

## ANEXO 4. EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE LABORATORIO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

### 4.1. Ejemplo 5. Experimento: cinética de la reacción entre los iones yoduro y peroxodisulfato

#### 4.1.1. Ficha de diseño de actividad del experimento: cinética de la reacción entre los iones yoduro y peroxodisulfato

DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD	
<b>MATERIA/ASIGNATURA:</b> Experimentación en Ingeniería Química	
<b>NIVEL COMPETENCIAL:</b> 2 y 3	<b>COMPONENTES DE LA COMPETENCIA:</b> todos
<b>Nº DE ACTIVIDAD:</b> 2	<b>NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:</b> cinética de la reacción entre los iones yoduro y peroxodisulfato
<b>TIEMPO DE DEDICACIÓN DEL/ DE LA ESTUDIANTE A LA ACTIVIDAD</b>	
Prelaboratorio: 6 horas                      Durante laboratorio: 4 horas                      Postlaboratorio: 8 horas	
DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	
CONTENIDOS QUE SE TRABAJAN EN LA ACTIVIDAD	
<p><b>Experimento 2:</b> cinética de la reacción entre los iones yoduro y peroxodisulfato</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conceptos relativos a la cinética de una reacción química: orden de reacción parcial y total, constante de velocidad</li> <li>▪ Influencia de la concentración y la temperatura en la velocidad de una reacción química</li> <li>▪ Cálculos gráficos para determinar, a partir de la regresión lineal, la ecuación cinética de la reacción y los datos correspondientes a la ecuación de Arrhenius</li> <li>▪ Utilización de los modelos escogidos para determinar concentraciones en otras condiciones (extrapolación)</li> <li>▪ Manipulación con seguridad e higiene de materiales, reactivos y residuos químicos</li> <li>▪ Seguimiento adecuado de los procedimientos estándares y uso adecuado de la instrumentación básica del laboratorio químico</li> </ul>	
OBJETIVOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
<p>Objetivos y resultados de aprendizaje propios de la actividad:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la influencia de la temperatura y la concentración en la velocidad de reacción.</li> <li>2. Establecer una correlación entre la concentración y la velocidad de reacción.</li> <li>3. Establecer una correlación entre la concentración y el tiempo de reacción.</li> <li>4. Establecer una correlación entre la temperatura y la velocidad de reacción.</li> <li>5. Establecer una correlación entre la temperatura y el tiempo de reacción.</li> <li>6. Establecer una ecuación cinética idónea para la reacción que se estudia.</li> <li>7. Utilizar la ecuación obtenida para deducir resultados en nuevas condiciones de operación.</li> </ol> <p>Los objetivos y resultados de aprendizaje esperados para esta actividad sobre la competencia específica "Aplicar el método científico para la resolución de un problema en el ámbito de la Ingeniería de la</p>	

Reacción Química" son los que se especifican en la rúbrica de los niveles competenciales 2 y 3.

#### METODOLOGÍA DE LA ACTIVIDAD

Con el objetivo de que el alumnado sitúe el experimento en el mundo real, se le plantea el problema como una alternativa a la forma de obtener yodo con la finalidad de producir tintura de yodo. En este sentido se hace necesario conocer la cinética de la reacción propuesta.

La actividad se ha programado en tres momentos:

- *Prelaboratorio*: consiste en cuestiones relativas al planteamiento de la reacción y a la posible forma de seguir la evolución. En este momento se eligen las disoluciones, el material de laboratorio y la estrategia que se tiene que seguir.
- *Durante laboratorio*: realización del experimento en las condiciones escogidas por parejas, toma de datos experimentales y comprobación de algunas hipótesis.
- *Postlaboratorio*: interpretación de datos obtenidos en el laboratorio, comprobación de hipótesis, extracción de conclusiones y toma de decisiones.

#### EVALUACIÓN: ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS, CRITERIOS Y CALIFICACIÓN

Antes de iniciar el trabajo de laboratorio, tiene lugar una sesión presencial en la que el profesorado comprueba, a través de cuestiones orales, el contenido trabajado y revisa, a través del **informe prelaboratorio**, el desarrollo de la competencia específica en esta actividad concreta.

