Guía Metodológica para la adquisición de competencias en las asignaturas experimentales.

María del Mar Mesa*, Manuel Macías*
*Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimento
mariadelmar.mesa@uca.es

RESUMEN: El objetivo del proyecto presentado es la implantación de una metodología basada en aprendizaje cooperativo, en las asignaturas experimentales del Grado en Ingeniería Química. La técnica utilizada se basa en una estrategia de "grupo de investigación" asignando los roles Director-Ejecutor a grupos de alumnos. El objetivo principal de dicha metodología es que los alumnos desarrollen competencias como las de trabajar en grupo, a dirigir y ser dirigidos a planificar tareas, a documentarse y recopilar información, a organizar y procesar datos, a tomar decisiones y a exponer y defender los resultados, no limitándose la asignatura a un conjunto disperso de prácticas. El estudio realizado ha consistido en la selección de las competencias recogidas en el título de grado para dichas asignaturas y su desarrollo en resultados del aprendizaje que permitan la posterior evaluación de las mismas; definición de la metodología a seguir y desarrollo de los materiales de trabajo; aplicación de la técnica a la asignatura de Ingeniería Química del Grado en Química y Experimentación en Ingeniería Química del título de Ingeniero Químico y evaluación del grado de adquisición de las competencias seleccionadas. Todo esto se recoge en este informe-guía para su posterior difusión.

PALABRAS CLAVE: innovación aprendizaje, cooperativo, asignaturas experimentales, prácticas laboratorio

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la puesta en marcha de los títulos de Grado basados en competencias genera grandes incertidumbres en la actividad docente. La adaptación de los programas, actividades y procesos de evaluación de las diferentes asignaturas, a este nuevo enfoque basado en competencias es uno de los mayores retos que tienen las universidades actualmente.

Este reto no es solamente en la universidad española, también es un reto para la universidad europea y muchas de las universidades de otros continentes que también están apostando por una formación basada en competencias.

Una titulación basada en competencias es compleja de diseñar, pero todavía más difícil es la puesta en marcha de la misma. Esto implica la coordinación entre contenidos, metodologías y evaluación, con el objetivo de que los alumnos adquieran las competencias y además quede constancia de ello para poder realizar la evaluación cuantitativa a la que obliga el sistema.

La formación de un Ingeniero contiene muchos aspectos que deben ser considerados a la hora de planificar el proceso de enseñanza aprendizaje en un título universitario. Se podrían citar los siguientes aspectos básicos: formación personal a nivel técnico, científico y humanista, formación en liderazgo para que pueda afrontar los retos de dirigir grupos humanos, formación en trabajo en equipo para que pueda abordar las tareas de coordinación y cooperación dentro de equipos multidisciplinares como podrían considerarse las estructuras organizativas de cualquier empresa u organización y por último una formación que fomente la creatividad y el emprendimiento como elemento que facilite la dinamización de las ideas y la mejora de la actividad profesional. Es evidente que estos niveles de formación deben ser irrenunciables si se pretende formar Ingenieros que puedan alcanzar el "éxito" en su actividad profesional.

El desarrollo de los nuevos planes de estudios universitarios basados en "competencias" es evidente que incide sobre estos nuevos objetivos formativos. Sin embargo las estrategias metodológicas utilizadas en la Universidad actualmente no facilitan el logro ya que en general están orientadas hacia la formación personal a nivel técnico, científico y en menor medida humanista.

Este trabajo expone una estrategia metodológica basada en el trabajo cooperativo que facilita el desarrollo de esos otros aspectos formativos, tan importantes en la futura actividad profesional de los Ingenieros, manteniendo los mismos recursos materiales disponibles en los laboratorios y talleres de prácticas.

En primer lugar, han identificado seleccionado y evaluado la idoneidad de las competencias, tanto específicas como transversales, relativas a las materias experimentales del título que se encuentran recogidas en la Memoria oficial del Grado en Ingeniería Química. Para facilitar la comprensión, la adquisición y la evaluación de dichas competencias éstas se han desglosado en diferentes resultados del aprendizaje. A continuación se ha desarrollado la técnica de aprendizaje cooperativo que permita la integración de dichas competencias con las actividades desarrolladas. Se han elaborado los materiales de trabajo de los alumnos incluido un ejemplo de lo que tradicionalmente viene llamándose "guiones de prácticas". Dicha técnica se ha aplicado a la asignatura de experimentación en Ingeniería Química II del título de Ingeniero Químico y a la asignatura en Ingeniería Química del Grado en Químicas, ya que hasta el momento no se han alcanzado las asignaturas correspondientes al Grado en Ingeniería Química cuya implantación fue posterior. Finalmente se han analizado y evaluado los resultados obtenidos mediante el desarrollo y aplicación de encuestas a los alumnos.

2. COMPETENCIAS SELECCIONADAS PARA DESARROLLAR EN LAS MATERIAS EXPERIMENTALES Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Para trabajar las competencias específicas en el laboratorio no hay que ir más allá de lo que ya se está haciendo, simplemente es suficiente dotar a las mismas actividades, que hasta ahora se han realizado, de un sentido más amplio y ajustado a las competencias específicas. Introducir pequeñas variaciones que faciliten el proceso de aprendizaje de las competencias y puedan ser analizadas y evaluadas por el profesorado, es más efectivo que cambiar de repente el conjunto de la materia/asignatura.

El laboratorio / taller no se debe considerar al servicio de las sesiones teóricas sino como otro escenario para la adquisición de competencias por los alumnos. El laboratorio / taller tiene, en si mismo, un discurso propio basado en la experimentación como método para entender cualquier fenómeno o sistema. Esta concepción implica la introducción de metodologías, actividades y criterios de evaluación vinculados a observación, experimentación y modelado fenómenos reales reproducidos en el laboratorio.

El documento de referencia para la planificación, desarrollo y evaluación de la actividad en el laboratorio / taller es la memoria del título del Grado en Ingeniería Química (1). El capítulo 3 de la memoria recoge una serie de competencias de distinto tipo que se desarrollan en el capítulo 5 en las fichas de las materias.

La materia relacionada con el laboratorio / taller se denomina "EXPERIMENTACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA". La materia se desarrolla en dos asignaturas: Experimentación en Ingeniería Química I y II, que se imparten en el sexto semestre (tercer curso) y séptimo semestre (cuarto y último curso).

A nivel de competencias generales a la materia se le asigna responsabilidad en las competencias:

Q3 – "Realizar el diseño y gestión de procedimientos de experimentación en:

- 1. Aplicada para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte.
- 2. Para el modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química.
- 3. Sistemas con flujo de fluidos.
- 4. Sistemas controlados por la transmisión de calor.
- 5. Sistemas en los que tengan lugar operaciones de transferencia de materia.
- 6. Estudiar la cinética de las reacciones químicas y reactores.

Igualmente se referencian la competencia complementaria D7 y las competencias generales T2, T5, T6, T7, T8 y T9. De la bibliografía y de la experiencia acumulada en los últimos años dentro de proyectos de innovación relacionados con el proceso de enseñanza aprendizaje en asignaturas de experimentación, a las competencias anteriores se añadieron las competencias T3, T10 y T11. Competencias que pueden ser también desarrolladas en las asignaturas de carácter experimental.

- D7: Sensibilidad hacia temas de seguridad
- T2: Capacidad de organización y planificación
- T5: Capacidad para la gestión de datos y la generación de información/conocimiento
- T6: Capacidad para resolución de problemas
- T7: Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones y de tomar decisiones
- T8: Capacidad para trabajar en equipo
- T9: Capacidad de razonamiento crítico
- T3: Capacidad para comunicarse con fluidez de manera oral y escrita.
- T10: Capacidad de aprendizaje autónomo
- T11: Sensibilidad hacia temas medioambientales

Una vez seleccionadas las competencias fue necesario concretar los resultados de aprendizaje que podrían ser más significativos para evaluar el grado de adquisición de la competencia por parte de los alumnos (2).

T2 - Capacidad de organización y planificación

Resultados del aprendizaje

- Buscar la información necesaria para el desarrollo de los experimentos
- Planificar y ejecutar los experimentos
- Desarrollar las acciones apropiadas para la realización de las actividades de laboratorio
- Analizar el grado de consecución de las acciones planificadas

T3 - Capacidad para comunicarse con fluidez de manera oral y escrita.

Resultados del aprendizaje:

- Sintetizar y estructurar la información en los documentos escritos
- Sintetizar y estructurar la información en las presentaciones orales
- Utilizar correctamente las normas gramaticales, ortográficas y sintácticas en sus escritos.
- Expresión oral: dinámica en la exposición (lenguaje corporal, interacción con la audiencia, ...)
- Expresión visual: póster, powerpoint, mapas conceptuales, diagramas, ...

T5 - Capacidad para la gestión de datos y la generación de información/conocimiento

Resultados del aprendizaje:

- Calibrar los instrumentos de medida necesarios para el experimento
- Registrar y documentar de forma sistemática y fiable, datos bibliográficos, resultados experimentales, ...
- Expresar correctamente datos y resultados (tablas, gráficos, descripciones, errores, fiabilidad,)
- Tratar e interpretar correctamente los datos obtenidos en el laboratorio

T6 - Capacidad para resolución de problemas

Resultados del aprendizaje:

- Identificar los problemas y proponer soluciones durante el trabajo experimental
- Optimizar los medios y las condiciones para la ejecución de experimentos posteriores
- Argumentar los resultados y extraer conclusiones
- Utilizar modelos matemáticos para describir los resultados
- Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez del mismo
- Utilizar los modelos para hacer predicciones, simulaciones, cálculos, etc.

