias en la práctica profesional</i>	3,20
<i>El sistema de evaluación seguido ha sido adecuado a la metodología</i>	3,38

La orientación proporcionada por el profesor durante el proceso, ¿ha satisfecho tus necesidades?

<i>Mucho</i>	33
<i>Bastante</i>	17
<i>Suficiente</i>	3

Si el próximo curso/cuatrimestre pudieras elegir, ¿optarías por esta metodología?. 45 indican que sí, 5 que no y 3 dejan este campo en blanco.

Se muestran a continuación algunas de las respuestas dadas a las preguntas de respuesta abierta de la citada encuesta:

- *La metodología en sí es buena, pero creo que no se puede llevar a cabo con todas las asignaturas al mismo tiempo.*
- *Por una parte hemos aprendido mucho más que con la metodología de otras asignaturas, y aunque ha resultado duro, me he sentido con la ayuda del profesor en cualquier momento. Por otro lado, nos ha quitado mucho tiempo y no he podido estudiar otras materias.*
- *Ayuda a adquirir conocimientos, pero consume demasiado tiempo teniendo en cuenta que no es la única asignatura de la carrera.*
- *Finalizando la asignatura, me parece que está bastante bien, ya que todo lo que hemos necesitado para la ejecución del proyecto (similar a una situación real) fue desarrollado por la asignatura.*
- *Este tipo de enseñanza nos obliga a participar y trabajar en grupo, lo que provoca un seguimiento de la misma, pero nos absorbe mucho tiempo, por lo que si todas las asignaturas tuvieran la misma metodología, nos faltarían días.*
- *La metodología seguida te lleva a tener una evaluación más continua del estudio, lo que ayuda en gran medida. Como parte negativa, la carga de trabajo es muy exigente y nos resta mucho tiempo de otras tareas/asignaturas.*
- *He aprendido mucho, pero tanto trabajo en una asignatura solo me quita mucho tiempo para el resto, ya que además de la Universidad (por suerte) tengo dos trabajos y no dispongo de tiempo.*
- *La metodología seguida me ha ayudado a comprender e interesarme por la asignatura.*
- *Con este método se aprende más y mejor, pero requiere mucho más tiempo y la disponibilidad de todos los miembros del grupo.*
- *Hemos aprendido bastante sin tener conocimientos previos y hemos desarrollado la capacidad resolutoria.*
- *Seguramente esta asignatura tenga la mejor metodología que he tenido. Para aprender, para ver el avance personal y animarse a seguir.*
- *Hemos trabajado mucho y muy duro para entender y aprobar la asignatura.*
- *La metodología se ha ajustado a las expectativas iniciales, hemos aprendido mucho y casi todo el mundo ha aprobado. Hemos trabajado mucho (muchas horas).*
- *Con el Proyecto se aprende mucho, pero no asegura que se aprende todo lo necesario.*
- *Hemos tenido que realizar muchas tareas y reunirnos muchas veces en grupo, pero finalmente hemos aprendido mucho y hemos adquirido muchos conocimientos.*
- *Me ha parecido buena idea lo que trabajar en grupos pero hubiera preferido elegir los grupos personalmente para poder quedar con ellos en unos horarios parecidos.*

Las opiniones no escritas por falta de espacio han ido en la misma dirección: buena metodología, pero que requiere, tal como está planteada, una elevada carga continua de trabajo.

A la luz de todos los datos anteriores, se puede concluir que la metodología utilizada ha resultado satisfactoria y que ayuda más a aprender al alumno que la metodología tradicional.

En general se puede decir que, tanto los alumnos como el profesorado se encuentran muy satisfechos con la metodología seguida. Los alumnos han asistido más a clase, han seguido la asignatura trabajando de una manera más continuada y han aprobado en un porcentaje elevadísimo para una titulación de ingeniería. Consideran que el proceso ha resultado bastante exigente, con una importante carga de trabajo, pero todo ello ha redundado en unos mejores resultados académicos y en una mayor calidad del aprendizaje. Se han desarrollado, además competencias de nivel superior relacionadas con el trabajo en grupo, practicando habilidades de gran utilidad en su futura vida profesional. La motivación y el interés por la asignatura han aumentado muchísimo y se han encontrado con que el profesorado ha creado altas expectativas en los alumnos, les ha apoyado y ayudado, y se ha implicado más en su aprendizaje que mediante la metodología tradicional. Ha aumentado la cercanía y la interrelación entre profesor y alumnos, lo que ha redundado en una mayor implicación de éstos con la asignatura.

Para los profesores, igual que para los alumnos, la aplicación de la nueva metodología ha supuesto un considerable aumento de la carga horaria de trabajo dedicada a la docencia. Se ha dedicado mucho tiempo a la coordinación de actividades y estrategias entre los 3 profesores, al desarrollo y evaluación de los distintos entregables, al seguimiento del proyecto y a la tutoría de los alumnos, tanto para la realización de tareas, del proyecto, como de los exámenes previos a éste.

Se han detectado problemas en cuanto a que algunas actividades han entrado en conflicto con otras asignaturas, por lo que resulta imprescindible, para el próximo curso, una coordinación con las actuaciones docentes de otras materias en el mismo cuatrimestre. Por otro lado, para ajustar el tiempo de dedicación a la asignatura, se plantea la posible eliminación de los tests previos utilizados en la primera parte, variando de alguna manera el contenido de las tareas correspondientes.

En conclusión, y a pesar del esfuerzo que ha supuesto, tanto para profesores como para los alumnos, la adaptación a una nueva metodología de docencia y de evaluación, la experiencia se puede considerar como extraordinariamente positiva. Y simplemente un detalle para finalizar. El último día de clase, dedicado a las presentaciones, y una vez finalizadas éstas, procedí a despedirme de los alumnos agradeciéndoles su dedicación, su comprensión, su trabajo.... Y fui despedido con un aplauso espontáneo por su parte. Todo ello anima a seguir trabajando en esta línea.

3.10. Criterios concretos para adaptar una asignatura utilizando metodologías de Aprendizaje Cooperativo.

Del Canto et al. (2010) señalan que se trata de seguir la máxima siguiente:

“Prepara un programa de actividades de las que el alumno no pueda escapar sin haber aprendido, consigue que haga estas actividades, y, si llega al final, apruébalo.”

1. Define claramente los objetivos de aprendizaje, es decir, lo que los alumnos deben haber aprendido al final del curso. Seleccionar los materiales didácticos.
2. Establecer la constitución de los grupos. Tamaño. Forma de hacer los grupos, disposición en el aula. Asignación de roles.
3. Establece en detalle lo que tus alumnos deben hacer dentro y sobre todo fuera de clase, ya que no tenemos hábito de planificar con detalle las tareas que encargamos para casa.

4. Establecer entregas, es decir, el producto de las actividades de aprendizaje del programa, que ponen de manifiesto si la tarea se ha hecho, si está bien o mal y si el alumno trabaja de manera regular. Explicar las tareas y la interdependencia positiva.
5. Establecer mecanismos de retroalimentación (feedback) inmediato sobre la base de las entregas del curso.
6. Preparar acciones específicas para los alumnos que tienen más necesidades de aprendizaje y también para los más adelantados.
7. Establecer un plan de recogida sistemática de datos sobre la marcha del curso y usar dichos datos como motor de un proceso de mejora continua.
8. Asegurarse de que tu plan de actividades está formado por pasos asequibles, pero con un final ambicioso. Ambas características motivarán a tus alumnos a realizar las actividades.
9. Usar técnicas de aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en Proyectos/problemas. Los alumnos se motivarán más.
10. Diseñar el método de calificación de manera que sea un estímulo adicional para recorrer el camino de aprendizaje diseñado.

Algunos consejos a tener en cuenta (Felder et al. [20]):

1. Formular y publicar objetivos de enseñanza claros: afirmaciones de lo que el estudiante será capaz de hacer al acabar un tema o tarea. Aunque mejor sería acabar diciendo: para poder hacer bien la siguiente tarea. Ejemplo: *Al acabar este capítulo, el alumno será capaz de definir las variables en la ecuación general de los gases de manera que un estudiante de bachillerato pudiera entender, calcular el valor de cualquiera de las variables a partir de valores de las otras tres, estimar el error en el valor calculado y plantear la deducción de la ecuación de los gases ideales a partir de la teoría cinética de los gases.*

Se pueden usar verbos como: definir, calcular, estimar, resumir, listar, identificar, explicar, predecir, modelar, derivar, comparar y contrastar, diseñar, crear, seleccionar, optimizar,

El comportamiento especificado debe ser directamente observable por el profesor y debe ser lo más específico y lo menos ambiguo posible. Así no son aceptables verbos como conocer, aprender, entender y apreciar, ya que no son directamente observables.

Los objetivos de enseñanza pueden implicar habilidades que cubren un amplio espectro de complejidad y dificultad, según los 6 niveles de la taxonomía de Bloom.

En todos los niveles del curriculum de ingeniería (Felder et al. [20]) es interesante introducir algunas habilidades de resolución de problemas de alto nivel (e.g. análisis multidisciplinar, diseño, pensamiento crítico) y "soft skills" tales como la comunicación oral o escrita, trabajo en equipo, preocupación social y medioambiental...

Hacer los objetivos tan detallados y específicos como sea posible. Hacer ejercicios en clase, tareas para casa y exámenes directamente relacionados con los objetivos de enseñanza. Dar los objetivos a los estudiantes como guías de estudio. Cuanto más explícitos estén definidos los objetivos a conseguir por los estudiantes, más éxito tendrán ellos en su consecución.

Los objetivos de enseñanza para todas las asignaturas tendrán probablemente lagunas y redundancias en el plan de estudios y pueden dar una información muy interesante para la revisión de las titulaciones.

2. Establecer la importancia del material del curso y enseñar inductivamente. Los profesores normalmente empiezan el curso presentando un material totalmente nuevo sin ponerlo en ningún contexto. No se hace esfuerzo por relacionar el material con las cosas que ya saben a partir de su propia experiencia o de los cursos anteriores. (ejemplo de la casa de construcción del conocimiento). Los estudiantes tienden a estudiar más duro y aprender mejor aquello en lo que están interesados y creen que necesitan saber.

Recomendaciones:

- Empezar cada asignatura y cada tema nuevo describiendo los fenómenos físicos o químicos a estudiar y los tipos de problemas a resolver, usando, si es posible, ejemplos familiares a los estudiantes. Discutir diversas situaciones realistas en las que los ingenieros deben entender los fenómenos y resolver los problemas. Un buen sistema es dividir la clase en grupos de 3-4 alumnos, y hacer que los grupos generen tantos ejemplos como puedan en un breve período de tiempo. Ejemplo: *Durante las dos próximas semanas, vamos a discutir las características de un fluido circulando por una tubería. En grupos de 3, traer todas las situaciones que podáis relacionadas con este tema. Tres personas hablando, uno recogiendo las ideas. Tenéis 5´. Recoger las ideas, listándolas sin criticar. Añadir ejemplos propios a la lista. Puedes seguir como sigue: OK, ahora sois ingenieros que estáis diseñando un sistema de tuberías para mover un fluido desde un tanque de almacenamiento hasta un reactor con un caudal determinado. Qué necesitarás saber o suponer? 5´. Dedicar unos minutos al comienzo de un tema con tal tipo de ejercicios puede ser un buen elemento de motivación para los estudiantes durante las siguientes clases.*

3. Equilibrar información concreta y abstracta en todos los cursos.

El material puede consistir en hechos, observaciones, datos experimentales, aplicaciones, conceptos, teorías, fórmulas matemáticas y modelos. Hasta ahora, en ingeniería se ha orientado mucho todo hacia la abstracción, enfatizando en expresiones matemáticas complejas de principios científicos fundamentales. El problema es que la abstracción no está firmemente apoyada en el conocimiento del estudiante, con lo que el material nuevo no se entrelaza con las estructuras cognitivas existentes. Conviene presentar en lo posible situaciones del mundo real y utilizar información visual.

4. Promover el aprendizaje activo en el aula.

Algunos ejemplos:

- Diseñar una estrategia para resolver el problema.
- Dibujar un diagrama de flujo para el proceso descrito.
- Pensar en aplicaciones prácticas de lo visto.
- Empezar la solución del problema y ver hasta dónde puedes llegar en 2 minutos.
- ¿Cuál es el siguiente paso en esta derivación?
- Completar estos cálculos.
- Probar o verificar los resultados.
- Preguntas que tienes sobre este material.

5. Hacer exámenes adecuados.

No hacer tareas, por ejemplo en el nivel 3 de Bloom y luego pedir en exámenes cuestiones del nivel 4. Usar la regla del 3. Multiplicar por 3 el tiempo que te cuesta hacer un problema y deja ese tiempo a los alumnos. Que los exámenes estén relacionados con los objetivos de aprendizaje escritos para la asignatura. Felicitar los logros de los alumnos.

3.10. La primera clase.

Es importante, ya desde el primer día, crear un clima adecuado en clase que favorezca la cooperación. Diseñar un logo o un nombre para el equipo, puede ser una idea. Para realizar una valoración de las experiencias anteriores de trabajo en equipo se puede aplicar la “Técnica de las Dos Columnas”, colocando en una los aspectos positivos y en otra los aspectos negativos de su experiencia previa de trabajo en grupo. Se trata de hacerles ver a los alumnos que el trabajo en equipo es más productivo que el individual, con la condición de que se organice bien y se eviten los aspectos negativos detectados.

Desde la primera clase hay que dar formación a los alumnos sobre lo que supone trabajar en grupos cooperativos y sobre formas básicas de interacción entre los alumnos.

Actividades de creación de grupo: “Encontrar cosas en común”: Encontrar 5 cosas en común que no tengan que ver con el colegio, trabajo o familia, que sean de naturaleza personal, como música favorita, comida, lecturas, lugares a visitar,... Otra actividad: escribir en grupo temores sobre la asignatura o sobre el cuatrimestre, y en una segunda parte, sus esperanzas y aspiraciones en la asignatura. Otra actividad: buscar cada uno en su cartera o mochila algo que pueda ayudar a sus compañeros a conocerle mejor, y explicarlo a sus compañeros. Otra: poner cada alumno tres afirmaciones sobre sí mismo, una de las cuales es cierta. Descubirla mediante preguntas a los demás miembros del grupo.