La valoración del trabajo en el laboratorio se hace mediante el **registro de la observación directa** tanto de la adquisición, el registro y la expresión adecuada de datos experimentales como de la ejecución del experimento. Al final del experimento cada pareja tiene que entregar un informe con los cálculos, los gráficos y los resultados obtenidos, que el profesorado tiene que devolver en la sesión siguiente corregidos con la retroacción correspondiente; con ello da la opción al estudiantado de volver a entregar el informe una segunda vez. Esta evaluación es principalmente formativa, ya que toda esta información servirá al alumnado para hacer una **prueba práctica final**, en la que en un tiempo limitado tiene que demostrar su grado de consecución de la competencia específica de laboratorio en el nivel competencial establecido en la actividad. Toda esta información también servirá para elaborar el informe postlaboratorio, en el que se tienen que hacer los cálculos que tienen que conducir a la toma de decisiones.

En la presentación de los informes por escrito (el de laboratorio y postlaboratorio) se valora la organización y el formato, el contenido, las aportaciones personales y la bibliografía, mediante una rúbrica detallada con los diferentes aspectos y criterios de calidad, que es pública para el alumnado desde el inicio del curso.

Como criterios de evaluación propios del nivel competencial, se utilizan los criterios establecidos en la rúbrica elaborada para los niveles competenciales 2 y 3

La **calificación** de esta actividad representa un 10% de la nota final, ya que es una de las prácticas iniciales de la asignatura.

Se prevé la valoración continua de la práctica mediante un mínimo de una sesión de seguimiento presencial del profesor o profesora con todo el grupo para evaluar el trabajo previo de laboratorio antes de pasar a ejecutar el experimento, con la retroacción formativa correspondiente.

### 4.1.2. Desarrollo del experimento: cinética de la reacción entre los iones yoduro y peroxodisulfato

#### a. Escenificación

La tintura de yodo es una solución entre un 3% y un 10% de yodo molecular (I<sub>2</sub>) en etanol, que se utiliza como desinfectante. El yodo se encuentra en pequeñas cantidades en el agua

de mar en forma de yoduros (I<sup>-</sup>). Para obtenerlo comercialmente se acostumbran a oxidar los yoduros con cloro gas, según la reacción  $2 I^- + Cl_2 (g) \rightarrow I_2 + 2 Cl^-$ .

Se quiere estudiar un sistema alternativo de obtención de yodo, utilizando como oxidante el peroxodisulfato (S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>). Tienen que determinar las mejores condiciones de tiempo y temperatura para llevar a cabo esta reacción

## b. Trabajo de prelaboratorio

Respondan las cuestiones siguientes después de leer el guión del experimento y antes de llevar a cabo el experimento en el laboratorio:

1. Planteen la reacción de estudio y consideren cómo se tiene que llevar a cabo el estudio experimental para poder hacer el seguimiento y llegar a determinar la cinética.
2. Planifiquen el material de laboratorio y los reactivos que necesitarán para llevar a cabo el ensayo: material de vidrio, disoluciones, etc.
3. Decidan en qué unidades se medirán: volumen, concentración... y hasta qué precisión se podrán medir.
4. Decidan cuáles son las variables de control y de respuesta del sistema y cuáles hay que fijar de entrada.
5. Planteen las posibles hipótesis para la ecuación cinética.
6. Deduzcan qué simplificaciones pueden hacer según las condiciones del ensayo.
7. Deduzcan las ecuaciones integradas que relacionan la concentración con el tiempo.
8. Decidan qué representación gráfica hay que hacer para obtener el orden de reacción y la constante de velocidad.
9. Escojan la ecuación que se tiene que utilizar para relacionar la temperatura con la velocidad de reacción.
10. Deduzcan la ecuación que relaciona la temperatura con el tiempo.
11. Decidan qué representación gráfica hay que hacer para obtener la relación entre la constante de velocidad y la temperatura.

**Informe prelaboratorio** (Este informe puede ser útil tanto para la autoevaluación del estudiantado como para la evaluación que tiene que hacer el profesorado del prelaboratorio. Esta evaluación es básicamente formativa.)

Medir/Adquirir	
¿Qué reacciones se dan?	Comprobar que hay que añadir algún otro reactivo para llevar a cabo el seguimiento de la cinética de la reacción.
¿Cuál es la precisión con que se tienen que medir las diferentes magnitudes del experimento?	La precisión del material volumétrico y del cronómetro que se utilizan durante los apartados del procedimiento experimental.
¿En qué unidades se tiene que trabajar para la concentración, el volumen y el tiempo?	Molaridad, mL, segundos.