T7 - Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones y de tomar decisiones

Resultados del aprendizaje:

- Valorar posibilidades de mejora durante y al final del proyecto para obtener los mejores resultados
- Actuación flexible y dialogante en situaciones problemáticas
- Promover el trabajo cooperativo para organizar eficazmente tiempos, recursos y tareas
- Influir positivamente generando motivación e implicación del grupo

T8 - Capacidad para trabajar en equipo

Resultados del aprendizaje:

- Capacidad de gestionar y planificar el trabajo de grupo
- Capacidad de liderar y tomar decisiones
- Capacidad para proporcionar ideas útiles en las discusiones y ofrecer soluciones a los problemas
- Capacidad para gestionar el tiempo, trabajando en mayor o menor grado con la suficiente previsión

T9 - Capacidad de razonamiento crítico

Resultados del aprendizaje:

- Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará
- Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos
- Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas
- Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros
- Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas

T10 - Capacidad de aprendizaje autónomo

Resultados del aprendizaje:

- Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis
- Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión de los errores
- Actitud crítica frente al propio conocimiento
- Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo

T11 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

Resultados del aprendizaje:

• Respeto a las normas que posibilitan un desarrollo sostenido con el medio ambiente.

D7 - Sensibilidad hacia temas de seguridad

Resultados del aprendizaje:

• Evaluar e implementar criterios de seguridad.

3. PROPUESTA METODOLÓGICA BASADA EN APRENDIZAJE COOPERATIVO

3.1. El aprendizaje cooperativo

Las referencias al aprendizaje cooperativo son muchas desde que Commenius, pedagogo del siglo XVII (1592-1670) [Ovejero (1990)](3), apuntaba que "los estudiantes se benefician tanto de enseñar a otros estudiantes como de ser enseñados por ellos". Desde esas fechas existen numerosos trabajos y propuestas que han desarrollado esta estrategia metodológica [Bowen, 2000](4). En este trabajo no se pretende exponer un tratado sobre el aprendizaje cooperativo sino aportar una "técnica" para su utilización en la formación de Ingenieros en el ámbito universitario.

Según Pujolàs (2002)(5) la "estructura del aprendizaje" debe entenderse como el conjunto de elementos interrelacionados usados en el proceso de enseñanza aprendizaje. Entre ellos se pueden citar: explicaciones del profesor, material didáctico, ejercicios propuestos, distribución de los alumnos (trabajo individual, por parejas, grupos, internet, ...), forma de evaluar, criterios de evaluación, "clima" del aula o grupo, etc. La estructura del aprendizaje queda condicionada por la "interdependencia de finalidades" entre los alumnos:

- No hay interdependencia de finalidades, el que un alumno consiga su objetivo (aprobar, tener buena nota...) es independiente (no depende) de que los demás consigan este mismo objetivo → estructura de aprendizaje "individualista".
- Interdependencia de finalidades negativa, Si uno consigue su objetivo (ser el mejor, el primero del grupo, ...) si, y sólo si, los demás no consiguen su objetivo (ser también los mejores) → estructura de aprendizaje "competitiva".

Interdependencia de finalidades positiva, un alumno consigue su objetivo (aprobar, ...) si, y sólo si, los demás consiguen también el mismo objetivo → estructura de aprendizaje "cooperativa"

Es evidente que el trabajo como profesional dentro de una empresa está muy condicionado por este tipo de relación "cooperativa", los objetivos de la empresa se alcanzan por el esfuerzo y la colaboración entre todas las personas que trabajan en ella. Del nivel en que la colaboración, apoyo mutuo, diálogo, comunicación y conocimientos compartidos se ponga en práctica entre el grupo dependerá el éxito. Los objetivos se alcanzan para todos o para ninguno. Es por ello que utilizar estrategias cooperativas favorecen la adquisición de competencias fundamentales para el desarrollo de la actividad del futuro profesional.

El trabajo cooperativo debe poner en funcionamiento mecanismos que favorezcan el trabajo individual de cada alumno al servicio del grupo. Como indica Pujolàs "El trabajo en equipo o cooperativo, para que sea realmente en equipo, debe ir acompañado ineludiblemente por la responsabilidad individual: nadie puede aprovecharse del trabajo de los demás sin que contribuya con su aportación al éxito final del equipo. Johnson, Johnson y Holubec (1999)(6) apuntan: "la base del éxito estriba en qué cada uno cumpla su misión, haga lo mejor posible su función para conseguir su objetivo. La eficacia del equipo, y su éxito final, dependen de la diversidad y complementariedad de las funciones de todos los miembros del equipo que, además, persiguen todos una misma meta".

3.1. Técnicas de aprendizaje cooperativo

Las técnicas de aprendizaje cooperativo descritas en la bibliografía son muy variadas y están descritas con detalle en múltiples trabajos: A. Parrilla, (1992)(7), Echeita y Martín, (1990)(8), Serrano y Calvo, (1994)(9) Jonhnson, (1999)(10), Haller, (2000)(11).

Las técnicas más utilizadas en las asignaturas de carácter práctico o experimental, aunque con múltiples variantes, son las técnicas denominada del "rompecabezas" y la de "grupos de investigación". En todas ellas se trabaja con los alumnos divididos en pequeños grupos. En la primera se asigna individualmente a cada alumno una parte del problema o tarea que hay que desarrollar. Cada uno de ellos se responsabiliza de su parte pero no se alcanza el éxito si cada una de ellas se pone en común para resolver el problema global asignado.

La técnica de "grupos de investigación" es más completa y más adecuada para el nivel de formación de universitarios. Las etapas clásicas de esta técnica son las siguientes:

- Constitución de los grupos de investigación y elección o asignación del tema a investigar.
- Estudio previo individual y colectivo a nivel bibliográfico.
- Fijar objetivos (hipótesis) y realización del plan de investigación
- Desarrollo del plan
- Análisis y síntesis de los datos e información. Realización de resumen y material para comunicación.
- Presentación del trabajo y conclusiones al resto de la clase y profesores con debate y discusión entre el todos.
- Evaluación conjunta entre profesores y alumnos sobre el trabajo del grupo y su exposición.

Esta técnica es la que ha servido de base para la propuesta metodológica que se presenta en este trabajo.

Las variantes de las prácticas cooperativas son apropiadas para implementar juegos de rol [Jackson y Walters, 2000](12), [Deavor, 1994](13) que permiten introducir en el aula relaciones similares a las que los futuros ingenieros se encontrarán en el mundo de la empresa.

En las áreas de ingeniería y especialmente en ingeniería química se han realizado algunas experiencias de poner en marcha metodologías de carácter cooperativo (14) y algunas otras en las que se ha experimentado con metodologías basadas en técnicas de aprendizaje por descubrimiento o descubrimiento guiado (15).

3.2. Técnica cooperativa basada en el rol Director-Ejecutor

La propuesta metodológica se basa en una estrategia de trabajo cooperativo siguiendo una técnica de "grupo de investigación" en la que se desarrolla un cambio de rol para todos los grupos, alternando su papel como "Director" y como "Ejecutor". Este cambio de rol facilita la interacción entre los grupos y permite la interacción entre todos los alumnos de clase tal y como sugiere Pujolà (5): "... también es conveniente que todos los miembros de un grupo clase se relacionen entre si, tengan la oportunidad de trabajar juntos alguna vez. No es conveniente que siempre trabajen en un mismo equipo los mismos alumnos".

En cuanto a la interdependencia se ha buscado cubrir al máximo los distintos tipos o aspectos que ésta puede tener. Siguiendo la tipología propuesta por Jhonson y Jhonson, (1997)(6) y Johnson, Johnson y Holubec, (1999)(10) se ha desarrollado estrategias para potenciar las siguientes interdependencias positivas:

- Interdependencia positiva de finalidades: todos los miembros del equipo persiguen el mismo objetivo "tener éxito en la asignatura". Para aprobar la asignatura todos los alumnos del grupo deben alcanzar el nivel mínimo. Si algún miembro del grupo no alcanza el nivel mínimo exigido, el grupo en su conjunto fracasa y por tanto no aprueban la asignatura.
- Interdependencia positiva de recompensa: si el grupo realiza esfuerzos de coordinación y de aprendizaje por encima del exigido esto se traduce en una mejora de la calificación.

- Interdependencia positiva de tareas: para alcanzar el éxito es necesario que los alumnos se repartan las tareas y que se apoyen entre ellos en los momentos de mayor carga de trabajo personal. El reparto de tareas y el nivel de apoyo entre los miembros del grupo es también valorado y recompensado.
- Interdependencia positiva de roles: el trabajo como Director o como Ejecutor debe ser también repartido entre los miembros de un grupo. El reparto equilibrado de estos papeles y el grado en el que se ejecute son también elementos que debe valorarse para el grupo.