Se les puede preguntar a los alumnos:

- Competencias que necesita esta carrera
- Las que he conseguido hasta ahora
- Las que esperan conseguir en la materia
- Las que no van a aprender en la carrera.

Esa ficha, pasada el primer día de clase, se puede ir pasando más veces durante el curso. No importa que el alumno ponga las competencias proporcionadas por el profesor.

Es interesante hacer un diario de enseñanza, con lo que funciona y no funciona.

Es importante en la primera clase establecer la relevancia de la asignatura en el contexto de la titulación,; enseñarles, por ejemplo, ofertas de trabajo en las que se pidan competencias relacionadas con la asignatura o con el trabajo en equipo, para justificar su necesidad. Establecer también la relación entre la asignatura y el resto de materias de la titulación.

Ya desde el primer día hay que intentar que participen, que hablen, que escriban, por ejemplo, cuáles son sus expectativas para la asignatura, qué creen que van a aprender, qué clima de clase queremos tener... De esta manera les estamos diciendo desde el principio que ellos van a ser participantes activos. Y, obviamente, hay que justificar la utilización de las herramientas de enseñanza-aprendizaje que se van a utilizar en la asignatura. Yo, en concreto, les digo: "El método del AC supone un seguimiento semanal de la asignatura. Se os va a solicitar la realización de diversas actividades, la elaboración de entregables, todo ello va a redundar en un trabajo continuado y en un aprendizaje continuo de la asignatura. No creáis que eso supone menos trabajo para el profesor. Al contrario, es mucho más cómodo para nosotros utilizar la clase tradicional. Pero, si a mí me va a costar un mayor trabajo utilizar esta metodología, también espero que vosotros me respondáis. Ánimo, que confío en vosotros, que vais a poner toda la carne en el asador. Tenéis que empezar a trabajar ya". Hay que inculcar una cultura del esfuerzo al alumnado.

Se les puede dejar un tiempo al final de la primera clase para que expresen su reacción ante dicha clase.

4. SOBRE LA EVALUACIÓN.

El alumno aprende según sea el sistema de evaluación. “La evaluación constituye uno de los puntos débiles de la docencia universitaria” (Zabalza [32]). La evaluación del aprendizaje es uno de los factores que más influye en el interés de los estudiantes por aprender y por el propio proceso de aprendizaje, ya que constituye el criterio de referencia que define para el alumno lo que hay que aprender, así como el valor de este aprendizaje. Los exámenes finales distribuyen el tiempo de forma poco efectiva, ya que lo concentran inmediatamente antes de la evaluación, en lugar de distribuirlo a lo largo del curso (Gibbs [33]).

Una de las principales dificultades para mejorar la motivación por aprender y el aprendizaje mismo radica en los modos de evaluación tradicionalmente utilizados por los profesores, normalmente exámenes centrados en la identificación de resultados producidos por el alumno de forma puntual con ocasión de la evaluación. El efecto de estas prácticas es que el alumno estudia para aprobar y no para aprender, actitud que dificulta la adquisición de competencias, así como el desarrollo de una actitud reflexiva que potencie el aprendizaje autónomo. (Gil et al. [34])

En este contexto, ahora se parte de la premisa de que la evaluación no debe ser entendida como el último paso del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con los nuevos grados, los procedimientos metodológicos utilizados deben materializarse en un cambio también en la evaluación. De acuerdo con Mateo y Martínez, [30], algunas características diferenciadoras relativas a la evaluación del aprendizaje universitario con respecto a la situación anterior son:

EVALUACIÓN TRADICIONAL	EVALUACIÓN ALTERNATIVA
Utiliza pruebas de clase, tipo test, problemas, etc.	Utiliza experimentos de los alumnos, proyectos, debates, portafolios, productos de los estudiantes
Hace un juicio evaluativo basado en la recogida de información objetiva y la interpretación de las puntuaciones	Hace un juicio evaluativo basado en la observación, la subjetividad y el juicio profesional.
Focaliza la evaluación fundamentalmente sobre la puntuación del alumno en comparación con los otros alumnos	Focaliza la evaluación de manera individualizada sobre los alumnos a la luz de sus propios aprendizajes
Permite al evaluador presentar el conocimiento del alumno mediante una puntuación	Habilita al evaluador a crear un historial evaluativo respecto al individuo o al grupo
Tiende a ser generalizable	Tiende a ser idiosincrásica
Proporciona la información evaluativa de manera que inhiba la acción curricular o instruccional	Proporciona la información evaluativa de manera que facilita la acción curricular
La evaluación recae sobre el profesor o sobre agentes externos	Permite a los estudiantes participar en su propia evaluación

Tabla 7: Características de la evaluación tradicional y la alternativa para el EEES.

Con los nuevos grados, nos encontramos con un panorama de formación orientado hacia la calidad, y en el que el docente tiene que hacer algo más que dar clase: debe fomentar el aprendizaje creativo, que el alumnado piense por sí mismo. En este sentido, Cano [31] considera que un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje debe garantizar que la evaluación, al igual que el resto de elementos (objetivos, contenidos y metodología) esté integrada en dicho proceso y vaya acorde con el mismo. De esta forma, la evaluación debe:

- Ser un proceso sistemático, planificado y riguroso.
- Ser coherente con el planteamiento de enseñanza-aprendizaje desarrollado, abarcando aquellas parcelas o ámbitos (conceptual, procedimental y actitudinal) consideradas durante el mismo.
- Ser válida, es decir, que aporte información sobre lo que se pretende, de manera que, en última instancia, permita constatar si el proceso de enseñanza-aprendizaje en su conjunto está siendo adecuado o no.
- Ser eficaz, permitiendo la recogida de gran cantidad de información, aunque sin excesivos requerimientos temporales que perjudiquen la viabilidad de su empleo.
- Debe conducir a la toma de decisiones, tanto para el establecimiento de las calificaciones finales como para el aporte de feedback al alumno acerca del desarrollo del proceso.

Camiñas y Ballester [70] recuerdan que el RD 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, expone que: “los planes de estudio... deberán tener en el centro de sus objetivos la adquisición de competencias por parte de los estudiantes, ampliando, sin excluir, el tradicional enfoque basado en contenidos y horas lectivas. Se debe hacer énfasis en los métodos de aprendizaje de dichas competencias, así como en los procedimientos para evaluar su adquisición”.

“Como parte del proceso de acreditación, la evaluación constituye un mecanismo necesario para constatar que los estudiantes poseen las competencias precisas para el correcto ejercicio de la profesión que aspiran a ejercer” (Camiñas y Ballester, [70]). La evaluación es un condicionante fundamental de todo el proceso enseñanza-aprendizaje, no sólo porque el alumno estudia y trabaja en función de cómo se le va a evaluar, sino también por la necesidad de evaluar competencias en el nuevo marco. Por un lado hay altas tasas de fracaso escolar. Por otro, se siente la necesidad de mantener la rigurosidad del proceso, para evitar el argumento de que se quiere “bajar el nivel aún más”. No existe un modelo único de evaluación.

Los exámenes normalmente sólo dan información de niveles de abstracción bajos del proceso de aprendizaje (taxonomía de Bloom): recordar, comprender...

El ABP o el AC se centran en niveles altos de abstracción: aplicación, análisis, síntesis, evaluación....

Enfoques y tipos de evaluación según Camiña y Ballester (se cogen de Contreras, [71]):

Según la finalidad y el momento en que se realiza la evaluación, pueden distinguirse sus principales enfoques. Unos enfoques no excluyen a los otros necesariamente, pero conviene distinguirlos con precisión, porque cabe focalizar la evaluación de manera mucho más precisa según cada uno de estos tres planteamientos.

- *La evaluación inicial o diagnóstica.*

Su objetivo es ajustar el punto de partida del proceso de E-A al grupo-clase. La recogida de información se focaliza a:

- a) Comprobar si los alumnos poseen los conocimientos y habilidades previas necesarias y requeridas para el inicio del proceso de aprendizaje que se ha planificado.
- b) Conocer los conocimientos que ya poseen los alumnos sobre el proceso de aprendizaje que todavía no ha comenzado.

Las decisiones que puede tomar el profesor ante los resultados obtenidos de la evaluación inicial son:

- a) Iniciar el proceso tal y como se había previsto.
- b) Remitir a los alumnos a fondos de información complementarios
- c) Introducir cambios en el contenido del proceso formativo.

- *La evaluación formativa*

Se utiliza con fines de realimentación que puede servir tanto para mejorar el aprendizaje de los estudiantes como para mejorar la enseñanza impartida. La evaluación formativa es un buen sistema de aprendizaje. Permite identificar los errores del proceso, ajustándolo y orientándolo.

Características:

- a) Debe realizarse mientras dura el proceso, para que la mejora pueda incidir en él.
- b) Debe detectar tanto los aprendizajes adquiridos como las lagunas.
- c) Debe proporcionar una realimentación, tanto al estudiante como al profesor.

Este tipo de evaluación favorece la “práctica distribuida” del aprendizaje frente a la tradicional “práctica masiva” antes del examen final.

La **evaluación continua o progresiva** utiliza los resultados obtenidos durante el curso al hilo del aprendizaje (evaluación formativa) con fines de calificación.

Evaluación sumativa.

Su finalidad esencial es la asignación de calificaciones a los alumnos y la certificación de la adquisición de determinadas competencias. Su función es más social que pedagógica, ya que se trata de determinar si los sujetos reúnen las condiciones necesarias para la superación de un determinado nivel. Esta evaluación se realiza al final del proceso y sirve para analizar su desarrollo de forma global y con carácter terminal. Atiende, pues, a los productos de aprendizaje.

Hay tres tipos generales de valoración:

- a) Heteroevaluación. La más utilizada. La realiza exclusivamente el profesor.
- b) Autoevaluación. Realizada por el mismo estudiante con pautas entregadas por el profesor.
- c) Coevaluación. Realizada por los propios compañeros de clase, con unos determinados cuestionarios. Como caso particular se contempla la evaluación por pares.

Técnicas y estrategias de evaluación.

Se llama así a cualquier instrumento, situación, recurso o procedimiento para obtener información adecuada a los objetivos y finalidades que se persiguen. Las hay:

- a) Las técnicas para valorar conocimientos: exámenes (orales y escritos), ejercicios y trabajos.
- b) Las técnicas para valorar conductas, entendidas éstas en un sentido amplio, es decir, todo lo que el alumnos hace, habilidades, prácticas de laboratorio, actividades. Se utiliza la observación: guías de observación (listas de control y escalas de valoración). Las pruebas de grupo y las pruebas situacionales, que presentan incidentes críticos, bien reales o simulados por ordenador, ante los que se debe tomar una decisión.
- c) Las técnicas para valorar actitudes y, en general los objetivos de dominio afectivo (valores, intereses, sentimientos de satisfacción, adaptación...). Observación directa (registros) y valoración de conductas (guías de observación).

Listas de control: el observador se limita a indicar si se da o no la conducta o actitud especificada. El sí o el no pueden reemplazarse por una escala graduada. Son susceptibles para la evaluación de aquellas destrezas o actitudes susceptibles de poder dividirse en una serie de actos claramente definidos.

Escalas de valoración: Se diferencian de las listas en que el observador ha de emitir un juicio personal sobre la intensidad con la que ésta se presenta.

La evaluación de los trabajos en grupo: Se suele evaluar el trabajo hecho por el grupo y también se puede la calidad del trabajo en grupo desempeñado. Un profesor no puede controlar siempre cómo trabaja el grupo. El profesor puede poner los medios y crear la situación que permita la autoevaluación del mismo

grupo: con cuestionarios, preguntas sencillas, los alumnos dicen cosas unos de otros.....

El portafolio del estudiante: Consiste en un fichero o memoria que contiene información que documenta las experiencias y logros de aprendizaje. Es un elemento motivador que incita a los alumnos a mostrar cómo va el desarrollo de sus destrezas creativas y de autoevaluación. Por ello, el portafolio deberá contener:

- f) Trabajos en los estadios iniciales de aprendizaje, así como en estadios posteriores.
- g) Más de un documento para las distintas habilidades
- h) Tanto las versiones que se entregan al profesor como los borradores.
- i) Matrices de valoración rellenas por el mismo alumno y en las que establezca un diálogo por escrito con el docente.
- j) Las preguntas-guía que servirán para el desarrollo de las tutorías.
- k) Las reflexiones pertinentes en cada fase del proceso.

Rasgos de la evaluación por competencias.

- a) Evaluación congruente. Debe haber coherencia entre objetivos de aprendizaje, metodología, actividades y evaluación. Cuando se diseña la evaluación, los profesores deben analizar, no sólo el contenido de la materia que hay que tratar, sino las destrezas y cualidades concretas que, apoyadas en tales contenidos, se deben mostrar. No todas las competencias se evalúan igual, no todos los procedimientos sirven para evaluar todas las destrezas con igual nivel de eficiencia (no se puede evaluar el trabajo cooperativo mediante exámenes, bueno, existe el examen en dos etapas).
- b) Evaluación del desempeño o auténtica. Sólo se confirma la competencia cuando se ha puesto a prueba. Las estrategias didácticas son con frecuencia también estrategias de valoración.
- c) Evaluación criterial. Es importante construir criterios con el fin de evaluar el grado de aprendizaje de los alumnos. A cada criterio se le asocian unos indicadores de desempeño, observables y contrastables, que determinan el grado de desarrollo. Deben ser criterios observables, transparentes, conocidos y comprendidos por los alumnos. Ejemplos:
 - Participa y colabora activamente en las tareas del equipo.
 - Contribuye en la consolidación y desarrollo del equipo.
 - Es capaz de dirigir equipos de trabajo.