<p><b>¿Hasta cuántos decimales se tienen que aproximar los valores que intervienen en los cálculos?</b></p>	<p>En función de los valores obtenidos, se tienen que aproximar los resultados a un mismo número de decimales.</p>
<p><b>Experimentar</b></p>	
<p><b>¿Cuáles son las variables de control y cuáles son las variables de respuesta del sistema que se estudia?</b> <b>¿Qué variables del sistema tienen que estar explícitamente fijadas para simplificar el estudio?</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variables de control, volumen (concentración) 1ª parte y temperatura 2ª parte; variables de respuesta, el tiempo.</li> <li>▪ La temperatura en la 1ª parte y la concentración en la 2ª parte.</li> </ul>
<p><b>Decisiones: ¿rango de variación de las variables de control? ¿Por qué? ¿Número de medidas? ¿Por qué?</b></p>	<p>Lo que se especifica en el procedimiento. Con cinco ensayos se puede representar una buena recta.</p>
<p><b>Modelizar</b></p>	
<p><b>¿Qué modelo se tiene que utilizar para correlacionar los valores de las variables de control y las de respuesta?</b></p>	<p>Hipótesis de la ecuación cinética: 1º orden respecto del yoduro, 2º orden respecto del peroxodisulfato.</p> <p>Comprobar que se introduce una cantidad en mucho exceso de yoduro con respecto a la cantidad de peroxodisulfato.</p> <p>Simplificación: reacción de pseudoprimer orden respecto del peroxodisulfato.</p> <p>Buscar las posibles ecuaciones que relacionan la velocidad de reacción con la temperatura, decidir cuál se tiene que utilizar (ecuación de Arrhenius).</p>
<p><b>¿Qué representación se tiene que llevar a cabo para deducir el orden de la reacción?</b></p>	<p>Deducir la ecuación integrada que relaciona la concentración con el tiempo suponiendo este orden de reacción.</p> <p>Decidir qué función se representa según los datos experimentales que se obtienen.</p> <p>Relacionar la ecuación anterior con la ecuación de variación de concentraciones con el tiempo, para obtener una ecuación que relacione la variación de temperatura con el tiempo.</p> <p>Decidir qué función se representa a partir de los datos obtenidos.</p>

### c. Trabajo en el laboratorio

#### INTRODUCCIÓN

Hay reacciones muy rápidas (se desarrollan en cuestión de segundos) y otras muy lentas (pueden durar unas cuantas horas). Para que el proceso sea factible a escala industrial es interesante conocer en primer lugar la cinética de la reacción. De esta forma sabremos si la reacción se puede desarrollar en un tiempo razonable y en qué franja de temperaturas es más conveniente trabajar.

En este experimento se trata de determinar la ecuación cinética de la reacción entre el peroxodisulfato y el yoduro, que tiene como objetivo la obtención de yodo. Para conseguirlo hay que recurrir a otros reactivos (tiosulfato y almidón), que ayudan a poder hacer el seguimiento de la reacción que nos interesa.

### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- *1ª parte: variación de las concentraciones de los reactivos a temperatura constante*

Hagan cinco ensayos variando las concentraciones y a temperatura constante.

Tubo A: introduzcan 20 mL de yoduro de potasio.

Tubo B: introduzcan una mezcla en proporción 2:1 de peroxodisulfato-tiosulfato más 3 o 4 gotas de la solución de almidón.

1. Introduzcan los tubos A y B en un baño de agua a temperatura constante y con agitación.
2. Cuando se haya alcanzado el equilibrio térmico, introduzcan el contenido del tubo A en el tubo B y pongan en marcha el cronómetro.
3. Anoten el tiempo que tarda en producirse el cambio de color.

- *2ª parte: variación de la temperatura a concentración constante*

Hagan cinco ensayos a diferentes temperaturas comprendidas entre 200 °C y 400 °C, manteniendo constantes las proporciones siguientes:

<b>Tubo A</b>	20 mL KI
<b>Tubo B</b>	20 mL $K_2S_2O_8$ + 10 mL $Na_2S_2O_3$ + 3 o 4 gotas de almidón

Procedan como en el apartado anterior y anoten el tiempo que tarda en producirse el cambio de color.