La propuesta metodológica es el resultado de más de 6 años trabajando en la misma asignatura de experimentación y del desarrollo en la misma de varios proyectos de innovación que ha permitido obtener una base teórica para el desarrollo de la propuesta además de contrastar las experiencias acumuladas con distintos compañeros en múltiples foros de debate.

La asignatura corresponde al título de Ingeniero Químico de la Universidad de Cádiz y se denomina "Experimentación en Ingeniería Química II" que se imparte en el segundo semestre del cuarto curso. La asignatura se desarrolla en planta piloto con una serie de equipos que permiten trabajar distintas operaciones de la industria química de procesos.

En concreto se han utilizado los siguientes equipos a nivel de planta piloto:

- Equipo de destilación discontinua con columna de rectificación que tiene la posibilidad de trabajar a distintas presiones y condiciones de reflujo.
- Equipo de destilación en continuo con la posibilidad de trabajar con distintos caudales de alimentación, temperatura de entrada de la alimentación y porcentaje de reflujo.
- Equipo de separación sólido líquido con múltiples variables de configuración.
- Equipo de separación líquido líquido con posibilidad de controlar los caudales y las condiciones de operación de la columna.
- Equipo de separación gas líquido con también control de caudales y condiciones de operación de columna.
- Equipo de filtración con instalación para poder modificar todos los parámetros de operación.
- Equipo de separación por evaporación en columna.
- Equipo de caracterización de pérdidas de carga en columnas con lechos fijos y fluidizados.
- Equipo para el estudio y caracterización de intercambiadores de calor en tubos concéntricos.

Dado que la materia es eminentemente práctica se ha organizado de forma que no sea solo los contenidos dispersos de un conjunto de prácticas, sino que también desarrollen habilidades como las de trabajar en grupo, a dirigir y ser dirigidos, a planificar tareas, a documentarse y recopilar información, a organizar y procesar datos, a tomar decisiones y a exponer y defender los resultados y las conclusiones al resto del grupo y al profesorado. Para ello se hace responsable de cada equipo de prácticas a un grupo de trabajo, asignándole el rol de grupo Director. Esos mismos grupos tendrán el rol de grupo ejecutor del resto de los equipos con los que trabaje y de los cuáles no son los gestores. Consiguientemente, todos los grupos de una manera simultánea, asumen los roles de directores-ejecutores. La experimentación está planificada de manera que el alumnado efectúe cada experimento e 3 o 4 sesiones en el laboratorio, en periodos intermitentes, para dejar tiempo a las tareas de pre y post laboratorio asociadas a cada experimento.

Por tanto, y siguiendo ésta metodología colaborativa el esquema de trabajo propuesto es el siguiente:

- 1. Formación de grupos de 3 o 4 alumnos y asignación a cada uno de los grupos de un equipo. El grupo se denominará "Grupo Director del equipo" y será responsable de toda la experimentación que se realice con el mismo.
- 2. Fijar el objetivo global para cada grupo. El objetivo con carácter general se puede describir con los siguientes apartados: estudio de la operación, caracterización de los equipos experimentales y la determinación de las mejores condiciones de operación para el funcionamiento del equipo para realizar un proceso industrial concreto.
- 3. Semana de trabajo de cada grupo Director. Durante esta semana se realizan las siguientes tareas o actividades:
 - a. estudio teórico en base a un trabajo bibliográfico (Trabajo Pre-laboratorio)
 - b. análisis y descripción cualitativa y cuantitativa del equipo asignado (Trabajo pre-Laboratorio)
 - c. puesta en marcha de los equipos y familiarización con el instrumental y controles (Trabajo Laboratorio)
 - d. realización del plan de trabajo para la obtención de los datos necesarios para alcanzar el objetivo (*Trabajo Laboratorio*)
 - e. entrega del plan de trabajo al Profesor y al grupo Ejecutor (Trabajo Post-Laboratorio)
- 4. Semanas (entre tres y cuatro) de trabajo grupos Ejecutores (*Trabajo Laboratorio*). En estas semanas los distintos grupos rotan por otras prácticas distintas de la que son responsable actuando como meros ejecutores del plan de trabajo desarrollado por el grupo Director del equipo en el cual trabajan. Durante estas semanas el grupo titular del equipo o grupo Director se responsabiliza de dirigir todo el trabajo de los grupos Ejecutores que adoptan el rol de trabajadores de planta. Los miembros de los grupos Directores no pueden realizar ningún trabajo directo con el equipo aunque, un miembro del equipo, debe estar atento al trabajo del grupo Ejecutor, analizando sus resultados, vigilando que las operaciones se realicen correctamente e intentando que los datos obtenidos sean los mejores posibles. En el caso de que detectaran errores o estrategias mejores en la propuesta del grupo Director el grupo Ejecutor tiene la posibilidad de

comunicarlas para su corrección en el plan de trabajo. El profesor solamente actúa como asesor externo a petición del grupo Director y nunca del grupo Ejecutor. Cada grupo Director emite una valoración del trabajo realizado por el grupo Ejecutor al igual que los grupos Ejecutores también emiten una valoración sobre el trabajo realizado por el grupo Director (Rubrica 1 y 2, Anexo 1)

- 5. Presentación de trabajos semanales del grupo Ejecutor (Trabajo post-laboratorio). Todas las semanas cada grupo Ejecutor presenta a su grupo director y al profesor el trabajo realizado y los resultados obtenidos, finalizando con un análisis crítico de los datos y su adecuación a los que teóricamente podrían esperarse. La valoración del trabajo realizado se realiza por el grupo Director y los profesores siguiendo una rúbrica de evaluación (Rubrica 3, Anexo 1)
- 6. Presentación de trabajo final por el grupo Director (*Trabajo Post-Laboratorio*). Al final del periodo experimental cada grupo Director con todos los datos acumulados por los grupos Ejecutores realiza una presentación de los resultados finales y de las conclusiones a las que hubiera llegado. Durante esta presentación se debate con todos los miembros del grupo al objeto de verificar el nivel de conocimientos de la experimentación realizada por todos los componentes. En las conclusiones debe aparecer los siguientes apartados:
 - a. Descripción cualitativa y cuantitativa (variables fijas, manipulables y observables) del equipo experimental.
 - Valoración de los datos experimentales obtenidos con especial atención a los errores y precisión de las medidas realizadas.
 - c. Adecuación de los datos a las previsiones teóricas
 - d. Propuesta de las mejores condiciones de operación con el equipo para el problema planteado
 - e. Sugerencias de modificaciones para la planta o equipo experimental al objeto de mejorar su operación o sus resultados
 - f. Análisis económico de los costes de operación y de la inversión necesaria para la mejora de la planta
- La presentación del trabajo final es valorada por los profesores siguiendo la siguiente una rúbrica de evaluación (Rubrica 4, Anexo 1)

3.3. Evaluación de los resultados finales de la asignatura

La evaluación de las actividades realizadas por el grupo ejecutor tiene como objetivo, no solo la certificación de un nivel de conocimientos sobre el equipo en cuestión, sino que tiene que permitir al alumno saber que ha aprendido, que le falta por aprender e ir corrigiendo sus actuaciones para mejorar en el proceso de aprendizaje. El sistema de evaluación se caracteriza por introducir la evaluación formativa y continuada del grado de consecución de los objetivos; además se introduce el concepto se introduce en el concepto de agente evaluador, siendo no solo los profesores, sino también su grupo director participes de este proceso de evaluación formativa. Asimismo el profesor deberá planificar actividades de evaluación que permitan desarrollar y observar las competencias y desarrollar los instrumentos de evaluación para recoger información sobre el grado de competencia alcanzado. Las actividades se encuentran recogidas en el apartado anterior siendo pues necesario establecer las evidencias (rubricas) de los resultados de aprendizaje. Dichas rubricas tendrán que ser públicas desde el inicio del proceso formativo.

De cara a la co-evaluación se ha puesto en marcha mecanismos para aumentar la implicación y la responsabilidad del alumnado en la evaluación del grupo. Para ello se han diseñado 3 rúbricas de forma que el grupo, ya se en su calidad de experto o de operario, evalúe el trabajo del resto de los grupos, dependiendo de la actividad que se encuentren realizado.

Así para la valoración del trabajo durante la experimentación en el laboratorio los alumnos utilizaran las siguientes rúbricas:

- Rubrica 1: Trabajo en el laboratorio como grupo ejecutor (una por cada semana de trabajo)
- Rúbrica 2: Dirección a los grupos ejecutores (una por cada semana de trabajo)

Para la evaluación post-laboratorio de han diseñado las siguientes rúbricas que serán utilizadas por profesores y alumnos.

- Rúbrica 3: Presentación de los resultados obtenidos como grupo ejecutor en las reuniones técnicas (una por cada semana de trabajo)(profesores y grupo Director)
- Rúbrica 4: Presentación de los resultados finales (profesor)

Finalmente la evaluación se completa con la valoración por parte del profesor del plan de trabajo semanal que deben de entregar los grupos Directores y la evaluación final de los informes presentados por cada grupo Director.

Estas rúbricas permiten definir, de forma general una serie de indicadores a partir de los cuáles se puede valorar el grado de adquisición de la competencia. No obstante, cada profesor debería ajustar dichos indicadores en función de su materia.