Los indicadores según el primer criterio podrían ser los de la tabla:

Competencia: trabajo en equipo	Niveles de cumplimiento		
Criterio de evaluación 1: participa y colabora activamente en las tareas del equipo	Alto	Medio	Bajo
Indicadores			
Busca, analiza y prepara el material para la			

tarea			
Realiza las tareas en los plazos requeridos			
Colabora en la organización y distribución de tareas			
Participa de forma activa en las reuniones de grupo			
Aporta ideas, conocimientos y experiencias			
Tiene en cuenta los puntos de vista de los demás			

Se puede utilizar la autoevaluación, la coevaluación o la heteroevaluación.

- d) Evaluación plural. Parece indiscutible que una buena evaluación debe apoyarse en una amplia y diversa gama de procedimientos y estrategias de evaluación, pues, en una formación basada en competencias, son variadas las capacidades a desarrollar en el alumnado. Así, se debe evaluar tanto el proceso de aprendizaje como los productos del mismo.
- e) Evaluación continua y formativa. No sólo se ha de evaluar el final del proceso de desarrollo de competencias, sino que a lo largo del curso han de proponerse actividades de carácter evaluable que faciliten la asimilación y desarrollo progresivos de las competencias a alcanzar. De esta forma, la evaluación se convierte en continua y el profesor puede realizar un mejor proceso de seguimiento del progreso en el aprendizaje del estudiante, ya que permite una valoración integral. Es imprescindible una información de retorno para que sirva de estímulo a los alumnos. **La evaluación debe impregnar todo el proceso de aprendizaje.** Si el alumno estudia y trabaja en función de cómo se le va a evaluar, el profesor debe convertir el afán por aprobar en motivación por aprender.
- f) Evaluación compartida. La evaluación por competencias debe ser integral, ya que supone determinar el grado de desempeño y debe incorporar al estudiante como agente evaluador: autoevaluación, evaluación entre pares, coevaluación.. El éxito en los procesos de evaluación por competencias está relacionado con el grado en que éstos sean asumidos como válidos por los estudiantes. Es importante crear espacios para discutir con ellos la importancia de la valoración, sus tipos y estrategias.

Propuestas de mejora [70] en la evaluación que posibilite el tránsito hacia una eficaz evaluación de competencias:

- Adecuar los recursos de evaluación a los objetivos de aprendizaje.
- Fijar las normas y criterios de evaluación desde principio de curso.
- Realizar sistemáticamente la evaluación inicial o diagnóstica.
- Desarrollar una evaluación formativa y continua.
- Emplear la evaluación como recurso metodológico.
- Implementar evaluaciones auténticas.
- Utilizar varias técnicas de evaluación en cada asignatura.
- Incorporar a los estudiantes en el proceso evaluador.

En definitiva, evaluación no sólo sumativa sino formativa.

¿Cómo individualizar la nota de un trabajo en grupo?

- Uso de portafolios individuales preparados por cada alumno que incluyan sus contribuciones al trabajo final.
- Autoevaluación
- Evaluación entre pares dentro del grupo.
- Evaluación entre grupos.
- Asignación de tareas concretas individualizadas dentro del grupo que se evalúan de forma individual con un cierto peso.

Objetivos a conseguir mediante un sistema de evaluación (Pérez et al. [72]):

- Debe considerar la evaluación del proceso y del producto final, dado que ambos son importantes en el ABP
- Debe permitir la evaluación individualizada entre componentes de un mismo grupo.
- Debe responder a los objetivos formativos planteados, tanto los específicos de cada asignatura como los transversales.
- Debe ser un sistema claro e informativo para los estudiantes, de modo que estos sepan los aspectos por los que se les va a evaluar.
- Debe desarrollar la capacidad de evaluación y autoevaluación entre los estudiantes.

6. ALGUNAS REFLEXIONES FINALES.

“El alumno, desde lo que sabe y gracias a la manera como el profesor le presenta la nueva información, reorganiza su conocimiento del mundo al encontrar nuevas dimensiones. Transfiere ese conocimiento a otras situaciones, descubre los principios y los procesos que lo explican, mejorando su capacidad de organización comprensiva para otras experiencias, ideas, hechos, valores y procesos de pensamiento que adquirirá en otras situaciones (Novak y Goldwin, 1988, creadores de los mapas conceptuales).

“Cuando un grupo de personas que trabajan juntas, están altamente organizadas, mantienen un contacto permanente y realizan acciones de trabajo coordinadas, orientadas a la consecución de objetivos comunes, a través de la plena participación de todos los miembros, en un ambiente propicio y basándose en unas relaciones de confianza, solidaridad, responsabilidad y ayuda mutua, estamos hablando de equipo”

La función del profesor ahora es más como un diseñador y un facilitador de experiencias y oportunidades educativas que como un “impartidor” de conocimiento.

Problema que radica en la tendencia a presentar, tanto en los manuales pedagógicos como en talleres de formación de profesorado, las metodologías alternativas como únicas y excluyentes. Este enfoque de disyuntiva radical desanima y bloquea las posibles iniciativas del profesorado que no acaba de ver el encaje total de una estrategia didáctica específica en su propia

asignatura, que contempla como irrealizable un cambio global de la metodología tradicional a las metodologías innovadoras.

En Romeo et al. [3]: en palabras de Dochy, F.; Segers, M. y Dierick, S. (2002), *“El objetivo principal de la educación superior ha cambiado para dirigirse a los estudiantes con el fin de proporcionar apoyo para desarrollarse como “practicantes reflexivos” capaces de reflexionar críticamente acerca de su propia práctica profesional. Los estudiantes que ocupan posiciones en las organizaciones modernas han de ser capaces de analizar la información, mejorar sus habilidades de resolución de problemas y comunicación y reflexionar sobre su propio papel en el proceso de aprendizaje. Las personas tienen que ser capaces de adquirir conocimiento de manera independiente y de emplear ese cuerpo de conocimientos organizados para resolver problemas imprevistos.”*

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ESANDI, M, VALIN, A. Y ÁLVAREZ, S. Trabajo y aprendizaje cooperativos como estrategia didáctica en la educación universitaria. En actas del XIII CUIEET, Gijón, 2005.
- [2] MYERS, J. (1991) Cooperative learning. Vol. 11.
- [3] ROMERO, M.C., AMANTE, B.; PIÑUELA, J.A.; BONSON, M. y PEÑA, R. Aceptación de la metodología de aprendizaje cooperativo en diferentes ciclos de carreras técnicas. En actas del XIII CUIEET, Gijón, 2005.
- [4] OVEJERO, A. El aprendizaje cooperativo: una alternativa eficaz a la enseñanza tradicional. (1990). Barcelona: Promociones y Publicaciones universitarias.
- [5] LARA, S. Una estrategia eficaz para fomentar la cooperación. (2001). 99 Esse: 1.
- [6] JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T. Y HOLLUBEC, E.J. El aprendizaje cooperativo en el aula (1999). Barcelona. Paidós.
- [7] JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T. y STANNE., M.B. Cooperative learning methods : A Meta-Analysis. (2000). The Cooperative learning Center at the University of Minnesota. En: <http://www.clcrl.com/pages/cl-methods.html>.
- [8] CUSEO, J.B. Cooperating Learning: A pedagogy for adressing contemporary challenges and critical issues in higher education. New Forum Press. 1996.
- [9] BONWELL, C.C. Y EISON, J.A. Active learning: creating excitement in the classroom. Ashe.-Eric Higher Education Report, 1, George Washington University. (1991).
- [10] BLOOM, B.; ENGLEHART, M.; FURST, E.; HILL, W. Y KRATWOHL, D. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain. 1956.
- [11] BARÁ, J. Aprendizaje basado en problemas/proyectos: ¿Qué, por qué, cómo? Institut de Ciencies de l'Educació, julio 2003.
- [12] FABRA, M.L. Técnicas de grupo para la cooperación. CEAC. 1998 y 2000.
- [13] PROJECT BASED LEARNING HANDBOOK. Buck Institute for Education. California. 1999.
- [14] JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T. Y SMITH, K.A. Active Learning: Cooperation in the College Classroom. Edina, Minnesota: Interaction Book Company. 1991. (www.co-operation.org).
- [15] JOHNSON, D.W.; JOHNSON, F.P. Joining Together: Group theory and group skills. Needham Heights, MA. Allyn&Bacon. 1997.
- [16] GALLEGO, I.; LÓPEZ, J.M.; RODRÍGUEZ, E. SALAMÍ, E; SANTAMARÍA, E. Y VALERO, M. Presentaciones orales a un coste razonable.
- [17] SMITH, KARL A.; SHEPPARD, SHERI D.; JOHNSON, DAVID W. Y JOHNSON, ROGER T. Pedagogies of engagement: Classroom-based practices. Journal of Engineering Education. January 2005.
- [18] FELDER, R.M. Meet your students. Ill Michelle, Rob and Art. Chem. Eng. Education, 24(3) 130-131 (1990). <http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Columns/Objectives.html>.
- [19] WOODS, D.R. Problem-Based learning: Helping your students gain the most from PBL. Woods publishing. Waterdown 1997. <http://cheemeng.mcmaster.ca/pbl/pbl.htm>.

- [20] FELDER, Richard M.; WOODS, Donald R.; STICE, James E. y RUGARCIA, Armando. The future of engineering education II. Teaching methods that work. *Chem. Engr. Education*, 34 (1), 26-39 (2000).
- [21] MILLS, Julie E. y TREAGUST, David F. Engineering Education – Is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, disponible en http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf.
- [22] VALERO, Miguel. El desarrollo profesional del docente: una visión personal (octubre 2010). Disponible una recopilación de artículos en <http://gsi.ac.upc.edu/moodle/EEES> (acceder como invitado).
- [23] KUGEL, P. How professors develop as teachers. *Studies in Higher Education*, vol 18, nº 3, 1993.
- [24] CHICKERING, A.W. Y GAMSON, Z.F. Seven principles for good practice in undergraduate education. *American Association for Higher Education Bulletin*, marzo 1987.
- [25] SANCHO, J.; RICO, T. Y ARRUGAETA, J.J. Técnicas de enseñanza para mejorar la motivación de los estudiantes de ingeniería. XV CUIEET, Gijón, 2006.
- [26] DEL CANTO, P.; GALLEGO, I.; LÓPEZ, J.M.; MORA, J.; REYES, A.; RODRÍGUEZ, E.; SANJEEVAN, K.; SANTAMARÍA, E. y VALERO, M. Conflictos en el trabajo en grupo: cuatro casos habituales. *Revista de formación e innovación educativa universitaria (REFIEDU)*, volumen 2, nº 4.
- [27] FELDER, R. The myth of the Superhuman Professor. *J. Engr. Education*, 82 (2), 105-110 (1994).
- [28] DEL CANTO, P.; GALLEGO, I.; LÓPEZ, J.M.; MORA, J.; REYES, A.; RODRÍGUEZ, E.; SANJEEVAN, K.; SANTAMARÍA, E. y VALERO, M. Cómo usamos Moodle en nuestras asignaturas adaptadas al EEES. *IEEE-RITA*, vol. 5, núm 3, ago. 2010.
- [29] FELDER, Richard M. y BRENT, Rebecca. Cooperative learning in technical courses: Procedures, pitfalls, and payoffs. ERIC, Document Reproduction Service Report ED 377038 (1994).
- [30] MATEO, J. y MARTÍNEZ, F. La evaluación alternativa de los aprendizajes. 1995. Barcelona: ICE de la Universidad de Barcelona.
- [31] CANO (2005), E. Com millorar les competencies dels docents. Barcelona: Graó.
- [32] ZABALZA, M.A. Evaluación de los aprendizajes en la Universidad. En A. García Varcércel, *Didáctica Universitaria*. Madrid: La Muralla. 2001.
- [33] GIBBS, G. Uso estratégico de la educación en el aprendizaje. En Brown, S. y Glasner, A. (Ed.) *Evaluar en la Universidad. Problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea, S.A. 2003.
- [34] GIL, Consolación; GIL, M^a Dolores et al. Aprendizaje cooperativo, evaluación y tics: E-portafolio de equipo. En *Actas de la Novena Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo y 2ª Jornada sobre Innovación Docente*. Almería. 2009, pág 219-228
- [35] “El aprendizaje cooperativo informal”, en <http://alephmovement.tripod.com/id22.html> (procedente de JONSON, D. y JONHSON, R. “Aprender juntos y solos”, AIQUE, 1999)
- [36] “Lecturing with Informal Cooperative Learning Groups”, en <http://clte.asu.edu/active/smith.htm>

- (procedente de JONHSON, D., JONHSON, R. y SMITH, K. "Active Learning: Cooperation in the College Classroom", Edina MN: Interaction Book-Company, 1998)
- [37] BARÀ, J. y DOMINGO, J. Taller de formación: "Técnicas de aprendizaje cooperativo", en www.uam.es/calidad/documentos/cursoEPS.pdf
- [38] BARÀ, J. y DOMINGO, J. "La clase expositiva cooperativa", en www.tecn.upf.es/~fmiralles/referencias/Clase_Expositiva_Cooperativa.pdf
- [39] DOMINGO, J. y GUERRERO, J.M. "La naturaleza de los ejercicios en el aprendizaje cooperativo", Tercera Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo, Universitat Politècnica de Catalunya, en http://giac.upc.es/material_interes
- [40] VALERO-GARCÍA, M., "El método RiVeg: Resolución individual y Verificación en grupo", Primera Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo, Universitat Politècnica de Catalunya, en http://giac.upc.es/material_interes
- [41] VIVARACHO, C.E., SIMÓN, M.A. y PRIETO, O.J. Ampliación de una experiencia de AC a varios grupos de primero y con aulas masificadas, V Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo, Bilbao 2005, en <http://www.greidi.uva.es/docum.html>
- [42] MICHAELSON, R. "Assessing Group Work". ed. Briefing paper for LTSN-BEST. <http://www.business.heacademy.ac.uk/publications/misc/briefing/groupwork/assessing%20group%20work%20-%20michaelson.pdf>.
- [43] MARIN-GARCIA, J. A. Trabajo En Equipo De Los Alumnos Universitarios. Universidad Politècnica de Valencia. <http://158.42.200.201/mood/coninvitados/moodle/course/view.php?id=4>
- [44] JENKINS, H. y LACKEY, L. W. "Preparing Engineering Students for Working in Teams Through Senior Design Projects". *IEEE International Professional Communication Conference Proceedings*, 2005.
- [45] BACON, D. R.; STEWART, K. A. y SILVER, W. S. "Lessons From the Best and Worst Student Team Experiences: How a Teacher Can Make the Difference". *Journal of Management Education*. Vol. 23, No. 5, 1999, pp. 467-488.
- [46] NORTHWOOD, M. D., NORTHWOOD, D. O., NORTHWOOD, M. G. "Problem Based Learning (PBL): From the Health Sciences to Engineering to Value-Added in the workplace". *Global Journal of Engineering Education*. Vol. 7, No. 2, 2003, pp.157-164
- [47] RUGARCIA, A.; FELDER, R. M.; WOODS, D. D. y STICE, J. E. "The Future of Engineering Education. A Vision for a New Century". *Chemical Engineering Education*. Vol. 34, No. 1, 2000, pp. 16-25.
- [48] MOHD, K. "Inducting First Year Engineering Students into Problem-Based Learning". *International Problem-Based Learning Symposium*. Singapore, 2007. www.rp.sg/symposium.
- [49] BLOSSER, P. E.; "Using Cooperative Learning in Science Education". *Educational REALMS*. 1992, <http://www.stemworks.org/Bulletins/SEB92-1.html>
- [50] MENÉNDEZ, J.M. Aprendizaje por proyectos: la experiencia en la Universidad de Castilla-La Mancha. Actas del I Encuentro Internacional de Enseñanza de la Ingeniería Civil. Universidad de Castilla-La Mancha. CD-Rom. Ciudad Real: Universidad de Castilla la Mancha. 2003.
- [51] BENITO, A.; CRUZ, A. Nuevas claves para la Docencia Universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid: Ed. Narcea, 2005.