### RESULTADOS Y CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN

*Contesten las cuestiones siguientes (planteadas durante la sesión presencial) y entréguenlas al profesorado al acabar el experimento:*

1. Elaboren una tabla de valores y expresen las concentraciones de yoduro, peroxodisulfato y tiosulfato, y el tiempo de reacción (1ª parte del procedimiento experimental).
2. A partir de los datos experimentales, representen gráficamente la función que se ajuste a alguna de las hipótesis propuestas, para obtener la ecuación cinética de la reacción.
3. Elaboren una tabla de valores para los ensayos que hagan a diferentes temperaturas (2ª parte del procedimiento experimental).
4. A partir de los datos experimentales, representen gráficamente la función que permita determinar la energía de activación.

## d. Trabajo postlaboratorio

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Determinen el orden y la constante de velocidad de la reacción.
2. Deduzcan la ecuación que relaciona la evolución de la concentración de reactivos y productos a lo largo del tiempo y representenla gráficamente.
3. Calculen las concentraciones de peroxodisulfato cuando haya pasado el doble de tiempo al correspondiente al final de cada uno de los ensayos.
4. Calculen la energía de activación a partir de la representación.
5. Determinen las concentraciones de reactivos y productos suponiendo que el ensayo se lleva a cabo a 60 °C, en un tiempo que sea la mitad del correspondiente al final del ensayo en 20 °C.
6. Decidan cuáles serían las mejores condiciones para llevar a cabo la reacción, basándose en el tiempo necesario y la temperatura de trabajo.

*Informe de laboratorio y postlaboratorio (es útil tanto para el profesorado cuando planifica o diseña la actividad en el laboratorio y también para la evaluación, con la rúbrica del nivel, como para el estudiantado como autoevaluación.)*

Medir/Adquirir		
Adquirir datos	En procedimiento experimental	Lab
Registrar y documentar resultados y condiciones experimentales	Resultados y cálculos: tablas con datos experimentales (1 y 3)	Lab
Expresar correctamente datos y resultados	V (mL); concentración (mol/L); tiempo (s); constante de velocidad (s <sup>-1</sup> ); velocidad de reacción (mol/l.s)	Lab
Utilizar las herramientas de medida necesarias para llevar a cabo las prácticas	Material e instrumentación utilizados adecuadamente (según el procedimiento experimental)	Lab
Experimentar		
Aplicar técnicas instrumentales de forma adecuada	En procedimiento experimental	
Planificar y ejecutar el experimento/protocolo	Planificar/diseñar y ejecutar el experimento en el laboratorio	Pre Lab
Tratar e interpretar correctamente los datos experimentales	Resultados y cálculos: 2 y 4 Discusión de resultados: 1 y 4	Lab Post
Hacer gráficos e interpretarlos correctamente	En resultados y cálculos: 2 y 4	Lab Post
Modelizar		
Proponer, escoger modelos matemáticos	Hipótesis de diferentes órdenes de	Lab

(analíticos y numéricos) que describan al detalle los resultados experimentales	reacción Discusión de resultados: 1 y 4	Post
Ajustar los parámetros del modelo a los datos experimentales	Comprobar que alguna de las funciones muestra una relación lineal adecuada	Lab
Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez (capacidad de extrapolación y de interpolación...)	Discusión de resultados: 3 y 5	Lab Post
Validar, mediante la observación/experimentación, los modelos propuestos	Discusión de resultados: 1 y 4, relacionado con la repetición de otros experimentos y/o la comparación con otros grupos	Lab Post

## 4.2. Ejemplo 6. Experimento: medida y modelización del equilibrio líquido-vapor de un sistema binario

### 4.2.1. Ficha de diseño de actividad del experimento: medida y modelización del equilibrio líquido-vapor de un sistema binario

DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD	
<b>MATERIA/ASIGNATURA:</b> Experimentación en Ingeniería Química I	
<b>NIVEL COMPETENCIAL:</b> 3	<b>COMPONENTES DE LA COMPETENCIA:</b> todos
<b>Nº DE ACTIVIDAD:</b> 1	<b>NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:</b> medida y modelización del equilibrio líquido-vapor de un sistema binario
TIEMPO DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE/ESTUDIANTE A LA ACTIVIDAD	
Prelaboratorio: 4 horas      Durante laboratorio: 6 horas      Postlaboratorio: 20 horas	
DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	
OBJETIVOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
<p>Al acabar la actividad el estudiantado tiene que ser capaz de lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medir los valores de la composición de las fases líquida y vapor, así como la temperatura de ebullición.</li> <li>2. Construir el diagrama de equilibrio líquido-vapor a presión constante.</li> <li>3. Comparar los resultados experimentales con los que proporciona un modelo teórico como el de Van Laar, habiendo calculado previamente los coeficientes de actividad de cada componente.</li> <li>4. Utilizar el refractómetro de Abbe como instrumento analítico para determinar la composición de mezclas líquidas de dos componentes.</li> <li>5. Utilizar la ecuación obtenida para deducir resultados en nuevas condiciones de operación.</li> <li>6. Avalar las decisiones mediante datos.</li> </ol> <p>Los objetivos y resultados de aprendizaje esperados para esta actividad sobre la competencia específica "Aplicar el método científico para la resolución de un problema en el ámbito de la Ingeniería Química" quedan explicitados en la rúbrica del nivel competencial 3.</p>	
METODOLOGÍA DE LA ACTIVIDAD	
En primer lugar, es importante que el alumnado tome conciencia que el experimento que se tiene que	

hacer tiene una correspondencia con el mundo real de la industria, lo cual que servirá para estimular su interés. En este sentido, el profesor o profesora que tutoriza este experimento les tiene que pedir que relacionen los resultados obtenidos en el experimento con alguno de los problemas que se han expuesto en la sesión (p. ej., columnas de destilación).

La actividad se ha programado en tres apartados:

- Actividades **prelaboratorio**: consiste en cuestiones relativas al experimento, mediante la búsqueda bibliográfica, para que el estudiantado sea consciente de los conceptos asociados al experimento.
- Actividades **laboratorio**: realización del experimento por parejas en las condiciones escogidas, toma de datos experimentales y comprobación de algunas hipótesis.
- Actividades **postlaboratorio**: interpretación de los datos que se han obtenido en el laboratorio, comprobación de hipótesis, extracción de conclusiones y toma de decisiones. Adicionalmente se nombrará un "equipo de expertos" del experimento, formado por cuatro estudiantes, que tendrá la misión principal de profundizar en el conocimiento del tema a partir de una búsqueda adicional de información y el tratamiento de sus datos experimentales y los del resto de grupos, y que finalmente tendrá que entregar un "miniproyecto" que tendrá que presentar en público ante todo el grupo. Para hacer este "miniproyecto" el profesor tutor o profesora tutora hará una sesión presencial inicial de orientación y consejos relativos al trabajo en equipo (ingredientes del trabajo cooperativo, designación de roles...) y otra a mitad de curso para comprobar el funcionamiento del grupo. Asimismo, se informará al alumnado de que por medio del campus virtual podrá acceder a guías para elaborar un trabajo académico y una presentación oral. Dentro de la documentación de la guía docente de la asignatura, en el campus virtual, hay ejemplos de otros proyectos elaborados durante cursos anteriores que se consideran como modelos y de instrumentos como plantillas de actos de reunión y cuestionarios de funcionamiento de grupo. Finalmente, se prevé que antes de la versión final se pueda hacer la entrega de una o dos versiones previas con la retroacción correspondiente del tutor o tutora.

En la tabla siguiente, centrada en la competencia específica de los laboratorios, se hace una relación de las estrategias, instrumentos y criterios utilizados para evaluar las evidencias que se recogen en los diferentes momentos de la actividad que se lleva a cabo.

#### EVALUACIÓN: ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS, CRITERIOS Y CALIFICACIÓN

Momento	Elementos/ partes de la actividad	Evidencias	Estrategia	Instrumentos de evaluación	Criterios de evaluación (nivel 3)
Pre	Trabajo previo de planificación y comprensión del experimento	Cuestionario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado o campus virtual</li> </ul>	Cuestionario de evaluación de las respuestas del estudiantado	Adquisición y documentación adecuada de los datos
		Cuestiones orales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado</li> </ul>	Cuestionario de evaluación de las respuestas orales del estudiantado a las cuestiones	Diseño correcto del experimento
		Informe de prelaboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado</li> </ul>	Rúbrica de evaluación del informe	Selección adecuada de los instrumentos
Durante	Ejecución del experimento	Libreta de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado</li> </ul>	Corrección de la libreta	Modelo ajustado a los datos
		Informe de resultados y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado</li> </ul>	Rúbrica de evaluación de	