Con respecto al sistema de calificaciones, a titulo orientativo se propone un 40% del total correspondería a la calificación dada por los alumnos en cada una de las actividades y un 60% la valoración del profesor. La calificación final sería la misma para todos los componentes del grupo aunque los profesores deberían valorar las aportaciones personales de cada alumno, al objeto de mejorar la calificación personal, siempre que la calificación del grupo fuera positiva.

4. MATERIAL PARA EL ALUMNO:

Al comienzo del curso al alumno se le suministra una información básica que correspondería con la "planificación de la asignatura". Todo el material se localiza en la página WEB de la Universidad dentro del "campus virtual" y consta de los siguientes materiales: calendario de prácticas, criterios de seguridad y normas medioambientales en el laboratorio, metodología de la asignatura, distribución de los grupos de prácticas, ficha de diseño de experimento, criterios y herramientas para la evaluación (rúbricas) y la información propia de cada uno de los equipos experimentales.

Para cada equipo experimental se aporta la siguiente información:

Referencias bibliográficas sobre el proceso y métodos de análisis

Información sobre el montaje experimental

Información técnica del instrumental

Guiones o manual de práctica (el anexo 2 se incluyen un esquema de manual de prácticas para el grupo director y otro para el grupo ejecutor)

5. IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE APRENDIZAJE COOPERATIVO

La técnica de aprendizaje cooperativo se ha venido ensayando, con bastante éxito desde el año 2008, siendo avalada con la concesión de dos proyectos de innovación por la UCA (IE74, PIE01). Con este proyecto se ha pretendido se ha pretendido revisar todo el esquema docente desarrollado insistiendo en aspectos como la autoevaluación de las competencias adquiridas, la coevaluación y las herramientas de evaluación por parte del profesorado. La metodología se ensayó, durante el primer semestre del curso 11-12, en la asignatura Ingeniería Química del Grado en Química; esto permitió detectar las debilidades y fortalezas de la misma y diseñar las herramientas que, durante el segundo semestre se utilizaron en la asignatura Experimentación en Ingeniería Química II del título de Ingeniero Químico. Es en esta asignatura donde se ha aplicado la técnica en su totalidad y de la que se extraen los resultados de evaluación del grado de adquisición de las competencias.

6. EVALUACIÓN DEL GRADO DE APRENDIZAJE DE LAS COMPETENCIAS

6.1 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para analizar el grado de aprendizaje se ha recurrido a una encuesta de carácter anónimo realizada los alumnos una vez terminada la asignatura y con una información previa sobre el objetivo que se perseguían con la encuesta. No se ha utilizado la valoración del profesorado al objeto de no mediatizar los resultados. Para el diseño de la encuesta se realizaron numerosas consultas a personas de ciencias de la educación y al servicio de calidad de la Universidad de Cádiz aunque se mantuvo como referente el trabajo publicado por la Agència de Qualitat del sistema Universitari de Catalunya (AQU) y el Ministerio de Ciencia e Innovación y titulado *Guía para la evaluación de competencias en los trabajos fin de estudios en las ingenierías*.

En la encuesta los alumnos valoran el nivel, en cada de los resultados del aprendizaje, antes de comenzar y una vez terminada la asignatura mediante una escala de Liker **Nivel**: 5-Excelente, 4-Muy bueno, 3-Bueno, 2-Regular, 1-Malo

Los resultados se exponen ordenados por los niveles obtenidos y en tres tablas consecutivas: nivel previo al comienzo de la asignatura, nivel al final e incremento producido durante el proceso de enseñanza aprendizaje. Posteriormente se analizan las competencias independiente y globalmente. Puede destacarse que los alumnos no valoran con un nivel de 4 o más ninguna de los resultados. Solamente el 42% de las habilidades se valoran por encima de un 3, lo que equivale a un suspenso en una amplia mayoría de las habilidades básicas planteadas.

Los resultados obtenidos, después de realizadas la asignatura, reflejan un nivel de aprendizaje significativo ya que todos los resultados de aprendizaje son valorados por encima del nivel 3,6. Esto implica una valoración muy importante del aprendizaje realizado. También es significativo que con 4 o superior se valoran el 58% de los resultados.

Finalmente se aporta el incremento producido en el nivel de cada uno de los resultados del aprendizaje durante el desarrollo de la asignatura. Con más de 1 punto de incremento (equivalente a un 25% de la escala) los alumnos valoran que han mejorado en 25 resultados (69%). En más de 0,65 valoran que han mejorado en 35 de los resultados (97%).

En resumen se podría concluir que el nivel de aprendizaje valorado por los alumnos es muy significativo y aporta un indicio muy claro de que la metodología tiene valor y debería seguir desarrollándose. Igualmente se pone de manifiesto que la encuesta puede ser útil para visualizar el aprendizaje en todas las asignaturas prácticas, ello permitiría disponer de datos comparativos de distintas metodologías en las asignaturas experimentales. Estos estudios comparativos facilitan la obtención de las metodologías y actividades más idóneas para obtener los objetivos previstos en la titulación.

Nivel previo para los resultados de aprendizaje:

(Competencia) Resultado de aprendizaje	Antes
(T3) Utilizar correctamente las normas gramaticales, ortográficas y sintácticas en sus escritos.	3,80
(T8) Capacidad de liderar y tomar decisiones	3,50
(T3) Expresión visual: póster, powerpoint, mapas conceptuales, diagramas,	3,45
(T3) Sintetizar y estructurar la información en las presentaciones orales	3,30
(T10) Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo	3,20
(T3) Expresión oral: dinámica en la exposición (lenguaje corporal, interacción con la audiencia,)	3,20
(T7) Promover el trabajo cooperativo para organizar eficazmente tiempos, recursos y tareas	3,15
(T3) Sintetizar y estructurar la información en los documentos escritos	3,15
(T8) Capacidad para proporcionar ideas útiles en las discusiones y ofrecer soluciones a los problemas	3,10
(T5) Calibrar los instrumentos de medida necesarios para el experimento	3,10
(T9) Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros	3,05
(T8) Capacidad para gestionar el tiempo, trabajando en mayor o menor grado con la suficiente previsión	3,00
(T5) Tratar e interpretar correctamente los datos obtenidos en el laboratorio	3,00
(T10) Actitud crítica frente al propio conocimiento	3,00
(T6) Utilizar modelos matemáticos para describir los resultados	3,00
(T10) Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis	2,95
(T6) Argumentar los resultados y extraer conclusiones	2,95
(T5) Registrar y documentar de forma sistemática y fiable, datos bibliográficos, resultados experimentales,	2,95
(T9) Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas	2,90
(T7) Actuación flexible y dialogante en situaciones problemáticas	2,90
(T9) Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas	2,90
(T7) Influir positivamente generando motivación e implicación del grupo	2,90
(T8) Capacidad de gestionar y planificar el trabajo de grupo	2,90
(T9) Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos	2,85
(T2) Planificar y ejecutar los experimentos	2,75
(T5) Expresar correctamente datos y resultados (tablas, gráficos, descripciones, errores, fiabilidad,)	2,75
(T7) Valorar posibilidades de mejora durante y al final del proyecto para obtener los mejores resultados	2,75
(T6) Optimizar los medios y las condiciones para la ejecución de experimentos posteriores	2,70
(T10) Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión de los errores	2,70
(T9) Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará	2,65
(T6) Utilizar los modelos para hacer predicciones, simulaciones, cálculos, etc.	2,65
(T2) Analizar el grado de consecución de las acciones planificadas	2,60
(T2) Buscar la información necesaria para el desarrollo de los experimentos	2,55
(T2) Desarrollar las acciones apropiadas para la realización de las actividades de laboratorio	2,45
(T6) Identificar los problemas y proponer soluciones durante el trabajo experimental	2,35
(T6) Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez del mismo	2,35

Nivel final para los resultados de aprendizaje:

(Competencia) Resultado de aprendizaje	Antes	Después
(T8) Capacidad para gestionar el tiempo, trabajando en mayor o menor grado con la suficiente previsión	3,00	4,40
(T10) Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo	3,20	4,35
(T7) Promover el trabajo cooperativo para organizar eficazmente tiempos, recursos y tareas	3,15	4,35
(T8) Capacidad para proporcionar ideas útiles en las discusiones y ofrecer soluciones a los problemas	3,10	4,30
(T3) Utilizar correctamente las normas gramaticales, ortográficas y sintácticas en sus escritos.	3,80	4,25
(T8) Capacidad de liderar y tomar decisiones	3,50	4,25
(T3) Expresión visual: póster, powerpoint, mapas conceptuales, diagramas,	3,45	4,20
(T2) Planificar y ejecutar los experimentos	2,75	4,20
(T5) Calibrar los instrumentos de medida necesarios para el experimento	3,10	4,15
(T3) Sintetizar y estructurar la información en las presentaciones orales	3,30	4,10
(T10) Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis	2,95	4,10
(T6) Identificar los problemas y proponer soluciones durante el trabajo experimental	2,35	4,10
(T5) Tratar e interpretar correctamente los datos obtenidos en el laboratorio	3,00	4,05
(T9) Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas	2,90	4,05
(T2) Desarrollar las acciones apropiadas para la realización de las actividades de laboratorio	2,45	4,05
(T9) Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros	3,05	4,00
(T6) Argumentar los resultados y extraer conclusiones	2,95	4,00
(T7) Actuación flexible y dialogante en situaciones problemáticas	2,90	4,00
(T9) Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas	2,90	4,00
(T6) Optimizar los medios y las condiciones para la ejecución de experimentos posteriores	2,70	4,00
(T9) Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará	2,65	4,00
(T3) Sintetizar y estructurar la información en los documentos escritos	3,15	3,95
(T7) Influir positivamente generando motivación e implicación del grupo	2,90	3,95
(T8) Capacidad de gestionar y planificar el trabajo de grupo	2,90	3,95
(T9) Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos	2,85	3,95
(T3) Expresión oral: dinámica en la exposición (lenguaje corporal, interacción con la audiencia,)	3,20	3,90
(T5) Expresar correctamente datos y resultados (tablas, gráficos, descripciones, errores, fiabilidad,)	2,75	3,90
(T7) Valorar posibilidades de mejora durante y al final del proyecto para obtener los mejores resultados	2,75	3,90
(T10) Actitud crítica frente al propio conocimiento	3,00	3,80
(T6) Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez del mismo	2,35	3,80
(T2) Buscar la información necesaria para el desarrollo de los experimentos	2,55	3,75
(T5) Registrar y documentar de forma sistemática y fiable, datos bibliográficos, resultados experimentales,	2,95	3,70
(T6) Utilizar los modelos para hacer predicciones, simulaciones, cálculos, etc.	2,65	3,70
(T2) Analizar el grado de consecución de las acciones planificadas	2,60	3,70
(T6) Utilizar modelos matemáticos para describir los resultados	3,00	3,65
(T10) Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión de los errores	2,70	3,60

Incremento producido en el nivel de los resultados de aprendizaje:

(Competencia) Resultado de aprendizaje	Antes	Después	ΔC
(T6) Identificar los problemas y proponer soluciones durante el trabajo experimental	2,35	4,10	1,75
(T2) Desarrollar las acciones apropiadas para la realización de las actividades de laboratorio	2,45	4,05	1,60
(T2) Planificar y ejecutar los experimentos	2,75	4,20	1,45
(T6) Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez del mismo	2,35	3,80	1,45
(T8) Capacidad para gestionar el tiempo, trabajando en mayor o menor grado con la suficiente previsión	3,00	4,40	1,40
(T9) Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará	2,65	4,00	1,35
(T6) Optimizar los medios y las condiciones para la ejecución de experimentos posteriores	2,70	4,00	1,30
(T2) Buscar la información necesaria para el desarrollo de los experimentos	2,55	3,75	1,20
(T7) Promover el trabajo cooperativo para organizar eficazmente tiempos, recursos y tareas	3,15	4,35	1,20
(T8) Capacidad para proporcionar ideas útiles en las discusiones y ofrecer soluciones a los problemas	3,10	4,30	1,20
(T5) Expresar correctamente datos y resultados (tablas, gráficos, descripciones, errores, fiabilidad,)	2,75	3,90	1,15
(T7) Valorar posibilidades de mejora durante y al final del proyecto para obtener los mejores resultados	2,75	3,90	1,15
(T9) Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas	2,90	4,05	1,15
(T10) Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis	2,95	4,10	1,15
(T10) Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo	3,20	4,35	1,15
(T2) Analizar el grado de consecución de las acciones planificadas	2,60	3,70	1,10
(T7) Actuación flexible y dialogante en situaciones problemáticas	2,90	4,00	1,10
(T9) Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos	2,85	3,95	1,10
(T9) Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas	2,90	4,00	1,10
(T5) Calibrar los instrumentos de medida necesarios para el experimento	3,10	4,15	1,05
(T6) Utilizar los modelos para hacer predicciones, simulaciones, cálculos, etc.	2,65	3,70	1,05
(T7) Influir positivamente generando motivación e implicación del grupo	2,90	3,95	1,05
(T8) Capacidad de gestionar y planificar el trabajo de grupo	2,90	3,95	1,05
(T5) Tratar e interpretar correctamente los datos obtenidos en el laboratorio	3,00	4,05	1,05
(T6) Argumentar los resultados y extraer conclusiones	2,95	4,00	1,05
(T9) Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros	3,05	4,00	0,95
(T10) Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión errores	2,70	3,60	0,90
(T3) Sintetizar y estructurar la información en los documentos escritos	3,15	3,95	0,80
(T3) Sintetizar y estructurar la información en las presentaciones orales	3,30	4,10	0,80
(T10) Actitud crítica frente al propio conocimiento	3,00	3,80	0,80
(T3) Expresión visual: póster, powerpoint, mapas conceptuales, diagramas,	3,45	4,20	0,75
(T5) Registrar y documentar de forma sistemática y fiable, datos bibliográficos, resultados exp,	2,95	3,70	0,75
(T8) Capacidad de liderar y tomar decisiones	3,50	4,25	0,75
(T3) Expresión oral: dinámica en la exposición (lenguaje corporal, interacción con la audiencia,)	3,20	3,90	0,70
(T6) Utilizar modelos matemáticos para describir los resultados	3,00	3,65	0,65
(T3) Utilizar correctamente las normas gramaticales, ortográficas y sintácticas en sus escritos.	3,80	4,25	0,45

El mismo estudio se ha realizado para las competencias globales. El nivel de cada una de las competencias valoradas por los alumnos, se ha obtenido partiendo del promedio de los valores aportados para cada uno de los resultados del aprendizaje apuntados en cada competencia.

apuntados en cada competencia.			
T2: organización y planificación	Antes	Después	ΔC
Valoración global de la competencia T2: organización y planificación	2,59	3,93	1,34
Desarrollar las acciones apropiadas para la realización de las actividades de laboratorio	2,45	4,05	1,6
Planificar y ejecutar los experimentos	2,75	4,2	1,45
Buscar la información necesaria para el desarrollo de los experimentos	2,55	3,75	1,2
Analizar el grado de consecución de las acciones planificadas	2,6	3,7	1,1
T3: comunicarse con fluidez de manera oral y escrita	Antes	Después	ΔC
Valoración global de la competencia T3: comunicarse con fluidez de manera oral y escrita	3,38	4,08	0,70
Sintetizar y estructurar la información en los documentos escritos	3,15	3,95	0,8
Sintetizar y estructurar la información en las presentaciones orales	3,3	4,1	0,8
Expresión visual: póster, powerpoint, mapas conceptuales, diagramas,	3,45	4,2	0,75
Expresión oral: dinámica en la exposición (lenguaje corporal, interacción con la audiencia,)	3,2	3,9	0,7
Utilizar correctamente las normas gramaticales, ortográficas y sintácticas en sus escritos.	3,8	4,25	0,45
T5: gestión de datos y gen. de inform./conocim.	Antes	Después	ΔC
Valoración global de la competencia T5: gestión de datos y gen. de inform./conocim.	2,95	3,95	1,00
Expresar correctamente datos y resultados (tablas, gráficos, descripciones, errores, fiabilidad,)	2,75	3,9	1,15
Calibrar los instrumentos de medida necesarios para el experimento Tratar e interpretar correctamente los datos obtenidos en el laboratorio	3,1	4,15	1,05
Registrar y documentar de forma sistemática y fiable, datos bibliográficos, resultados experimentales,	3	4,05	1,05
	2,95	3,7	0,75
T6: resolución de problemas	Antes	Después	ΔC
Valoración global de la competencia T6: resolución de problemas	2,67	3,88	1,21
Identificar los problemas y proponer soluciones durante el trabajo experimental	2,35	4,1	1,75
Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez del mismo	2,35	3,8	1,45
Optimizar los medios y las condiciones para la ejecución de experimentos posteriores	2,7	4	1,3
Utilizar los modelos para hacer predicciones, simulaciones, cálculos, etc.	2,65	3,7	1,05
Argumentar los resultados y extraer conclusiones	2,95	4	1,05
Utilizar modelos matemáticos para describir los resultados	3	3,65	0,65
T7: adaptarse a nuevas situaciones y tomar decisiones	Antes	Después	ΔC
Valoración global de la competencia T7: adaptarse a nuevas situaciones y tomar decisiones	2,93	4,05	1,13
Promover el trabajo cooperativo para organizar eficazmente tiempos, recursos y tareas	3,15	4,35	1,2
Valorar posibilidades de mejora durante y al final del proyecto para obtener los mejores resultados	2,75	3,9	1,15
Actuación flexible y dialogante en situaciones problemáticas	2,9	4	1,1
Influir positivamente generando motivación e implicación del grupo	2,9	3,95	1,05
T8: trabajo en equipo	Antes	Después	ΔC
Valoración global de la competencia T8: trabajo en equipo	3,13	4,23	1,10
Capacidad para gestionar el tiempo, trabajando en mayor o menor grado con la suficiente previsión	3	4,4	1,4
Capacidad para proporcionar ideas útiles en las discusiones y ofrecer soluciones a los problemas	3,1	4,3	1,2
Capacidad de gestionar y planificar el trabajo de grupo	2,9	3,95	1,05
Capacidad de liderar y tomar decisiones	3,5	4,25	0,75
T9: razonamiento crítico	Antes	Después	ΔC
		2007000	
Valoración global de la competencia TO: razonamiento crítico		4.00	
Valoración global de la competencia T9: razonamiento crítico	2,87	4,00	1,13
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará	2,87 2,65	4	1,35
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas	2,87 2,65 2,9	4 4,05	1,35 1,15
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos	2,87 2,65 2,9 2,85	4 4,05 3,95	1,35 1,15 1,1
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9	4 4,05 3,95 4	1,35 1,15 1,1 1,1
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05	4 4,05 3,95 4 4	1,35 1,15 1,1 1,1 0,95
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes	4 4,05 3,95 4 4 Después	1,35 1,15 1,1 1,1 0,95 ΔC
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96	1,35 1,15 1,1 1,1 0,95 ΔC 1,00
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes 2,96 2,95	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96 4,1	1,35 1,15 1,1 1,1 0,95 ΔC 1,00 1,15
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes 2,96 2,95 3,2	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96 4,1 4,35	1,35 1,15 1,1 1,1 0,95 ΔC 1,00 1,15 1,15
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión de los errores	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes 2,96 2,95 3,2 2,7	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96 4,1 4,35 3,6	1,35 1,15 1,1 1,1 0,95 ΔC 1,00 1,15 1,15 0,9
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes 2,96 2,95 3,2	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96 4,1 4,35 3,6 3,8	1,35 1,15 1,1 0,95 ΔC 1,00 1,15 1,15 0,9 0,8
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión de los errores	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes 2,96 2,95 3,2 2,7	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96 4,1 4,35 3,6	1,35 1,15 1,1 1,1 0,95 AC 1,00 1,15 1,15 0,9
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión de los errores	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes 2,96 2,95 3,2 2,7	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96 4,1 4,35 3,6 3,8	1,35 1,15 1,1 0,95 ΔC 1,00 1,15 1,15 0,9 0,8
Reflexionar y evaluar el propio conocimiento sobre la temática que se trabajará Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad técnica de las propuestas Identificar cuestiones o dudas sobre contenidos, diseños o procedimientos Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas Evaluar el proceso de aprendizaje propio y de los compañeros T10: capacidad de aprendizaje autónomo Valoración global de la competencia T10: capacidad de aprendizaje autónomo Aplicar habilidades cognitivas como la observación, la comparación, el análisis Automotivación: se siente interés por la tarea y competente para llevarla a cabo Planificación del aprendizaje mediante la comprobación de los propios resultados; gestión de los errores Actitud crítica frente al propio conocimiento	2,87 2,65 2,9 2,85 2,9 3,05 Antes 2,96 2,95 3,2 2,7 3 Antes	4 4,05 3,95 4 4 Después 3,96 4,1 4,35 3,6 3,8 Después	1,35 1,15 1,1 0,95 ΔC 1,00 1,15 1,15 0,9 0,8 ΔC