- [52] TIPPELT, R.; LINDEMANN, H. El Método de Proyectos. El Salvador, München, Berlín. APREMAT, Unión Europea, Ministerio de Educación de El Salvador.
<http://www.halinco.de/html/doces/Met-proy-APREMAT092001.pdf>., 2001.
- [53] ENGINEERING CASE LIBRARY (ECL), (2005). Case Studies can fill a critical need in environmental engineering education. *J. Environ. Eng.*, 131 (8), 1121.
- [54] WATKINS, D. Case for Case Studies in Water Resources Planning and Management Education. *J. Water Resour. Plng. and Mgmt.*, Vol. 133, No. 2, 2007, pp. 93-94.
- [55] GIL, M^a Dolores; BAÑOS, Raúl; ALÍAS, Antonio; GIL, Francisco. Trabajo cooperativo en el centro y en el aula. En JAC-07, 7^a Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo.
- [56] HARGREAVES, A. "La modificación de las culturas de trabajo de *la enseñanza*". *Kikirikí Cooperación Educativa*, n^o. 35, diciembre 94-febrero 95, pp. 49-61. 1995
- [57] HARGREAVES, A. Profesorado, cultura y postmodernidad. (Cambian los tiempos, cambia el profesorado). *Madrid. Morata*. 1996.
- [58] ARMELIN, Elaine; IRIBARREN, José Ignacio. Puzzle-Pro: aplicación de la técnica en clases de problemas. En JAC-07, 7^a Jornada de Aprendizaje Cooperativo.
- [59] DOMINGO, Joan; MARTÍNEZ, Herminio; GIRALDO, Beatriz; ALMAJANO, M^a Pilar. El Falso Puzzle. En 9^a Jornada de Aprendizaje Cooperativo, Almería, 2009.
- [60] KENNEDY, Declan; HYLAND, Aine y RYAN, Norma (2006). Writing and using learning outcomes: a practical guide. En *Bologna Handbook. Número 2*. Documento C 3,4-1.
- [61] SANCHO, J.; GÓMEZ DE BALUGERA, Z.; ARRUGAETA, J.J.; RAMOS, J.A.; RÍO, R.M.; CAMARERO, L.M. (2008) Estudio de investigación de las competencias demandadas y del perfil profesional requerido a los titulados de la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz. Vitoria-Gasteiz: Escuela Universitaria de Ingeniería.
- [62] SHARAN, Yael y SHARAN, Shlomo. El desarrollo del aprendizaje cooperativo a través de la investigación en grupo. Publicaciones M.C.E.P. Sevilla. 2004.
- [63] PIAGET, J. (1973) To understand is to invent: The future of education. New York: Grossman.
- [64] ARENDT, H. (1958). The human condition. Chicago: University of Chicago Press.
- [65] GRAVES, N. y GRAVES, T. (1990). What is cooperative learning? Tips for teachers and trainers. (2nd ed.). Santa Cruz: Cooperative College of California.
- [66] Cooperative Learning: Effective Teamwork for Engineering Classrooms. Disponible en: <http://fie-conference.org/fie95/2b5/2b54/2b54.htm>
- [67] SANCHO, J.; GÓMEZ DE BALUGERA, z.; ARRUGAETA, J.J.; RAMOS, J.A.; CALVO, M.; CAMARERO, L.M.; RÍO, R.M. (2008) ¿Qué competencias se demandan de los titulados en ingeniería? J. V Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria. Valencia, 29-31 de octubre (en DVD).

- [68] Informe sobre demandas de la sociedad sobre competencias del alumnado egresado. <http://gizartekontseilua.com/2007/12/19/informe-sobre-demandas-de-la-sociedad-sobre-competencias-del-alumnado-egresado/>.
- [69] TRANSIERRA, Federico (2007). La importancia del trabajo en equipo en las empresas. 15º Congreso Universitario de Innovación educativa en las enseñanzas técnicas. Valladolid. 18-20 de julio.
- [70] CAMIÑA, C. y BALLESTER, E. ¿Aprendes o examinas?: evaluación de competencias versus evaluación de conocimientos. Actas del XVI CUIEET, Cádiz, septiembre 2008.
- [71] CONTRERAS, E. (1990) *El profesor universitario y la evaluación de los alumnos*. ICE de la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- [72] PÉREZ, A.; SERRANO, J.; PEÑARROCHA, I y PEREZ, E. Un sistema para la evaluación del aprendizaje basado en proyectos. Actas del XVI CUIEET, Cádiz, septiembre 2008.
- [73] JOHNSON, D.W., JOHNSON, R. y SMITHE, K.A. (1998). Cooperative learning returns to College. What evidence is there that it works? *Change*, 30 (4), 27-35.
- [74] PANITZ, T. y PANITZ, P. Encouraging the use of collaborative learning in higher education. <http://home.capecod.net/~tpanitz/tedsarticles/encouragingcl.htm>.
- [75] Mario de Miguel Díaz (dir). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Universidad de Oviedo. 2006. En <http://www.mec.es/univ/proyectos2005/EA2005-0118.pdf>
- [76] GRUPO DE INTERÉS EN APRENDIZAJE COOPERATIVO. <http://giac.upc.es>.
- [77] Buck Institute for Education and Boise State University. *Project Based learning*. <http://pbl-online.org/>
- [78] GALEANA DE LA O., L. (2006) Aprendizaje Basado en Proyectos. Revista electrónica Ceupromed. <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- [79] Australian Universities Development Centre, Victoria University of Wellington. Group work and group assessment. (2004). <http://www.utdc.vuw.ac.nz/resources/guidelines/GroupWork.pdf>
- [80] Australian Universities Teaching Committee. Assessing learning in Australian Universities: Assessing Group Work. <http://www.cshe.unimelb.edu.au/assessinglearning/docs/Group.pdf>
- [81] Proyecto Tuning. *Approaches to teaching, learning and assessment in competence based degree programmes*, <http://tuning.unideusto.org>
- [82] WOODS, D.R. (1994) Problem-based learning: how to gain the most from PB. McMaster University.
- [83] MARKHAM, T. (2003) Problem-based learning hand-book. Buck IFE.
- [84] BRINCK, T. Groupware. (1998) <http://usabilityfirst.com/groupware/intro.txt>
- [85] Página web sobre el puzzle <http://www.jigsaw.org/overview.htm>
<http://www.youtube.com/watch?v=7aQGwnQwt5s>
- [86] JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T y SMITH, K.A. Cooperative learning: increasing College Faculty Instructional Productivity. Vol 20, nº 4. ASHE-ERIC Higher Education Reports. <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED343465.pdf>
- [87] The Aalborg experiment. Experiencia de la Universidad de Aalborg sobre ABPy, disponible en línea en <http://adm.aau.dk/fak-tekn/aalborg/engelsk/>
- [88] Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom* (2nd ed.). New York: Longman.

- [89] ARONSON, E.; BLANEY, N.; SIKES, J.; STEPHAN, G. y SNAPP, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Beverly Hills CA: Sage Publication.
- [90] Video del alumno desconocido por el profesor <http://www.youtube.com/watch?v=7aQGwnQwt5s>.
- [91] Problemas numéricos asociados a la ética en ingeniería. En <http://ethics.tamu.edu/nsfcases/>
- [92] Ética en ingeniería. http://wadsworth.com/philosophy_d/templates/student_resources/0534605796_harris/cases/Cases.htm
- [93] Más casos de ética en ingeniería <http://temp.onlineethics.org/eng/cases.html>
- [94] Aprendizaje a partir de los desastres. <http://www.matscieng.sunysb.edu/disaster/>
- [95] VALERO, M. Las dificultades que tienes cuando haces PBL. En http://epsc.upc.edu/projectes/usuarios/miguel.valero/materiales/docencia/articulos/dificultades_PBL.pdf
- [94] BERNABEU TAMAYO, M.D. (2009) *Estudio sobre innovación educativa en universidades catalanas mediante el aprendizaje basado en problemas y en proyectos. Tesis doctoral dirigida por la doctora Marina Tomás Folch*. Disponible en <http://tdx.cat/bitstream/handle/10803/5062/dbt1de1.pdf?sequence=1>
- [95] NAVARRO, J.J. Y VALERO, M. Taller de aprendizaje basado en proyectos. Disponible en https://xweb.fi.upm.es/webfi/docs/estructura/direccion/507_Documentacion%20PBL%20UPM%202007.pdf
- [96] Active/Cooperative learning. Best practices in engineering education. En <http://clte.asu.edu/active/main.htm>
- [97] Página web de Richard Felder. http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Education_Papers.html
- [98] PRIETO NAVARRO, Leonor (2006). El aprendizaje activo en el aula universitaria. El caso del aprendizaje basado en problemas. En *Miscelánea Comillas*, vol. 64, núm. 124, 173-196. Disponible en internet.
- [99] Modelos de rúbricas: <http://pbl-online.org/PlanTheAssessment/assessmentForms/oralPresentation1.htm>
<http://chemeng.mcmaster.ca/pbl/PBL.HTM>
- [100] Aplicación a mecánica de fluidos <http://clte.asu.edu/active/lesscontjigsaw.htm>
- [101] Mal ejemplo de la universidad de zaragoza: http://www.unizar.es/icee04/electricidad/temas/T0/T0_Asignatura_present.pdf
- [102] FERRIS, T.J. y AZIZ, S.M. A psychomotor skills extension to Bloom's Taxonomy of educational objectives for engineering education. En *Exploring Innovation in education and research*. Taiwan, marzo 2005.

ANEXOS.

ANEXO 1. PROGRAMA DOCENTIAZ

1.1. OBJETIVOS.

- Reconocer públicamente las prácticas docentes que impulsen la mejora, la calidad y la equidad.
- Aportar indicadores y evidencias que podrían constituir la base para la evaluación de la docencia en el proceso de obtención de complementos B-s y A-s.
- Incorporar la valoración obtenida como criterio para la contratación del personal docente por parte de la UPV/EHU.
- Establecer, a partir de los resultados obtenidos, acciones de formación para el profesorado novel, para la actualización pedagógica en temas concretos.....
- Estimular la cultura de trabajo innovador y colaborativo como forma de desarrollo profesional, institucional y territorial.

El Plan Estratégico de la UPV/EHU 2007-2011 incide en la necesidad de aumentar la calidad de las enseñanzas impartidas y de mejorar los resultados académicos del alumnado, para lo cual uno de los elementos claves es la formación del profesorado.

El programa DOCENTIAZ es un proceso de evaluación de la actividad docente de carácter interno. Pretende crear las condiciones para que los docentes reflexionen sobre las prácticas docentes, las expliciten y sistematicen, y sean valoradas.

Fase experimental hasta 2012.

Detalles interesantes:

- Práctica entendida como la acción/reflexión/acción dentro y fuera del aula
- Docencia no como acto individual sino colectivo: cooperación.

¿Qué se entiende por buenas prácticas docentes?

- Los dos elementos constitutivos de una práctica son la acción y la reflexión.
- La docencia es un acto colectivo, nunca individual. Imprescindible el trabajo cooperativo entre sus miembros.
- La enseñanza es un concepto ligado al aprendizaje. Importante: acciones encaminadas a reconocer las necesidades formativas, la motivación implicación, interacción con los estudiantes.

1.2. INDICADORES Y PESOS DEL PROGRAMA DOCENTIAZ.

(La numeración a continuación corresponde a los distintos apartados, tal como aparecen en el programa Docentiaz).

0.1. Encargo docente: Diversidad de asignaturas, primer curso, másteres y doctorado, dedicación docente real.

1.1.1. Planificación de asignaturas: calidad del plan docente, coherencia interna, articulación entre competencias, tareas y sistemas de evaluación, sentido pedagógico de la propuesta, argumentando el porqué y el para qué de las decisiones adoptadas. 10%

1.1.2. Coordinación con otras actuaciones docentes: Coordinador de curso, de grado, máster, doctorado, participación en coordinación de equipos docentes (asignatura, grupo, idioma, titulación...). 10%.

2.1.1 Actividades de enseñanza-aprendizaje realizadas: metodología con ética y creatividad: uso de estrategias para contextualizar el plan docente, motivación, trabajo con los conocimientos previos científicos... Utilización de los métodos necesarios, planteamiento de interrogantes y fomento de la reflexión. Uso de distintas metodologías de trabajo con una intencionalidad clara. Planteamiento de situaciones en las que entran en juego las dimensiones éticas, mejora ambiental, igualdad de género, derechos humanos... Impulso de la interacción multidireccional con el alumnado, fomento de la reflexión y responsabilidad del alumnado, adecuación de los métodos de evaluación a la adquisición de conocimientos y competencias. 28%.