		cálculos		los resultados y de los cálculos	experimentales
		Registro de la actuación del estudiantado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado</li> </ul>	Rúbrica de observación de la actuación	Validación correcta del modelo escogido
<b>Post</b>	Elaboración del proyecto	Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado</li> </ul>	Rúbrica de evaluación	
	Presentación del póster	Presentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación del profesorado</li> <li>• Coevaluación</li> </ul>	Rúbrica de evaluación y de coevaluación	Toma de decisiones coherente con las conclusiones extraídas

Como estrategia de evaluación, antes de iniciar el trabajo de laboratorio tiene lugar una corta sesión presencial en la que el profesorado comprueba, por medio de una serie de **preguntas orales**, el grado de comprensión del experimento que se tiene que ejecutar. El alumnado ha tenido que anotar en la **libreta de laboratorio** las respuestas a una serie de **cuestiones** previas que constituyen **el informe prelaboratorio**. El informe *prelaboratorio* permite al profesorado comprobar el desarrollo de la competencia específica en esta actividad concreta.

La valoración del trabajo *durante el laboratorio* se hace mediante el **registro de la observación directa** tanto de la adquisición, el registro y la expresión adecuada de datos experimentales como de la ejecución del experimento. Al final del experimento cada pareja tiene que entregar un informe de resultados con los cálculos (que se tiene que haber hecho en el mismo laboratorio con una hoja de cálculo), gráficos y resultados obtenidos, que el profesorado tendrá que devolver corregido con la retroacción correspondiente.

Finalmente, toda esta información tiene que servir para elaborar **el informe postlaboratorio**, en el que se hacen los cálculos y se extraen las conclusiones que tienen que permitir la toma de decisiones.

Con respecto al "grupo experto", su tratamiento evaluador del **postlaboratorio** es el siguiente: dispondrá de un profesor tutor o profesora tutora de la experiencia a lo largo de todo el proceso. Su tarea quedará recogida en un "miniproyecto", que tendrá que presentar formalmente en una sesión específica de "defensa de proyectos" ante los compañeros y el profesorado tutor.

Para la evaluación del informe *postlaboratorio*, se establecen unos criterios de corrección que permiten determinar el grado de cumplimiento de las pautas establecidas, a través de una rúbrica del nivel competencial 3 elaborada para tal fin.

Como estrategia, la evaluación de la presentación oral se hace en una sesión única y pública. Todos los grupos tienen que traer una "presentación" de su trabajo, que tienen que exponer ante los compañeros. Durante este tiempo el profesorado también hace preguntas y valora los diferentes aspectos de las presentaciones. Al final de la sesión, cada grupo valora el resto de las presentaciones y, finalmente, y para potenciar la discusión y extraer conclusiones generales, dentro del aula el profesorado plantea preguntas de forma oral y en público a cada uno de los grupos, tanto de manera individual como grupal, sobre su trabajo y el de los demás.

La calificación de esta actividad representa un 35% de la nota final de la asignatura, ya que se incluye, además de la actividad de prelaboratorio y la de laboratorio, la elaboración y presentación del miniproyecto en formato escrito y de presentación (25%).

Se prevé la evaluación continua del proceso de elaboración del miniproyecto mediante un mínimo de dos sesiones de seguimiento presenciales del profesorado tutor con todo el grupo y la entrega de versiones previas antes de la versión final. En la evaluación de la presentación se considera la coevaluación y la capacidad de análisis y crítica observada en la sesión final conjunta de discusión.

## 4.2.2. Desarrollo del experimento: medida y modelización del equilibrio líquido-vapor de un sistema binario

### a. Escenificación

Del proceso de fabricación se obtiene como subproducto una mezcla de A y B en diferentes proporciones. ¿Es posible recuperar A de las mezclas?