Si se estudian los valores globales de las competencias:

Competencias en función del nivel de entrada					
T3: comunicarse con fluidez de manera oral y escrita	3,38				
T8: trabajo en equipo	3,13				
T10: capacidad de aprendizaje autónomo	2,96				
T5: gestión de datos y gen. de inform./conocim.	2,95				
T7: adaptarse a nuevas situaciones y tomar decisiones	2,93				
T11: sensibilidad hacia temas medioambientales	2,88				
T9: razonamiento crítico	2,87				
D7: evaluar e implementar criterios de seguridad	2,75				
T6: resolución de problemas	2,67				
T2: organización y planificación	2,59				

A nivel global se reflejan las mismas tendencias que las observadas para los resultados del aprendizaje. Inicialmente, los alumnos solamente se valoran como aprobados en dos de las competencias estudiadas y con unas valoraciones muy bajas.

Competencias en función del nivel de salida	Antes	Después
T8: trabajo en equipo	3,13	4,23
T3: comunicarse con fluidez de manera oral y escrita	3,38	4,08
T7: adaptarse a nuevas situaciones y tomar decisiones	2,93	4,05
T9: razonamiento crítico	2,87	4,00
T10: capacidad de aprendizaje autónomo	2,96	3,96
T5: gestión de datos y gen. de inform./conocim.	2,95	3,95
T2: organización y planificación	2,59	3,93
T6: resolución de problemas	2,67	3,88
D7: evaluar e implementar criterios de seguridad	2,75	3,69
T11: sensibilidad hacia temas medioambientales	2,88	3,25

Después del desarrollo de la asignatura todas las competencias son valoradas por encima de 3 y una mayoría con valores superiores o cercanos al 4.

Competencias en función del nivel de mejora alcanzado	Antes	Después	ΔC
T2: organización y planificación	2,59	3,93	1,34
T6: resolución de problemas	2,67	3,88	1,21
T9: razonamiento crítico	2,87	4,00	1,13
T7: adaptarse a nuevas situaciones y tomar decisiones	2,93	4,05	1,13
T8: trabajo en equipo	3,13	4,23	1,10
T5: gestión de datos y gen. de inform./conocim.	2,95	3,95	1,00
T10: capacidad de aprendizaje autónomo	2,96	3,96	1,00
D7: evaluar e implementar criterios de seguridad	2,75	3,69	0,94
T3: comunicarse con fluidez de manera oral y escrita	3,38	4,08	0,70
T11: sensibilidad hacia temas medioambientales	2,88	3,25	0,38

Los incrementos autovalorados en la mejora del nivel de competencia son superiores a 1 (25% sobre el nivel inicial) en una amplia mayoría de las competencias. Solamente tres competencias están por debajo de 1 y solamente una está por debajo de 0,5.

Se podría concluir que el desarrollo de la asignatura ha mejorado claramente todas las competencias trabajadas salvo la T11 – Sensibilidad hacia temas medioambientales. Es evidente que para próximos cursos habría que trabajar más intensamente esta competencia.

El análisis detallado de los resultados obtenidos permitirá, en próximos cursos, mejorar significativamente la metodología empleada con el objetivo de alcanzar mayores resultados en el aprendizaje.

6.2. VALORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES VINCULADAS AL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS

Finalmente se ha realizado una encuesta para medir el grado en el que las distintas actividades desarrolladas en la asignatura han contribuido a la mejora de los resultados del aprendizaje.

En la encuesta se solicitó a los alumnos una valoración, en una escala de Liker, del grado en que las distintas actividades han contribuido a la mejora de cada una de las competencias. Para un análisis más significativo de la participación de las actividades se eliminaron todas las respuestas con un 3. Para próximos años se recomienda utilizar una escala par que fuerce a los alumnos a una valoración real del impacto de la actividad.

5- Contribución excelente 4- Contribución muy buena 3- Contribución bueno 2- Contribución regular 1- Contribución mala o nula	T2 - Capacidad de organización y planificación	T3 - Capacidad para comunicarse con fluidez de manera oral y escrita	T5 - Capacidad para la gestión de datos y la generación de información /conocimiento	T6 - Capacidad para la resolución de problemas	T7 - Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones y tomar decisiones	T8 - Capacidad para trabajar en equipo	T9 - Capacidad de razonamiento crítico	T11 - Capacidad de Sensibilidad hacia temas medioambientales	D7 - Evaluar e implementar criterios de seguridad
Buscar información y estudio del fundamento teórico									
Identificar variables y funcionamiento del sistema bajo estudio									
Trabajo de diseño y planificación de experimentos									
Ejecutar Experimentos									
Comunicación con el grupo ejecutor									
Análisis y valoración de los datos experimentales									
Elaboración de informes									
Presentaciones orales									

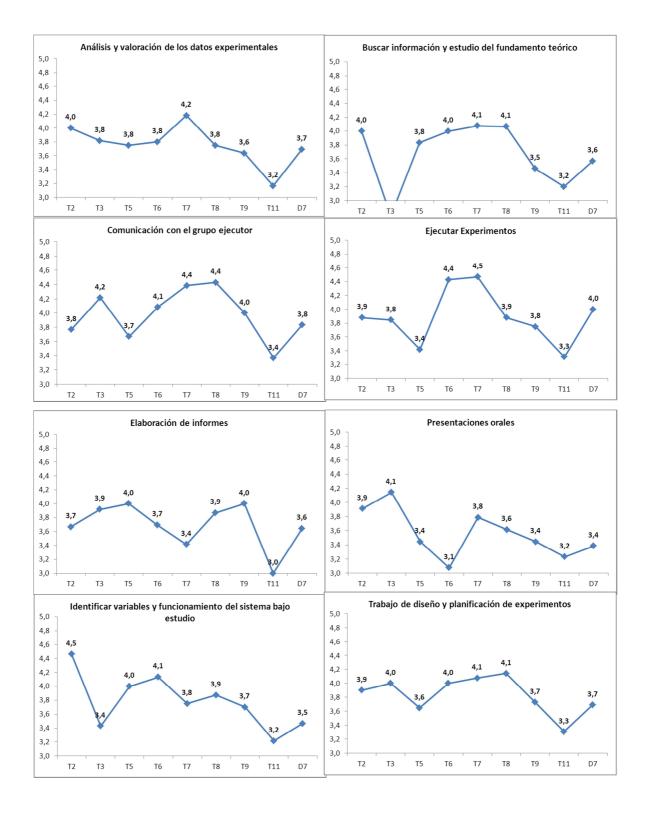
ACTIVIDAD	T2	T3	T5	T6	T7	T8	T9	T11	D7
Análisis y valoración de los datos experimentales	4,00	3,82	3,75	3,80	4,18	3,75	3,64	3,17	3,69
Buscar información y estudio del fundamento teórico	4,00	2,78	3,83	4,00	4,08	4,07	3,46	3,20	3,57
Comunicación con el grupo ejecutor	3,76	4,21	3,67	4,08	4,38	4,43	4,00	3,36	3,83
Ejecutar Experimentos	3,88	3,85	3,42	4,43	4,47	3,88	3,75	3,31	4,00
Elaboración de informes	3,67	3,92	4,00	3,69	3,42	3,87	4,00	3,00	3,64
Identificar variables y función. del sistema bajo estudio	4,46	3,43	4,00	4,13	3,75	3,88	3,70	3,21	3,47
Presentaciones orales	3,91	4,14	3,44	3,08	3,79	3,62	3,44	3,23	3,38
Trabajo de diseño y planificación de experimentos	3,90	4,00	3,65	4,00	4,08	4,14	3,73	3,31	3,69
Total general	3,94	3,81	3,72	3,90	4,04	3,95	3,71	3,23	3,65