2.1.2. Materiales y recursos para la docencia. Elaboración de material docente, preferentemente de forma cooperativa, con especial atención al euskera. 12%.

3.1.1. Resultados en términos de objetivos formativos. Resultados académicos y su evolución, valoración global de los estudiantes, proyectos fin de carrera, tesis doctorales. 20%.

4.1.1. Participación en cursos de formación para la mejora de la actividad docente. 3%.

4.1.2. Cursos impartidos como formador, ponente en seminarios, jornadas, congresos, cursos, organización de prácticas de campo, prácticas en empresas, extensión universitaria... 5%.

4.2. Participación en proyectos de innovación docente, publicaciones en innovación educativa. 5%.

4.3. Proyección: Estancias en otras universidades, miembro de comisiones de evaluación de la docencia, premios, pertenencia a consejos editoriales. 2%.

4.4. Participación en IBP, en comisiones docentes... 2%.

4.5. Reflexión y análisis de cambio en la docencia. Reflexión sobre la evolución, mejora y proyección de su actuación docente. 3%

Criterios de evaluación:

Adecuación, satisfacción, eficiencia, orientación a la innovación docente, creatividad.

La solicitud de evaluación se realiza para una asignatura.

1.3. FUENTES Y PROCEDIMIENTOS DE INFORMACIÓN.

- Autoinforme del profesor.
- Informe del comité de titulación.
- Encuesta de opinión al alumnado sobre la docencia de su profesorado.

- Información directa de los servicios centrales de la UPV/EHU.

1.3.1. AUTOINFORME DEL PROFESOR.

Pieza clave del programa. Pretende fomentar la REFLEXIÓN Y LA AUTOCRÍTICA para mejorar la docencia. El peso último del autoinforme en el informe final será decisivo.

0. Encargo Docente. En función del número de alumnos por grupo, de si se tienen asignaturas de primer curso, de las condiciones laborales y del número de créditos GAUR, se obtiene un coeficiente entre 0,8 y 1,2 que multiplica el número de puntos obtenido en la evaluación (los profesores de departamentos con holguras se van a ver muy perjudicados en la valoración).

1. Planificación de la docencia.

El plan docente de la asignatura está en consonancia con los objetivos formativos de la titulación y, en concreto, con el desarrollo de competencias para la futura profesión: competencias, métodos y modalidades de enseñanza-aprendizaje, criterios de evaluación, bibliografía.

- Coordinación de curso, de asignatura, participación en procesos de coordinación en la elaboración de planes docente, desarrollo de procedimientos y criterios de evaluación, en grupo, asignatura, curso y titulación. Describir cómo lleva a cabo los procesos de coordinación y trabajo cooperativo.
- #### 2. Desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Indique si analiza el perfil de los estudiantes que integran el grupo: expectativas, motivación, conocimientos previos, al iniciar el proceso de E/A. Describa el procedimiento para conocer las características del grupo de estudiantes.
 - Señale las actividades que su alumnado desarrolla en su proceso de aprendizaje, indicando el % del tiempo que dedica a cada una de ellas: toma apuntes y estudia la materia, lee artículos, libros, resuelve problemas, escribe proyectos e informes, busca información, reflexiona, discute en torno a problemas y casos, expone oralmente y defiende posiciones, proyectos, autoevaluación, otros....
 - Estime el % del tiempo total de trabajo (presencia y no presencial) de su alumnado en gran grupo, grupo medio, grupo pequeño e individual.
 - Indique cómo estimula entre los estudiantes el aprendizaje de las dimensiones éticas del trabajo científico: códigos deontológico, mejora ambiental, igualdad de género, derechos humanos, equidad....
 - Desataque dos de los recursos utilizados en la docencia: TICS, manuales, más relevantes para el aprendizaje de los estudiantes...
 - Comunicación con el alumnado: describa las estrategias para favorecer un clima de comunicación entre y con el alumnado.
 - Señale los sistemas de evaluación utilizados.
 - Explique cómo ayuda a los estudiantes a hacerse conscientes del nivel de adquisición de las competencias de la asignatura y cómo les estimula en la toma de decisiones académicas, profesionales y personales.
 - Materiales y recursos para la docencia: libros, monografías, cuadernos de prácticas, desarrollo en la web... que ha generado para desarrollar su docencia.
- #### 3. Resultados.
- Tasas de éxito y eficiencia de sus alumnos.
 - Proyectos fin de carrera dirigidos, tesis doctorales.

- Valores los resultados académicos de sus alumnos y su evolución en relación con la media del grupo-curso-titulación-área de conocimiento.
4. Desarrollo profesional docente
- Señale las 5 actividades de formación recibida más relevantes y haga una valoración del impacto que ha tenido esta formación en su docencia.
 - 5 actividades de formación impartida.
 - Proyectos de innovación educativa e investigación educativa y publicaciones en los que ha participado.
 - Estancias en otras Universidades, miembro de comisiones de evaluación externa de docencia, premios y distinciones recibidas, miembro de consejos editoriales de revistas...
 - Participación en actividades institucionales para la mejora de la calidad de la docencia universitaria: IBP, asesor/facilitador de comisiones, participación en comisiones docentes de departamento, obtención de menciones y certificados de calidad, programas de intercambio de estudiantes...
 - Reflexión y análisis de cambio en su docencia: Describa los cambios que ha realizado en su docencia como consecuencia de la reflexión sobre el proceso de E/A y su trabajo como docente.
 - Señale las fortalezas y áreas de mejora de su actividad docente.

1.3.2. INFORME DEL COMITÉ DEL CENTRO.

Se pide la valoración de los apartados anteriores en una escala de 1 a 6.

Al final, una valoración global del profesor en una escala de 1 a 6.

1.3.3. INFORME BASADO EN LA “ENCUESTA DE OPINIÓN AL ALUMNADO SOBRE LA DOCENCIA DE SU PROFESORADO”.

1.3.4. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN PARA LA COMISIÓN UNIVERSITARIA DE EVALUACIÓN DOCENTE.

La Evaluación final del docente se obtiene por parte de la comisión universitaria a partir de los tres informes señalados anteriormente.

ANEXO 2. EL JUEGO ESPACIAL DE LA NASA Y UNA ISLA EN EL PACÍFICO SUR

El módulo lunar ha hecho un alunizaje forzoso en la luna. Y tiene usted que volver a la nave espacial que se encuentra a 300 km de distancia del lado iluminado de la Luna. El alunizaje ha averiado totalmente el módulo lunar. La única posibilidad de salvación para su tripulación está en poder llegar a la nave espacial. Del equipo instrumental, sólo 15 aparatos han resultado no dañados. La tarea consiste en ordenar por orden de importancia los objetos siguientes, primero de una manera individual y después en equipos de unas seis personas. Posteriormente se les entregará la respuesta dada por los técnicos de la NASA:

	<i>Mi respuesta</i>	<i>La respuesta del grupo</i>	<i>La respuesta de la NASA</i>	<i>Diferencia entre la NASA y mi respuestas</i>	<i>Diferencia entre la NASA y el grupo</i>
<i>1. Cerillas</i>					
<i>2. Alimentos concentrados</i>					
<i>3. 25 m de soga de nylon</i>					
<i>4. Seda de paracaídas</i>					
<i>5. Aparato portátil de calefacción</i>					
<i>6. Dos pistolas del 45</i>					
<i>7. Leche en polvo</i>					
<i>8. 2 tanques de oxígeno</i>					
<i>9. un atlas del cielo</i>					
<i>10. una canoa autoinflable de salvamento</i>					
<i>11. una brújula</i>					
<i>12. 5 bidones de agua</i>					
<i>13. cohetes de señales</i>					
<i>14. botiquín de urgencia con jeringuillas</i>					
<i>15. receptor/emisor de ultracorta alimentado por energía solar.</i>					
TOTAL	-----	-----	-----		

Reflexión grupal:

- ¿Ha dado mejor resultado la decisión grupal o la individual?
- ¿Ha sido difícil llegar a un consenso dentro del grupo?
- ¿Cómo se ha tomado la decisión grupal?
- ¿Alguien imponía su criterio personal?
- ¿Había conformismo y, para evitar conflictos, se evitaba la discusión?
- ¿Ha habido decisiones por mayoría o por consenso?
- ¿Ha habido negociación y pacto? ¿Cómo se ha hecho?
- ¿Ha habido alguna idea discrepante de la mayoría que después haya resultado realmente más acertada?
- ¿Qué conclusiones podemos sacar de esta actividad para nuestro funcionamiento como grupo?

UNA ISLA EN EL PACÍFICO - SUR

Vuestro grupo efectuaba un crucero por el sur del Océano Pacífico.

A consecuencia de una tempestad, el barco naufragó y sois los únicos supervivientes, náufragos en una isla, lejos de toda línea de navegación.

Un barco pasa cerca de esta isla cada tres meses. Acaba, precisamente de cumplirse esta operación hace una semana.

En esta isla vive una familia de indígenas compuesta por un hombre, sus dos esposas y tres hijos (dos muchachas de 20 y 12 años y un chico de 18 años).

La tierra más próxima se encuentra a 1.650 Km. de distancia.

En la isla hay cabras salvajes, una pareja de pumas, algo de caza, serpientes y pájaros marinos.

Otros de los objetos de los que pueden disponer por el momento son los que el mar ha traído hasta la isla después del naufragio, a saber: una gran caja conteniendo 2 fusiles con municiones, 2 hachas, 1 sierra, 100 m de cable, 2 azadones, 1 pala, 30 m de cable eléctrico, 24 agujas de tricotar.

El mar también ha traído cajas con latas de conservas (6 latas grandes de mermelada, 12 latas pequeñas de espinacas), 1 barril metálico vacío, 8 botellas de aceite, 1 rollo grueso de cuerda alquitranada (28 m), tela (pañó) de 42 m por 1,20 m, 1 saco de yute con 20 pasamontañas, 1 gran red de pesca, 1 Biblia y 2 periódicos.

¿Qué haríais en esta situación? Elaborad un Plan de Acción.

ANEXO 3. RÚBRICAS O MATRICES DE VALORACIÓN A UTILIZAR EN LA ASIGNATURA. (Utilizadas en Ingeniería Fluidomecánica)

Se presentan a continuación los criterios de evaluación de los trabajos realizados en grupo, con objeto de que se utilicen como referencia durante la realización de los mismos.

ANEXO 3.1. CRITERIOS PARA EVALUAR LOS INFORMES ASOCIADOS AL PROYECTO Y EL INFORME DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

Aspectos a valorar	
Estructura del documento (10%)	Dispone de todos los apartados siguientes: Título, introducción y objetivos, explicación del trabajo realizado (procedimiento de trabajo), medidas efectuadas, cálculos, resultados, conclusiones y bibliografía utilizada. En la portada aparece el nombre completo de los componentes del grupo, fecha, asignatura, cuatrimestre, título del trabajo. Hay coherencia en el conjunto. El planteamiento es bueno, no se me ocurren muchas mejoras.
Dimensión (10%)	El trabajo ocupa el número de páginas necesario para entenderse. La extensión y profundidad del trabajo son muy altas teniendo en cuenta el tiempo disponible
Aspecto, ortografía y gramática (10%)	El documento no tiene faltas de ortografía y usa un lenguaje sencillo que se entiende perfectamente. Se ve esmerado, tiene un aspecto agradable, los gráficos, hojas, fuentes, tablas, etc. tienen sentido, están numerados, y ayudan a entender el hilo argumental del trabajo. Las secciones están bien marcadas, se hace agradable de leer. Buen gusto estético. Se nota que se lo han tomado en serio.
Introducción y objetivos (10%)	Se indica claramente qué se pretende con la realización del informe.
Explicación del trabajo realizado (15%)	Se expone de forma clara, ordenada y concisa el procedimiento seguido durante la realización del trabajo o práctica, haciendo uso de esquemas y figuras. Los distintos apartados siguen un orden lógico y están numerados.
Contenido (30%)	Cada parte se trata con mucha atención, eligiendo las palabras, imágenes, gráficos, de manera que los diferentes apartados se comprenden claramente y dan al lector una idea suficiente del tema. No hay partes copiadas sin elaborar. Suministra información completa, precisa y relevante. Con esta explicación, creo que no tendría dificultad en realizar yo mismo el proyecto, sin tener que hacer muchas preguntas al grupo que lo ha realizado. Se realizan todos los cálculos necesarios de una manera correcta, indicando los resultados (tablas, gráficas, ...) de forma que se pueden interpretar satisfactoriamente (buena selección de escalas, tamaño correcto, unidades...). En el caso del proyecto, se ha realizado satisfactoriamente el diseño de la instalación y todos los cálculos requeridos en el enunciado.
Análisis de resultados y conclusiones (15%)	Las conclusiones son coherentes con los resultados obtenidos y tienen una relación directa con los objetivos señalados. Demuestra una clara comprensión de las reglas, definiciones, leyes, conceptos, teorías y principios del objeto bajo estudio. Se evidencian las relaciones existentes entre ideas, datos o fenómenos. Se utiliza un análisis propio para explicar las conclusiones.

Como se aprecia en la tabla anterior, se otorga un 30% de la nota al formato (los tres primeros apartados) y un 70% al contenido propiamente dicho del trabajo. Antes de dar una nota final (suma de los valores parciales) conviene realizar una valoración de conjunto de la impresión que produce, para ajustar la suma de las puntuaciones en los diferentes apartados a un valor razonable teniendo en cuenta el trabajo en su conjunto.

ANEXO 3.2. CRITERIOS PARA EVALUAR LA PRESENTACIÓN ORAL DEL PROYECTO.