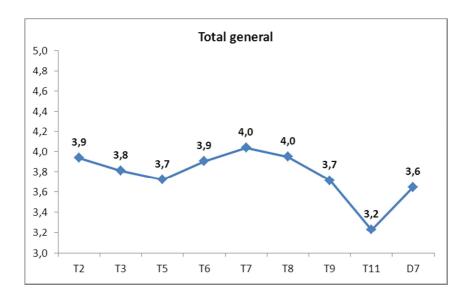
En verde se han resaltado las valoraciones por encima de la media de todas las valoraciones. El propio valor de la media 3,77 ya aporta información sobre la buena valoración general que reciben las actividades realizadas durante el desarrollo de la asignatura. Se puede apreciar que solamente una actividad en una competencia tiene una aportación que los alumnos califican como regular 2,78. También se aprecia que los alumnos no valoran que exista una contribución destacable a la competencia T11 lo que justifica el bajo nivel del aprendizaje en esta competencia.

También se observa que todas las competencias tienen diferentes actividades que contribuyen a su mejora y que todas las actividades están dirigidas hacia la mejora de varias competencias.

En resumen la metodología utilizada es valorada muy positivamente por los alumnos en cuanto a la incidencia que tiene en el nivel de aprendizaje que ellos perciben.

Finalmente se aportan unas gráficas que facilitan el análisis de las distintas actividades en cuanto a su incidencia sobre el aprendizaje en cada una de las competencias trabajadas.





ANEXOS

PI2_12_018_Anexo 1.pdf. Rubricas de Evaluación PI2_12_018_Anexo 1.pdf. Manual de prácticas

REFERENCIAS

- 1. HTTP://CIENCIAS.UCA.ES/TITULACIONES/GIQ HTML/
- 2. LIBRO BLANCO "TÍTULO DE GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA"; ANECA (JULIO 2005)
- OVEJERO, A. EL APRENDIZAJE COOPERATIVO. UNA ALTERNATIVA EFICAZ A LA ENSEÑANZA TRADICIONAL. BARCELONA: PROMOCIONES Y PUBLICACIONES UNIVERSITARIAS, S.A., 1990.
- 4. BOWEN, C.W. A QUANTITATIVE LITERATURE REVIEW OF COOPERATIVE LEARNING EFFECTS ON HIGH SCHOOL AND COLLEGE CHEMISTRY ACHIEVEMENT. J. CHEM. ED., 2000, 77, 116-119.
- 5. PUJOLÀS MASET, P. EL APRENDIZAJE COOPERATIVO: ALGUNAS PROPUESTAS PARA ORGANIZAR DE FORMA COOPERATIVA EL APRENDIZAJE EN EL AULA. LABORATORIO DE PSICOPEDAGOGÍA. UNIVERSIDAD DE VIC. ZARAGOZA **2002**.
- 6. JOHNSON, D.W., JOHNSON, R.T., HOLUBEC, E.J. EL APRENDIZAJE COOPERATIVO EN EL AULA. BUENOS AIRES: PAIDÓS, 1999.
- 7. PARRILLA, A.: EL PROFESOR ANTE LA INTEGRACIÓN ESCOLAR: INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN. CAPITAL FEDERAL (ARGENTINA): ED. CINCEL 1992
- 8. ECHEITA, G. Y MARTÍN, E. *INTERACCIÓN SOCIAL Y APRENDIZAJE*. EN COLL, C. **1999**., PALACIOS, J. Y MARCHESI, A. (COMP.): *DESARROLLO PSICOLÓGICO Y EDUCACIÓN*. VOL. III. MADRID: ALIANZA, 49-67.
- 9. JOHNSON, P.A. PROBLEM-BASED, COOPERATIVE LEARNING IN THE ENGINEERING CLASSROOM. JOURNAL OF PROFESSIONAL ISSUES IN ENGINEERING EDUCATION AND PRACTICE, 1999, 125, 8-11.
- 10. HALLER, C. DYNAMICS OF PEER EDUCATION IN COOPERATIVE LEARNING WORKGROUPS. JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION, 2000, 89 (3), 285-293.
- 11. SERRANO, J.M., CALVO, M.T. APRENDIZAJE COOPERATIVO. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DIMENSIONAL. MURCIA: CAJA MURCIA OBRA CULTURAL, 1994.
- 12. JACKSON, R.P. Y WALTERS, J.P. ROLE-PLAYING IN ANALYTICAL CHEMISTRY I: THE ALUMNI SPEAK. JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION, 2000, 77 (8), 1019-1025.
- 13. DEAVOR, J.P. ROLE-PLAYING IN THE QUANTITATIVE ANALYSIS LAB. JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION, 1994, 71 (11), 980-982.
- 14. MONZÓ FUSTER, M. TRAVER M, JOAN, APRENDIZAJE COOPERATIVO EN INGENIERÍA QUÍMICA. UNA EXPERIENCIA DOCENTE;; UNIVERSITAT JAUME I 2007; http://giac.upc.es/jac10/07/61.pdf
- 15. CONTAT, L. VALLÉS, A., VILAPLANA, F., MARTÍNEZ, A., FUENTES, P., RIBES, A. EXPERIMENTACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA: APRENDIZAJE DE LA TERMODINÁMICA POR EL DESCUBRIMIENTO GUIADO. **2008**; *DEPARTAMENTO DE TERMODINÁMICA APLICADA Y DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y NUCLEAR*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- 16. GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN LOS TRABAJOS FIN DE ESTUDIOS EN LAS INGENIERÍAS.; AGÈNCIA DE QUALITAT DEL SISTEMA UNIVERSITARI DE CATALUNYA (AQU) Y EL MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN **2008.**

ANEXO 1

Rúbrica 1: Evaluación del trabajo de laboratorio por equipo Director

	EVALUACIÓN AL EQUIPO EJECUTOR	Valoración					
	El equipo ejecutor entiende el funcionamiento del equipo y las condiciones experimentales específicas que hay						
å å	que analizar y los parámetros que hay que medir y controlar.						
	El equipo ejecutor realiza los experimentos y las medidas según las especificaciones recibidas						
Criterios Evaluaci	El equipo ejecutor informa de las incidencias que se hayan producido durante la realización del experimento,						
	demostrando espíritu crítico.						
	El equipo ejecutor presenta los resultados en el tiempo y en la forma establecidos						
	Calificación final equipo ejecutor						

⁵⁻Excelente, 4-Muy bueno, 3-Bueno 2-Regular, 1-Malo

Rúbrica 2: Evaluación del trabajo de laboratorio por equipo Ejecutor

	EVALUACIÓN AL EQUIPO SUPERVISOR (Rúbrica 2)	Valoración						
	El equipo supervisor conoce el equipo con el que se trabaja y las variables de operación y ha explicado claramente							
a -	el funcionamiento y los objetivos de la práctica							
s de	El equipo supervisor planifica la ejecución de los experimentos y gestiona y revisa los datos obtenidos por el grupo							
rios								
' = >	Selection							
12 m	El equipo supervisor toma las decisiones que hagan falta durante la ejecución del experimento, según los							
	resultados obtenidos, los errores de planificación, las demoras en la finalización de las tareas programadas,etc.							
	Calificación final equipo supervisor							

⁵⁻Excelente, 4-Muy bueno, 3-Bueno 2-Regular, 1-Malo

Rúbrica 3. Evaluación del trabajo Post-laboratorio al equipo Ejecutor por Profesores y Equipo Director