Organización, desarrollo y vocabulario (20%)	La introducción indica los objetivos y capta la atención de la audiencia. Se plantean, además, la introducción, el desarrollo y las conclusiones del trabajo. El desarrollo es claro, bien estructurado y cuenta con apoyos detallados (tablas, gráficas, imágenes adecuadas y de buena calidad). Las conclusiones indican con detalle los puntos más importantes. El vocabulario específico es rico. La cantidad de información es apropiada para el tiempo disponible. Se ajusta al tiempo total disponible. El ponente expone las ideas a un ritmo adecuado.
Contenido (50%)	La información es completa y bien apoyada en detalles. El incremento de conocimiento que se produce en la audiencia es significativo. El ponente domina ampliamente el tema. Aplica la información, ofrece ejemplos. Sigue una estructura definida, clara y bien detallada, dando la importancia adecuada a cada parte. Las ideas siguen un orden coherente y están bien encadenadas.
Diseño de la presentación (15%)	La presentación es creativa. El diseño de las diapositivas es interesante. Éstas aportan la información justa y suficiente. Ayudan claramente a realizar la presentación e informan a la audiencia, son apropiadas al tema y la integración es adecuada. Las transiciones de una parte a otra son lógicas. El fondo, tamaño de letra, negritas y los colores utilizados facilitaron la lectura del texto. La presentación es creativa.
Dominio del escenario (15%)	Se muestra seguridad por parte del ponente, las expresiones faciales y el lenguaje corporal generan interés en el tema. Se mira al público, se establece contacto visual con todos durante la presentación. El volumen de voz es adecuado, buena vocalización, entonación adecuada, matizada, seduce, buena postura y relajación del ponente. Se responde de forma natural a las preguntas de los compañeros, dando sensación de conocimiento del tema, argumentando de modo racional y ajustándose a la pregunta realizada. No lee de un papel.

Como en el caso de la memoria, es necesario un ajuste final, en función de la impresión global de la presentación, de la suma de valoraciones parciales, a la nota final de la presentación en su conjunto. En las presentaciones de los distintos trabajos propuestos, cada grupo deberá dar una valoración razonada de las presentaciones de los demás grupos.

ANEXO 3.3. CRITERIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL TRABAJO EN EQUIPO DESEMPEÑADO (documento de revisión del funcionamiento del grupo).

Planificación y reparto de tareas (30%)	Todas las tareas repartidas son concretas y apropiadas al tiempo programado. Todos los miembros del grupo hacen los deberes requeridos en el tiempo establecido. Existe un reparto equitativo de labores entre los miembros del grupo. Las actividades están perfectamente relacionadas. Definición clara de roles dentro del grupo. Reparto de liderazgo entre todos los miembros del grupo. Se han establecido procedimientos para asegurarse que todos los miembros del grupo son capaces de explicar todos los apartados del proyecto. El tiempo dedicado al proyecto se ha adaptado al estipulado.
Actas de las reuniones (40%)	El número de reuniones ha sido apropiado. Todos los miembros del grupo acuden puntualmente a las reuniones. Las actas son concretas y detalladas. La gestión del tiempo ha sido adecuada. Aparecen en ellas los asistentes, las discusiones, los acuerdos tomados, y los responsables de las distintas acciones a realizar. Las reuniones están preparadas. Las actas se han enviado a los componentes del grupo dentro de los dos días siguientes a la reunión.
Funcionamiento del grupo (30%)	El grupo ha trabajado bien. Todos los miembros del grupo han asistido a todas las reuniones puntualmente. Se han establecido reglas de funcionamiento. Se ha generado confianza entre los miembros del grupo. Ha existido flexibilidad, tolerancia, empatía, honradez, franqueza, una actitud respetuosa, responsabilidad, espíritu de crítica constructiva, capacidad de escucha, espíritu conciliador. Se ha reflexionado sobre el funcionamiento del grupo. Ha habido apoyo mutuo entre compañeros, coordinación, complementariedad, comunicación, compromiso. Se han cumplido los plazos en la realización de las distintas tareas. El grupo está motivado para trabajar. Los conflictos se resuelven sin problemas. El grupo es capaz de ajustar el plan de trabajo inicial para adaptarse a las nuevas tareas requeridas según va avanzando el proyecto.

La calidad del trabajo en equipo se evaluará mediante:

La elaboración, por parte del grupo, de un documento de revisión del funcionamiento del grupo, en el que se explique cómo ha sido su trabajo en función de los criterios señalados en la matriz anterior, y en el que el grupo se autoevaluará dándose una calificación global en cada uno de los tres criterios señalados.

- La impresión del profesor, recogida a través de tutorías grupales realizadas, de interés especial para la valoración del funcionamiento del grupo.
- La aportación de toda la documentación generada relacionada con el trabajo del grupo: actas, material auxiliar, reglas de funcionamiento...
- La calidad del documento de diseño del proyecto.
- El anexo 4, que se utilizará para la calificación individual, junto con los apartados anteriores.
- La autoevaluación realizada por cada miembro del equipo mediante la parte del anexo 5 correspondiente al trabajo en equipo.

ANEXO 3.4. CRITERIOS PARA EVALUAR LOS ENTREGABLES DE LAS TAREAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

Formato (30 %)	En la portada aparece el nombre de los componentes del grupo, la asignatura, el número y el enunciado de la tarea, la fecha. Se explica el procedimiento utilizado en la resolución del problema, utilizando el lenguaje propio de la asignatura. La resolución de todos los problemas incluye explicaciones para facilitar la lectura y comprensión. Se justifica la hipótesis de partida, la utilización de las distintas ecuaciones, se indica el procedimiento de obtención (tablas, diagramas...) de las constantes y parámetros experimentales que intervienen. No hay faltas de ortografía y se usa un lenguaje sencillo que se entiende perfectamente. Buen gusto estético. Se hace agradable de leer. Están señalados los distintos apartados.
Contenido (70 %)	Los datos están correctamente identificados y determinado su significado. Se van realizando todos los pasos necesarios para la resolución del problema de una manera coherente, indicando las unidades de todas las variables utilizadas y los cálculos se realizan de una manera correcta, sin errores. La solución de los problemas está obtenida con exactitud, y se analiza su viabilidad. No salen resultados incoherentes. La presentación de los resultados es adecuada. Se ha elegido el método más eficiente para obtener los resultados a partir de los datos dados.
Criterios específicos para la tarea 10: ética profesional (50 %. En este caso, la suma de los dos apartados anteriores es del 50 %)	Están planteadas las distintas opciones de actuación para cada una de las situaciones planteadas. Está claramente justificada la solución adoptada en todos los diversos problemas éticos planteados. Existe una coherencia entre las respuestas a todas las preguntas relacionadas con la ética en ingeniería.

Grupo:

Alumno:

ANEXO 4. FICHA DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS METODOLÓGICAS DE TRABAJO EN GRUPO.

Instrucciones: Se te pide que reflexiones sobre tu comportamiento y el de los miembros del grupo durante el trabajo de grupo. Indica la valoración que haces según el esquema siguiente:

- 1 = Nada
- 2 = Escasamente
- 3 = Algo
- 4 = Mucho
- 5 = Totalmente

					YO	
1	Asiste regular y puntualmente a las reuniones del grupo.					
2	Realiza las tareas asignadas en los plazos previstos.					
3	Se puede considerar que el trabajo realizado por él/ella es de calidad: se nota que ha dedicado el tiempo suficiente para prepararlo y que los cálculos y los desarrollos teóricos están bien trabajados.					
4	Colabora en la planificación del trabajo, en la distribución de las tareas y en el logro de los objetivos.					
5	Propone sugerencias y soluciones para la realización del trabajo.					
6	Cumple con las normas y se adapta a los cambios del equipo					
7	Demuestra habilidad para manejar las relaciones entre los miembros del grupo.					
8	Trata con respeto y amabilidad a sus compañeros					
9	Escucha y habla proporcionadamente. Está dispuesto a escuchar las opiniones de sus compañeros de equipo.					
10	Está receptivo a aceptar críticas y sugerencias de los miembros del equipo					
11	Promueve la cooperación, participación e integración entre los miembros del equipo.					
12	Sabría responder adecuadamente del trabajo realizado o resolver un problema parecido.					
13	Facilita la gestión positiva de las diferencias y desacuerdos.					
14	Desarrolla eficazmente los roles que se le han ido asignando para cada tarea.					
15	Señala cuál de los roles (coordinador, secretario, controlador y revisor) lo ha desempeñado con una mayor calidad					
16	Señala el porcentaje de la nota del proyecto que crees que se merece en función del trabajo realizado, asistencia a clase y a las reuniones, actitud, etc. (la suma total debe ser 100)					
17	Se podría contribuir a la mejora del funcionamiento del grupo si (2 propuestas como máximo):					

ANEXO 5: COEVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN ORAL DEL PROYECTO (Utilizada en Máquinas Hidráulicas).

NOMBRE Y APELLIDOS:

EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN ORAL DEL PROYECTO DE DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE BOMBEO (ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA IMPLANTACIÓN DE UN PARQUE EÓLICO).

Te pido que valores, en una escala de 1 a 10, la exposición de cada uno de los grupos, atendiendo a los criterios que a continuación se presentan:

Organización, desarrollo y vocabulario (20%): La introducción indica los objetivos y capta la atención de la audiencia. Se plantean, además, la introducción, el desarrollo y las conclusiones del trabajo. El desarrollo es claro, bien estructurado y cuenta con apoyos detallados (tablas, gráficas, imágenes adecuadas y de buena calidad). Las conclusiones indican con detalle los puntos más importantes. El vocabulario específico es rico. La cantidad de información es apropiada para el tiempo disponible. Se ajusta al tiempo total disponible.

Contenido (50%): La información es completa y bien apoyada en detalles. El incremento de conocimiento que se produce en la audiencia es significativo. El ponente domina ampliamente el tema. Aplica la información, ofrece ejemplos. Sigue una estructura definida, clara y bien detallada, dando la importancia adecuada a cada parte. Las ideas siguen un orden coherente y están bien encadenadas.

Diseño de la presentación (15%): La presentación es creativa. El diseño de las diapositivas es interesante. Éstas aportan la información justa y suficiente. Ayudan claramente a realizar la presentación e informan a la audiencia, son apropiadas al tema y la integración es adecuada. Las transiciones de una parte a otra son lógicas. El fondo, tamaño de letra, negritas y los colores utilizados facilitaron la lectura del texto. La presentación es creativa.

Dominio del escenario (15%): Se muestra seguridad por parte del ponente, las expresiones faciales y el lenguaje corporal generan interés en el tema. Se mira al público, se establece contacto visual con todos durante la presentación. El volumen de voz es adecuado, buena vocalización, entonación adecuada, matizada, seduce, buena postura y relajación del ponente. Se responde de forma natural a las preguntas de los compañeros, dando sensación de conocimiento del tema, argumentando de modo racional y ajustándose a la pregunta realizada.

Grupo	Nota global	Justificación
1		
2		
3		

--	--	--

VALORACIÓN DEL TRABAJO DENTRO DE TU GRUPO

Valora ahora, dentro de tu grupo, tu porcentaje de participación en cuanto a la elaboración del trabajo y la presentación: %

Valora también la nota que darías a tu trabajo en una escala de 1 a 10, en cuanto a:

- El trabajo como tal:
- La presentación:
- El trabajo en equipo realizado, teniendo en cuenta la planificación y el reparto de tareas, las actas de las reuniones y el funcionamiento del grupo:

Justificación de las puntuaciones dadas

Valora el número de horas dedicado para realizar el trabajo:

- Trabajo personal:
- Trabajo en el grupo:

Grupo:**ANEXO 6. DOCUMENTO DE REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO. A REALIZAR EN GRUPO.**

Nombre de los componentes del equipo:

Valora de 1 a 5 las siguientes cuestiones relativas al funcionamiento del grupo (5 = totalmente de acuerdo):

Planificación y reparto de las tareas	Criterio	Nota
	Todas las tareas repartidas han sido concretas y apropiadas al tiempo programado.	
	Todos los miembros del grupo han hecho los deberes requeridos en el tiempo establecido.	
	Ha existido un reparto equitativo de labores entre los miembros del grupo.	
	Ha habido una definición clara de roles dentro del grupo y dichos roles han variado para cada tarea.	
	Ha habido un reparto de liderazgo entre todos los miembros del grupo.	
	Se han establecido procedimientos para asegurarse que todos los miembros del grupo son capaces de explicar todos los apartados del proyecto.	
	El tiempo dedicado al proyecto se ha adaptado al estipulado.	
Actas de las reuniones		
	El número de reuniones ha sido apropiado.	
	Las actas han sido concretas y detalladas.	
	La gestión del tiempo ha sido adecuada.	
	Han aparecido en ellas los asistentes, las discusiones, los acuerdos tomados, y los responsables de las distintas acciones a realizar.	
	Las reuniones han estado preparadas.	
	Las actas se han enviado a los componentes del grupo dentro de los dos días siguientes a la reunión.	
Funcionamiento del grupo		
	El grupo ha trabajado bien.	
	Todos los miembros del grupo han asistido a todas las reuniones puntualmente.	
	Se han establecido reglas de funcionamiento.	
	Se ha generado confianza entre los miembros del grupo.	
	Ha existido flexibilidad, tolerancia, empatía, honradez, franqueza, una actitud respetuosa, responsabilidad, espíritu de crítica constructiva, capacidad de escucha, espíritu conciliador.	
	Se ha reflexionado sobre el funcionamiento del grupo.	
	Ha habido apoyo mutuo entre compañeros, coordinación, complementariedad, comunicación, compromiso.	
	Se han cumplido los plazos en la realización de las distintas tareas.	
	El grupo ha estado motivado para trabajar.	
	Los conflictos se han resuelto sin problemas.	

	El grupo ha sido capaz de ajustar el plan de trabajo inicial para adaptarse a las nuevas tareas requeridas según ha ido avanzando el proyecto.	
NOTA GLOBAL	Señalad aquí la nota global que os pondríais atendiendo a la calidad del trabajo en equipo realizado.	

Explicad ahora, de una manera libre, cómo ha sido el funcionamiento de vuestro grupo.

Por último, indicad cómo podría haberse mejorado el trabajo:

ANEXO 7. MODELO DE ACTA DE REUNIONES DE GRUPO.

Asignatura:

Escrita por:

Reunión :
Fecha:
Lugar:
Hora:

Asistentes:

Orden del Día:
-
-

Decisiones Adoptadas

El método utilizado para asegurarnos que todos sabemos hacer la tarea es el siguiente:

Compromisos	Responsable	Fecha

Desarrollo de la reunión

ANEXO 8. MODELO DE ACTA DE CONSTITUCIÓN DE GRUPO.

Asignatura:

Escrita por:

Reunión :
Fecha:
Lugar:
Hora:

Asistentes:

Orden del Día:

- Establecimiento de las expectativas del grupo con respecto a la asignatura
- Establecimiento de las reglas de funcionamiento del grupo

Fotografía

Expectativas

Reglas de funcionamiento

ANEXO 9. ENCUESTA INICIAL INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA

INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA. ENCUESTA INICIAL. Curso 2010/11

Señala las habilidades, competencias y conocimientos que crees tener en una escala de 1 (nivel muy bajo de conocimientos o de competencia), 2 (poco), 3 (medio), 4 (alto) a 5 (nivel muy alto de conocimientos o de competencia).

COMPETENCIAS, HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS	Nivel de adquisición	Asignaturas en las que has trabajado la competencia
Creatividad		
Análisis y solución de problemas		
Habilidades para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas		
Capacidad para aprender por mí mismo		
Flexibilidad y tolerancia		
Organizar/gestionar el tiempo y planificar las estrategias		
Planear, conducir y practicar negociaciones		
Capacidad de comunicación oral, gráfica y por escrito, técnicas de comunicación		
Realización de presentaciones orales		
Capacidad de argumentación		
Utilizar técnicas de trabajo en equipo		
Dominio del inglés (indica el nivel de 1 a 5, siendo 5 el equivalente a Fluency y 3 a First)		
Dominio de otro idioma extranjero (idem al anterior, señala el idioma)		
Identificar el impacto ambiental de la labor del ingeniero		
Identificar la responsabilidad ética y profesional del ingeniero		
Analizar, interpretar y sintetizar un Proyecto Técnico de una instalación o máquina mecánica		
Conocimiento de lo que es el Aprendizaje Cooperativo		
Manejar plataformas informáticas tales como Moodle o Ekasi		
Control del tiempo dedicado a las tareas de cada asignatura		

Señala las expectativas que tienes con respecto a la asignatura de Ingeniería Fluidomecánica.

Indica qué te parece el planteamiento de la asignatura. ¿Qué puntos fuertes y débiles encuentras en la propuesta de trabajo y de evaluación planteada?

ANEXO 10. ENCUESTA FINAL INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA

Te pido, por favor, que respondas de una forma anónima a las siguientes preguntas:

1. Estima el número total de horas que has dedicado a la asignatura (sin contar las horas de clase), considerando tanto el trabajo personal como el de grupo:

2. Indica hasta qué punto consideras que has adquirido las competencias fundamentales de la asignatura (1 = casi nada; 5 = mucho):

Competencia	Nota
- Identificar, interpretar y aplicar los conceptos fundamentales de la Mecánica de Fluidos para la resolución de ingeniería relacionados con fluidos, tanto en reposo como en movimiento	
- Manejar con habilidad, a un nivel básico, utilizando una metodología científica, los equipos, instrumentos de medición y los parámetros básicos de funcionamiento de los distintos tipos de máquinas hidráulicas: bombas, ventiladores y turbinas.	
- Preparar eficazmente en grupo – integrando capacidades y conocimientos-, presentar y defender ante otros, de forma oral y escrita, trabajos, estudios e informes acerca de la materia, empleando el vocabulario y la terminología específicos de la materia.	
- Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de distintos procesos industriales en los fluidos aire y agua, mediante la identificación de los principios básicos de la Mecánica de Fluidos que intervienen en dicho impacto, teniendo en cuenta la Ética en la profesión de ingeniería	
- Desarrollar diseños en el ámbito de la Mecánica de fluidos de acuerdo con la tecnología específica correspondiente y aplicando los principios de calidad.	

3. Valora de 1 a 5 hasta qué punto has aprendido más y mejor con esta asignatura que con otra en formato tradicional:

4. Valora de 1 a 5 la utilidad de los siguientes aspectos para adquirir las competencias y conocimientos de la asignatura:

- Clases magistrales: (normales):
- Test previos:
- Tareas:
- Tarea 10 (Ética en ingeniería):
- Prácticas de laboratorio:
- Proyecto:
- Presentación oral del Proyecto:
- Tutorías (en clase y en despacho):
- Materiales disponibles en Moodle:
- Otros (señalar):

5. Pon una nota de 1 a 5 a la actividad docente realizada por el profesor de la asignatura:

6. Indica ahora las razones de esa nota: señala, por favor, puntos fuertes, puntos mejorables, aspectos que te hayan gustado especialmente, ...

ANEXO 11. ENCUESTA TRAS 3 SEMANAS DE CLASE.

En las preguntas siguientes se hacen afirmaciones que debes de valorar si estás de acuerdo o no en una escala de 1 a 5: 1=nada cierto, 2=poco cierto, 3=indiferente 4=bastante cierto, 5=muy cierto.

Preguntas sobre el trabajo cooperativo en grupo:

1. Entiendo mejor los temas difíciles	
2. Aprovecho mejor el tiempo de estudio	
3. No me gusta porque algunos del grupo no colaboran	
4. Trabajando solo habría hecho más actividades y aprendido más	
5. Me motiva más para estudiar	
6. Mis compañeros de grupo me hacen perder el tiempo	
7. Prefiero las clases normales del profesor a las clases de trabajo en grupo.	
8. Mi valoración global del trabajo en grupo es favorable	
9. Preferiría hacer y entregar las tareas yo solo	
10. La manera de valorar las tareas (la calificación se le atribuye a todo el grupo) me motiva más para prepararlos	
11. La manera de valorar las tareas me parece injusta	
12. El peso de las tareas en la calificación final (20%) es muy bajo	
13. Trabajando en grupo dedico un tiempo excesivo a la asignatura	
14. El sistema de trabajo me está permitiendo llevar mejor al día la asignatura	
15. Con esta metodología creo que voy a ser capaz de aprobar la asignatura	
16. Me gusta la forma de trabajo y de evaluación de la asignatura	
17. La asignatura me está resultando interesante y útil	
18. Por lo que he visto hasta el momento me parece un buen profesor	

El aprendizaje de la asignatura creo que podría mejorarse si:

-

-

Ahora, con tus palabras, comenta cómo te está pareciendo la forma de darse la asignatura

Ficha de Evaluación Grupal de competencias metodológicas de trabajo en grupo.

Los miembros del grupo evalúan el proceso grupal.

Instrucciones: Se te pide que reflexiones el itinerario de trabajo del grupo al que perteneces. Señala con una(X) la valoración que haces según el esquema siguiente:

- 1 = Nada
- 2 = Escasamente
- 3 = Algo
- 4 = Mucho
- 5 = Totalmente

- | | | | | | | |
|----|--|---|---|---|---|---|
| 1 | Al comienzo, el grupo comprueba que todos y cada uno de los miembros entiende del mismo modo el objetivo del trabajo. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | Se determina entre todos el método y los procedimientos de realización del trabajo. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | Definimos y formulamos entre todos el esquema del trabajo. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | Se definen entre todos las funciones y tareas que se precisan para hacer adecuadamente el trabajo. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | Distribuimos las funciones y tareas entre los miembros del grupo. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | Cada miembro del grupo realiza la tarea asignada en los plazos previstos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | Ponemos en común las aportaciones individuales, para que todos y cada uno tengan toda la información. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | Las aportaciones individuales se debaten para elaborar un contenido teórico o práctico común, suficientemente fundamentado y razonado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9 | Exponemos las distintas opiniones con argumentos, razones o datos verificados. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | Todos los participantes tienen la posibilidad de expresar y defender su opinión. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11 | Todos participan prácticamente en los debates y discusiones. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12 | Se comprueba si todos estamos de acuerdo con la reelaboración teórica, o la resolución del problema realizados. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13 | Intervenimos todos en la resolución del problema o en la elaboración de las conclusiones de la cuestión. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14 | Si no se está de acuerdo, se busca el modo de mejorar el texto o la solución a fin de que todos den su conformidad. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15 | Se verifica que todos sabrían responder adecuadamente del trabajo realizado o resolver un problema parecido. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16 | Evaluamos en el grupo los logros que vamos consiguiendo o el recorrido realizado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17 | Podemos mejorar (2 propuestas como máximo) el funcionamiento del grupo si: | | | | | |

.-

.-

ANEXO 12. COMPETENCIAS Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE, DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA.

COMPETENCIAS.

Las competencias que se pretende desarrollar son que el alumno sea capaz de:

1. Identificar, interpretar y aplicar los conceptos fundamentales de la Mecánica de Fluidos para la resolución de problemas de ingeniería relacionados con fluidos, tanto en reposo como en movimiento.
2. Manejar con habilidad, a un nivel básico, utilizando una metodología científica, los equipos, instrumentos de medición y los parámetros básicos de funcionamiento de los distintos tipos de máquinas hidráulicas: bombas, ventiladores y turbinas.
3. Preparar eficazmente en grupo -integrando capacidades y conocimientos-, presentar y defender ante otros, de forma oral y escrita, trabajos, estudios e informes acerca de la materia, empleando el vocabulario y la terminología específicos de la materia.
4. Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de distintos procesos industriales en los fluidos agua y aire, mediante la identificación de los principios básicos de la Mecánica de Fluidos que intervienen en dicho impacto, teniendo en cuenta la ética en la profesión de ingeniería.
5. Desarrollar diseños en el ámbito de la Mecánica de Fluidos de acuerdo con la tecnología específica correspondiente y aplicando los principios de calidad.

Como se puede observar, las competencias anteriores están relacionadas con los tres campos de aprendizaje.

Estas competencias generales se traducen en los siguientes

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.

Para cada uno de los objetivos de aprendizaje se señala en negrita el nivel y campo que le correspondería según la taxonomía de Bloom (salvo en las competencias 34, 37 y 38, se refieren al campo cognitivo).[1]

TEMAS 1 A 8. HIDROSTÁTICA.

1. Calcular las siguientes propiedades de un fluido: densidad, viscosidad (dinámica y cinemática), módulo volumétrico de elasticidad, tensión superficial y presión de vapor. **Comprensión.**
2. Explicar la variación de dichas propiedades con la presión y con la temperatura, diferenciando el comportamiento entre los distintos tipos de fluidos. **Conocimiento.**

3. Determinar la presión (manométrica y absoluta) mediante diferentes instrumentos y calcular la variación de la misma con la altura o la profundidad. **Comprensión.**
4. Calcular las fuerzas (módulo, dirección, sentido y punto de aplicación) sobre superficies planas y sobre superficies curvas. **Comprensión.**
5. Calcular las fuerzas que intervienen en fluidos sometidos a aceleración uniforme o a rotación uniforme. **Comprensión.**
6. Analizar la estabilidad de cuerpos sumergidos y flotantes. **Comprensión.**
7. Calcular las tensiones de tracción en tuberías y depósitos. **Comprensión.**

TEMAS 9 A 15. CINEMÁTICA Y DINÁMICA.

8. Describir el tipo de flujo de un fluido atendiendo a diversos criterios. **Conocimiento.**
9. Aplicar a flujos permanentes y uniformes el teorema de conservación de la masa (ecuación de continuidad). **Comprensión.**
10. Aplicar a flujos permanentes y uniformes el teorema de conservación de la energía (ecuación de Bernouilli). **Comprensión.**
11. Calcular la presión estática, la presión de estancamiento y la presión dinámica mediante tubos de Pitot y de Prandtl. **Comprensión.**
12. Explicar las características fundamentales y campos de aplicación de los distintos instrumentos medidores de caudal. **Conocimiento.**
13. Calcular los coeficientes que definen a cada uno de los medidores de caudal analizados. **Comprensión.**
14. Aplicar a flujos permanentes y uniformes el teorema de conservación de la cantidad de movimiento y el del momento de la cantidad de movimiento. **Comprensión.**

TEMAS 16 Y 17. ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA Y EFECTOS DE LA VISCOSIDAD EN FLUJOS.

15. Desarrollar expresiones que definen fenómenos físicos mediante el análisis dimensional y el teorema π de Buckingham. **Comprensión.**
16. Describir y analizar las características más importantes y los campos de aplicación de los parámetros adimensionales más importantes en Mecánica de Fluidos. **Aplicación.**
17. Aplicar y extrapolar los resultados experimentales obtenidos en un fenómeno físico o al ensayar una máquina, a otras situaciones que presenten semejanza dinámica. **Comprensión.**
18. Describir en qué consiste la capa límite en flujos externos, así como el fenómeno de desprendimiento de la misma, aplicándolo a diversos flujos. **Conocimiento.**
19. Calcular las fuerzas de resistencia (o arrastre) y de sustentación sobre cuerpos sumergidos en un fluido en movimiento relativo. **Comprensión.**

TEMAS 18 A 21. FLUJO EN CONDUCTOS CERRADOS Y EN CANALES.

20. Calcular pérdidas de carga primarias y secundarias en tuberías, mediante distintas ecuaciones y diagramas. **Comprensión.**
21. Calcular el caudal circulante en los distintos tramos de redes de tuberías, así como las presiones en distintos puntos de la red. **Comprensión.**
22. Calcular la sobrepresión producida por golpe de ariete en tuberías. **Comprensión.**
23. Explicar los métodos y elementos de protección contra el golpe de ariete, eligiendo el más adecuado para cada instalación. **Conocimiento.**

TEMAS 22 A 26. MÁQUINAS HIDRÁULICAS E INSTALACIONES.