Aspectos a Evaluar	Pesos	Resultados del Aprendizaje										Calificación		
Calidad de los experimentos realizados	25%	La técnica y/o la operación no se ha aplicado adecuadamente a la hora de ejectuar el experimento y se han aplicado correctamente las técnicas pero no han cumplido la planificación se han ejecut: correctamente to experimentos y aplicado las técnicas pero no han cumplido la planificación hacerlo.						experimento y se han aplicado correctamente las técnicas pero no han						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Calidad del registro y expresión de los resultados del experimento	25%	correct y se l mane herram	han utiliz era incorr	los datos ado de ecta las e medida	exp date he	oresado co os y resul se han correcta rramient	rido regis correctan Itados, po utilizado Imente la as de me I laborato	nente ero no es edida	registi correc result corr herram	rado ctam tado recta nien	adquirido, y expresado ente datos y s, utilizando amente las tas de medida el laboratorio			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Calidad de la interpretación de los resultados obtenidos	e la ción 25% El tratamiento y la interpretación de los datos y el análisis de los resultados no ha sido correcto para la co					ón de los recto pe os resulta	datos ro el ido ha	represe e correct obt analiza	enta inte tam cenio do l	n tratado do en gráficos rpretado ente los datos los y se ha a fiabilidad de dos obtenidos				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Presentación de los resultados	25%	No se han argumentado los resultados ni se han extraido conclusiones				La argumentación de los resultados ha sido correcta pero las conclusiones extraidas no han sido adecuadas					Se han argumentado los resultados y defendidas adecuadamente las conclusiones extraidas			
Calificación final	100%	1		,	7	J	U		3		10			

Rúbrica 4. Evaluación del trabajo Post-laboratorio al equipo Ejecutor por Profesores y Equipo Director

Aspectos a Evaluar	Pesos	Niveles de desempeño										Calificación
Calidad Técnica de la Presentación Oral	10%	Diapositivas de Power Point con errores de formato (texto excesivo, ilegible, colores y tonos inadecuados, mala alineación de objetos, etc).			Diapositivas con un formato correcto e incluye elementos dinámicos				Diapositivas que destacan por ser sencillas, concisas, completas, con un buen formato y un uso equilibrado de los elementos dinámicos			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Calidad de la Información aportada en la presentación oral	30%	Escasa de erro las ci Cá Discusi diseño	lucción irre atención a ores y al en fras signifio lculos errói ón insuficio o y planifica experiment	al cálculo npleo de cativas. neos. ente. Mal ación de	Los cálculos están bien realizados, pero los resultados no se comentan adecuadamente. Presentan una aceptable planificación de experimentos				Se nota que dominan la práctica aportando opiniones y soluciones a los problemas encontrados en el equipo. Buen diseño y planificación de experimentos			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Defensa del Proyecto	40%	comp pu	na preparad prende el te eden respo ecuadamer preguntas	ema. No onder nte a	Preparada aunque con algunas carencias. Algunos conocimientos del tema y algunas lagunas. Responden satisfactoriamente a algunas preguntas.				Bien preparada. Nivel de conocimientos sobre el tema alto. Capaz de responder a preguntas de forma razonada y satisfactoria.			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Formato de la memoria escrita	10%	s hoi es infor localiz	ntación des in un forma mogéneo. I tructura bio mación y e ar los asped importante	ato No se en la s difícil ctos más es.	Presentación pulcra. Estructura de la información aceptable. Resalta algunos de los aspectos más importantes.				Presentación cuidada y atractiva. Documento muy bien estructurado y sintetizado. Resultados y conclusiones más importantes bien resaltados.			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Calidad del contenido de la memoria escrita	10%	entre d Intr irrele aport pa result	uilibrio imp las distinta el documei oducción te evante. Esca aciones raz ara justifica ados. Ause conclusione	s partes nto. eórica asez de conadas r los encia de es.	Equilibrio aceptable entre las distintas partes del documento. Introducción teórica ajustada. Algunas aportaciones que denotan una buena compresión de los resultados. Conclusiones, aunque no todas correctas.				Documento con una equilibrada distribución entre las partes. Introducción teórica concreta, concisa y acertada. Se percibe una buena comprensión del proceso a través de las aportaciones utilizadas para justificar los resultados. Conclusiones correctas y ajustadas a los experimentos.			
Calificación		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
final	100%											

ANEXO 2

Práctica

Manual de la Práctica para equipo Director

Datos generales de la actividad

Materia/asignatura: Experimentación en Ingeniería Química II

Nombre de la actividad:

Competencias que desarrolla:

Tiempo de dedicación media del alumnado a la actividad:

Pre-laboratorio: Durante el laboratorio: Post-laboratorio:

Desarrollo de la actividad

Contenidos que se trabajan en la actividad

- Planificación y programación de experimentos
- Investigación de bibliografía específica
- Recogida de datos
- Interpretación y validación de resultados
- Elaboración de informe

Objetivos y Resultados del aprendizaje

Al finalizar la práctica el alumno debe de ser capaz de:

• Objetivos y los resultados del aprendizaje esperados para esta actividad sobre las competencias específicas y transversales

Trabajo Pre-laboratorio

Durante el pre-laboratorio, el objetivo principal es que el alumno tome conciencia de lo que hará en el laboratorio y de los resultados que se esperan. Con esto se pretende evitar que el alumno llegue al laboratorio y aplique una receta. Por ello el alumno, previa a su entrada en el laboratorio deberá haber leído el guion de laboratorio de la práctica, estudiar las variables de operación del equipo así como su influencia haciendo un trabajo previo de diseño y planificación de los experimentos, y repasar los conceptos teóricos de la operación de separación en cuestión.

Además del estudio y búsqueda de información del equipo correspondiente el alumno tendrá que plantear las siguientes cuestiones:

- Hipótesis que se plantean
- Las variables de entrada y cuáles las variables de respuesta del sistema que se estudia
- Variables que tienen que estar explícitamente fijadas
- Trabajo de diseño y planificación de experimentos

Trabajo de laboratorio

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Condiciones de operación seguras y extremas. Alternativa frente a imprevistos.
- Secuencia de operación y puesta en marcha de la experiencia.
- Tiempo para que el equipo entre en estado estacionario.
- Tiempo de respuesta del equipo frente a perturbaciones.
- Calibración de instrumentos y aparatos de medición.
- Estimación y fuentes de error.
- Tomar muestras adecuadamente y medir en forma analítica.
- ¿Cuántos experimentos y muestreos debo realizar? 3 puntos no es suficiente para hacer unas buenas predicciones.
- Graficar los datos monitoreados inmediatamente con el objetivo de comprender lo que esta pasando, corregir errores a tiempo y revisar los intervalos de muestreo definidos.
- Involucrar a todos los integrantes del grupo durante la preparación del experimento, el trabajo de laboratorio y el análisis y la discusión de resultados.

Instalación

Información y características del equipo.

Procedimiento operativo.

Manual de funcionamiento del equipo

Método de análisis

Descripción de los métodos de análisis para la determinación de variables de interés

Trabajo de post-laboratorio

En el informe debe de recogerse los siguientes puntos:

- Plan de trabajo identificando problemas y buscando soluciones
- Calcular el rendimiento, grado de separación logrado, % de pérdida de calor en el equipo.
- Comprobar hipótesis planteadas
- Tratar e interpretar correctamente los datos experimentales
- Representar e interpretar gráficos correctamente
- Analizar los resultados obtenidos
- Escoger un modelo matemático que describa los resultados obtenidos.
- Calcular los parámetros del modelo y ajustarlos a los datos experimentales

- Utilizar el modelo para hacer cálculos y proyectar
- Argumentar los resultados y sacar conclusiones
- Comparación de los resultados con los valores obtenidos en la literatura científica y otras experiencias similares.
- Tomar decisiones en función de las conclusiones.
- Comunicar y defender decisiones.
- Estimación de costos en materiales y suministros requeridos para operar el equipo.

Práctica

Manual de la Práctica para equipo Ejecutor

Datos generales de la actividad

Materia/asignatura: Experimentación en Ingeniería Química II

Nombre de la actividad:

Competencias que desarrolla:

Tiempo de dedicación media del alumnado a la actividad:

Pre-laboratorio: Durante el laboratorio: Post-laboratorio:

Desarrollo de la actividad

Contenidos que se trabajan en la actividad

- Planificación y programación de experimentos
- Investigación de bibliografía específica
- Recogida de datos
- Interpretación y validación de resultados
- Elaboración de informe

Objetivos y Resultados del aprendizaje

Al finalizar la práctica el alumno debe de ser capaz de:

• Objetivos y los resultados del aprendizaje esperados para esta actividad sobre las competencias específicas y transversales

Trabajo de laboratorio

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Condiciones de operación seguras y extremas. Alternativa frente a imprevistos.
- Secuencia de operación y puesta en marcha de la experiencia.
- Tiempo para que el equipo entre en estado estacionario.
- Tiempo de respuesta del equipo frente a perturbaciones.
- Calibración de instrumentos y aparatos de medición.
- Estimación y fuentes de error.
- Tomar muestras adecuadamente y medir en forma analítica.
- Involucrar a todos los integrantes del grupo durante la preparación del experimento, el trabajo de laboratorio y el análisis y la discusión de resultados.

Instalación

Información y características del equipo.

Procedimiento operativo.

Manual de funcionamiento del equipo

Método de análisis

Descripción de los métodos de análisis para la determinación de variables de interés

Trabajo de post-laboratorio

En el informe debe de recogerse los siguientes puntos:

- Calcular el rendimiento, grado de separación logrado, % de pérdida de calor en el equipo.
- Tratar e interpretar correctamente los datos experimentales
- Representar e interpretar gráficos correctamente
- Analizar los resultados obtenidos
- Comunicar y defender los resultados.