24. Describir los distintos tipos existentes de bombas hidráulicas, señalando los campos de aplicación y su principio de funcionamiento. **Conocimiento.**
25. Calcular los diagramas de velocidades en turbomáquinas. **Comprensión.**
26. Explicar en qué consiste el fenómeno de cavitación y calcular el riesgo de su presencia en una instalación mediante el análisis del NPSH. **Comprensión.**
27. Describir y comparar entre sí los distintos tipos existentes de turbinas hidráulicas, señalando el principio de funcionamiento, los campos de aplicación de cada una, e identificando las partes fundamentales de que constan. **Comprensión.**
28. Diseñar y calcular una instalación de bombeo de un líquido, seleccionando la bomba más adecuada. **Aplicación.**
29. Calcular someramente el impacto ambiental producido por la emisión y dispersión de contaminantes fluidos. **Comprensión.**

Objetivos de aprendizaje relacionados con las competencias transversales:

30. Plantear una estrategia para la resolución de un problema complicado de diseño. **Aplicación.**
31. Localizar y asimilar una determinada información a partir de su referencia. **Comprensión.**
32. Autoevaluarse y evaluar a otros a partir de unos criterios dados. **Comprensión.**
33. Buscar información relevante para una tarea dada. **Aplicación.**
34. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de un problema complejo (**Competencias en el campo de actitudes y valores**). Esto conlleva:
 - a. Explicar al grupo la tarea realizada y asegurarse de que todos los demás han comprendido. **Aplicación.**
 - b. Identificar adecuadamente las tareas a realizar por el grupo, repartirlas equitativamente, establecer fechas de entrega e integrar las partes. **Aplicación.**
 - c. Identificar y abordar los conflictos en el funcionamiento del grupo. **Aplicación.**

- d. Identificar los aspectos positivos y los aspectos mejorables relativos al funcionamiento del grupo. **Aplicación.**
35. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica. **Análisis-Síntesis.**
36. Realizar una presentación oral en la que se resuman los contenidos fundamentales implicados en el informe escrito asociado. **Análisis-Síntesis.**
37. Manejar con habilidad, utilizando una metodología científica, los equipos, instrumentos de medición y los parámetros básicos de funcionamiento de los distintos tipos de máquinas hidráulicas: bombas, ventiladores y turbinas. **Competencias en el campo psicomotor.**
38. Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de distintos procesos industriales en los fluidos agua y aire, teniendo en cuenta la ética en la profesión de ingeniería. **Competencias en el campo actitudinal.**

Con los objetivos de aprendizaje señalados se considera que se cubren (aplicados a la asignatura de Mecánica de Fluidos, que es la que sustituye a la actual Ingeniería Fluidomecánica) los resultados de aprendizaje planteados dentro del módulo de materias común a la rama industrial, que son los siguientes:

- Aplicar significativamente el conocimiento de las materias comunes a la rama industrial en la comprensión de situaciones problemáticas propias de la ingeniería y en el posterior aprendizaje de teorías avanzadas.
- Resolver los problemas propios de las materias comunes a la rama industrial mediante el análisis cuantitativo y cualitativo, el planteamiento de hipótesis acerca de la influencia de los parámetros y la propuesta de soluciones utilizando los modelos apropiados.
- Elaborar trabajos e informes escritos y orales: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la rama industrial.
- Desarrollar diseños y proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial.
- Aplicar la legislación, especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- Aplicar los principios y métodos de calidad y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
- Mostrar espíritu crítico e interés por el aprendizaje.

Se considera que también se verifican las competencias específicas de la materia en el plan de estudios:

- Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.

ANEXO 13. EJEMPLO DE CASO: DILEMAS ÉTICOS EN LA PROFESIÓN DE INGENIERÍA EN RELACIÓN CON LA MECÁNICA DE FLUIDOS. EL CASO DE MOUNT DIOXIN

**Caso traducido por Javier Sancho de <http://ethics.tamu.edu/nsfcases/meen/8/mech08.htm>
Autores: Edmund Tsang y John C. Reis**

1. EXPLICACIÓN.

ETC fue una antigua compañía de tratamiento de madera. Los terrenos ocupaban 10,5 hectáreas en una zona industrial, pero justo al lado de la misma hay actualmente tres barrios residenciales afroamericanos. El emplazamiento se empezó a utilizar para la conservación de madera de creosota en 1941. El Pentaclorofenol (PCP) se usó como conservante en dicho lugar desde 1963, y fue el único conservante utilizado desde 1970. Las actividades de fabricación dejaron cesaron en dicho emplazamiento en 1982, y el lugar se abandonó definitivamente mediante un procedimiento de bancarrota en febrero de 1991.

El informe de inspección de la RCRA (Resource Conservation & Recovery Act) de febrero de 1981, señalaba que ETC era citada por numerosas irregularidades, entre las que se incluían la ausencia de libros de inspección, de archivos de formación de personal, no había tampoco supervisión de las aguas en el terreno, ni cubierta protectora, ni datos de programas de inspección.

En junio de 1990, durante un estudio de viabilidad de la empresa química ACE, situada a 900 metros al nordeste de ETC, se detectó contaminación de las aguas procedentes de ETC.

En septiembre de 1991 empezó una evaluación preliminar en ETC para determinar la extensión de la contaminación. Las muestras del suelo obtenidas en un lugar de muestreo tenían concentraciones de PCP de 170 ppm (partes por millón) a 4 pies bajo la superficie, de 160 ppm a 8 pies, y de 170 ppm a 5 pies y de 170 a 6 pies bajo la superficie para otro punto de muestreo. Se obtuvieron también valores de 180 ppm y 160 ppm, respectivamente, a 8 pies bajo la superficie en dos lugares diferentes, y de 150 ppm y 160 ppm, respectivamente, a 5 pies bajo la superficie en otros dos puntos de muestreo. También se detectaron altas concentraciones de creosota, dioxina, benceno, plomo y arsénico. No se recogieron muestras por debajo de los 8 pies de profundidad.

Basándose en este estudio de muestreo, la Environmental Protection Agency de EE.UU. (EPA) empezó la excavación del suelo según la disposición de descontaminación de emergencia de la ley de superfondos: esto significa que el trabajo puede empezar sin necesidad de la publicación de un anuncio público. Los residentes en las cercanías de ETC no se enteraron de las excavaciones del terreno hasta que éstas ya estaban bien avanzadas,

detectándose la emisión de partículas de polvo contaminado y componentes volátiles químicos a la atmósfera.

De acuerdo con una circular de acción de la EPA fechada en abril de 1991, el gestor de EPA para el emplazamiento de ETC solicitaba 1,3 millones \$, de los cuales 1 millón eran para los gastos del contratista. El trabajo a realizar incluía la excavación del suelo y un muestreo adicional. En enero de 1992, el gestor del sitio de ETC escribió otra circular de acción y solicitó que los fondos aumentaran a 2 millones \$, con 1,4 millones \$ dedicados para el contratista. La circular también señalaba que se habían excavado unas 54.000 yardas cúbicas (1 yarda = 0,914 m) de fangos y de suelo, pero reconoció que el volumen de los materiales de desecho había sido ampliamente subestimado. Señalaba que el volumen de material contaminado podía llegar hasta los 40 pies de profundidad y estimó que el volumen total de suelo y de fangos contaminado podía ser mayor de 100.000 yardas cúbicas.

Cuatro meses después, en mayo de 1992, el gestor del sitio escribió otra circular de acción a la oficina regional de EPA para aumentar el fondo requerido a 4,4 millones \$, con 3,3 millones para el contratista. Afirmaba que se habían excavado y amontonado en el lugar 180.000 yardas cúbicas y que la profundidad de la contaminación es casi 4 veces mayor, cubriendo un área un 50 % mayor de la supuesta inicialmente. Basándose en la cantidad de suelo excavado hasta entonces, el gestor estimó que se necesitarían otros 43 millones \$ para tratar el suelo contaminado. Como dicha cantidad es más del doble del presupuesto anual del Programa de Eliminación Regional, el gestor del emplazamiento sugirió que se diseñara una cubierta adecuada de vinilo que durara cinco años para cubrir el material apilado.

La última circular de acción para el sitio de ETC estaba fechada el 6 de enero de 1993. El gestor incrementó la cantidad solicitada a 5 millones, con 4,3 millones para el contratista. Se señalaban que se habían extraído y apilado en el sitio un total de 255.000 yardas cúbicas de PCP, creosota y suelo contaminado de dioxinas, y que condiciones atmosféricas adversas habían provocado problemas para la instalación de un sistema de control de la erosión y el drenaje mediante estanque de tormenta, así como en la cubierta de vinilo que cubría el terreno apilado. Además, la circular señalaba que en noviembre de 1992 una tormenta destruyó la cubierta temporal y que la porción instalada de la cubierta permanente se estropeó por rachas de viento de hasta 60 millas/hora. La excavación del suelo terminó en la primavera de 1993 y el material apilado se cubrió con una cubierta de vinilo resistente a la radiación del sol de 1,5 mm de espesor. El emplazamiento de ETC no se incluyó en la lista nacional de prioridades para su limpieza hasta diciembre de 1994.

La creosota, el PCP y las dioxinas tienen efectos tóxicos sobre la salud. Entre los efectos se pueden citar irritaciones de los ojos, de la piel y respiratorias, quemaduras de la piel expuesta, eritemas, anorexia, náuseas extremas y disnea. Las amenazas crónicas para la salud son las siguientes: carcinogénesis, mutagénesis y enfermedades respiratorias crónicas que pueden llevar a la muerte.

Durante las excavaciones del terreno, los residentes de las zonas cercanas se quejaron de problemas respiratorios, así como de otros problemas de salud, tales como erupciones cutáneas y fatiga, producidas por el polvo contaminado. Los antiguos trabajadores de ETC que vivían en la vecindad de la empresa indicaron otros lugares contaminados al gestor del litio, pero rehusó escucharles. La seguridad alrededor del sitio de ETC era laxa, y el periódico local informó de que se descubrieron a unos niños usando la montaña de suelo contaminado cubierta con vinilo como un tobogán gigante.

2. PROBLEMAS NUMÉRICOS.

- 2.1. ETC está situada en una zona en la que se producen huracanes. En 1995, dos huracanes con rachas de viento de hasta 75 mph atravesaron la ciudad en la que está Mount Dioxin. Calcular la fuerza de sustentación sobre la cubierta de vinilo ocasionada por una racha de viento de 75 mph, considerando las suposiciones que se consideren necesarias. (Dato: 1 milla = 1609 m). Considerar que la cubierta tiene forma semicilíndrica con una longitud $L = 450$ pies). El volumen de material acumulado es de 255.000 yd^3 . Considerar la densidad del aire $\rho = 1,23 \text{ kg/m}^3$. Viscosidad dinámica del aire, $\mu = 1,78 \cdot 10^{-5} \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. El coeficiente de sustentación para un semicilindro suponer que vale $C_L = 0,5$.
- 2.2. Determinar la fuerza de anclaje necesaria por cada perno de sujeción para la cubierta de vinilo para que soporte la fuerza del viento considerado en 2.1. Considerar que a lo largo del perímetro de la cubierta hay un perno cada 1 pie de longitud. La densidad del vinilo se tomará $\rho = 1,40 \text{ g/cm}^3$. El espesor de la cubierta es de 1,5 mm.

3. PROBLEMAS ÉTICOS.

Para el gestor del emplazamiento de la EPA.

El gestor del emplazamiento de la EPA está bajo la presión de su organización de empezar la limpieza, pero también está preocupado por el impacto de la excavación de los terrenos sobre la salud de las comunidades vecinas. Más aún, está limitado por el presupuesto y por unos datos incompletos de muestreo. Las muestras de suelo mostraron el mismo grado de contaminación (150 a 180 ppm de PCP) a 8 pies y a 5 pies de profundidad.

1. Hay una serie de métodos para controlar la pertinencia de las acciones que puede realizar un ingeniero:
 - El test de la regla de oro consiste en cuestionarse si seríamos capaces de ponernos en el lugar de los afectados por nuestras acciones.
 - El test de los derechos consiste en analizar si nuestras acciones violan los derechos de otros, incluidos el derecho al consentimiento libre e informado, a la vida y a la salud.
 - El test de utilidad se cuestiona sobre si nuestra acción produciría el mayor bienestar para la mayoría de la gente, incluso si algunos individuos son perjudicados.

El gestor del emplazamiento sabe que una serie de trabajadores anteriores de ETC que vivían en las cercanías de la empresa pueden ayudarle a identificar lugares adicionales que están contaminados, pero tiene la presión de la oficina regional de la EPA para avanzar rápidamente. Basándose en los tres tests, ¿cómo debería responder el gestor en cuanto a la comunicación o no de la realización de los trabajos a las comunidades afectadas?

2. Hay un conflicto aparente entre el consentimiento informado y la utilidad (medida por una acción rápida). ¿A qué consideración se le debe dar prioridad aquí?
3. El gestor del emplazamiento sabe que ETC dio lugar a una contaminación de las aguas subterráneas, pero también sabe que los fondos con que cuenta son insuficientes para tratar inmediatamente el suelo excavado. La experiencia le indica que generalmente son necesarios 10 años para limpiar completamente un terreno contaminado. ¿Cuál sería el curso de acciones éticamente justificable a realizar durante los diez años de intervención? Explicar.

Para el contratista.

Un ingeniero que trabaja para el contratista que excava el suelo contaminado averiguó que inicialmente sólo 1 millón \$ se presupuestó inicialmente para el emplazamiento de ETC. También sabe que de las muestras del suelo que fueron realizadas por otro contratista, la contaminación va a una profundidad mayor de los 8 pies y que cubre un área mayor.

4. ¿Debería este ingeniero recomendar un muestreo adicional del terreno antes de que empezara la excavación, lo cuál disminuiría la cantidad de presupuesto disponible para su compañía para la excavación del terreno? Analizar su decisión desde el punto de partida de los tres tests para la actuación ética mencionados antes.
5. ¿Existe alguna solución intermedia entre la realización de más muestras y la recomendación de la excavación inmediata al gestor de la EPA?

Para el gestor regional de la EPA.

La prioridad de fondos para la limpieza de un lugar depende de que dicho emplazamiento se coloque en la Lista Nacional de Prioridades, y el emplazamiento de ETC no se puso inicialmente en dicha lista.

6. ¿Cómo justificarías la aprobación para la solicitud de fondos del gestor de ETC? ¿Qué consideraciones debieran tenerse en cuenta antes de aprobar el plan de excavación, incluso aunque los datos de muestreo sean incompletos?

7. ¿Cómo se podría justificar la aprobación de la excavación del suelo y el amontonamiento del material y el fango sin un plan para la limpieza de los mismos?