### b. Trabajo prelaboratorio

Respondan en la libreta de laboratorio las cuestiones siguientes después de leer el trabajo en el laboratorio y antes de llevar a cabo el experimento en el laboratorio:

1. Planteen el sistema binario de estudio y consideren el procedimiento de llevar a cabo el estudio experimental. Planifiquen el material de laboratorio y los reactivos que necesitarán para llevar a cabo el ensayo: material de vidrio, disoluciones.
2. Decidan en qué unidades se medirán: volumen, concentración... y hasta qué precisión se podrán medir.
3. Decidan cuáles son las variables de control y de respuesta del sistema y cuáles hay que fijar de entrada.
4. Planteen las posibles hipótesis para la ecuación de equilibrio de fases.
5. Deduzcan qué simplificaciones pueden hacer según las condiciones del ensayo.
6. Decidan qué representación gráfica hay que efectuar para obtener la curva de calibración.
7. Escojan la ecuación que se tiene que utilizar para relacionar la temperatura con la fracción molar.
8. Decidan cuál es el camino para predecir el diagrama de equilibrio líquido-vapor mediante el modelo de van Laar o Margules.

**Informe prelaboratorio** (Este informe puede ser útil tanto para la autoevaluación del estudiantado como para la evaluación que tiene que hacer el profesorado del prelaboratorio. Esta evaluación es básicamente formativa.)

Medir/Adquirir	
¿Cuál es la precisión con la que se tienen que medir las diferentes magnitudes del experimento?	La precisión del material volumétrico que se utiliza durante los apartados del procedimiento experimental.
¿Cuáles son los patrones de referencia de estas medidas? ¿Se tiene que hacer alguna prueba de control o en blanco?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores tabulados de las sustancias del experimento.</li> <li>• Sí, se hace una curva de calibración con el refractómetro.</li> </ul>
¿Hasta cuántos decimales se tienen que	En función de los valores obtenidos, se

<b>aproximar los valores que intervienen en los cálculos?</b>	aproximan los resultados a un mismo número de decimales.
<b>Experimentar</b>	
<p>¿Cuáles serán las variables de control y cuáles serán las variables de respuesta del sistema que se estudia?</p> <p>¿Qué variables del sistema tienen que estar fijadas explícitamente para simplificar el estudio?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variables de control: temperatura y composición</li> <li>• La presión del laboratorio</li> </ul>
<b>Decisiones: ¿rango de variación de las variables de control? ¿Por qué? ¿Número de medidas? ¿Por qué?</b>	Desde $x = 0$ hasta $x = 1$
<b>Modelizar</b>	
¿Qué modelo se tiene que utilizar para correlacionar los valores de las variables de control y de las variables de respuesta?	Buscar las posibles ecuaciones que relacionan la temperatura y la composición, decidir cuál se tiene que utilizar.
<p>¿El modelo que se tiene que utilizar es empírico o de principios básicos/fundamentales?</p> <p>¿Cuál es el rango de validez del modelo?</p> <p>¿Se puede utilizar el modelo para extrapolar o sólo para interpolar?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí, empírico</li> <li>• Desde <math>x = 0</math> hasta <math>x = 1</math></li> <li>• Para interpolar</li> </ul>
<p>¿Se tienen que ensayar diferentes modelos?</p> <p>¿Se tienen que validar estos modelos?</p> <p>¿En qué se basa la decisión de escoger uno y no otro?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Van Laar o Margules</li> <li>• Sí</li> <li>• Lo que describa mejor los datos experimentales</li> </ul>

### c. Trabajo en el laboratorio

#### INTRODUCCIÓN

El cambio de fase líquido-vapor, sin embargo, es la base del funcionamiento de las calderas, de los sistemas de calefacción y de intercambio de calor, de la destilación y de otras operaciones de separación. Poder predecir en qué condiciones se produce el cambio de fase es esencial para el diseño y la operación de estos procesos.

El cambio de fase líquido-vapor se da de manera superficial a cualquier temperatura hasta que la cantidad de líquido evaporado satura el medio (generalmente, aire) donde está confinado. A partir de una cierta temperatura (temperatura de ebullición,  $T_b$ ), el cambio de fase se pasa a ser violento y se produce en todo el líquido y como resultado se forman burbujas. Este fenómeno se conoce como *ebullición* y es el que se estudia en este experimento.

La condición para que se produzca la ebullición es que se produzcan burbujas dentro del líquido, lo cual sólo es posible si la presión del mismo líquido no las aplasta. Entonces la temperatura de ebullición de un líquido coincide con la temperatura a la que la presión de

vapor de este líquido se iguala a la presión a la que está sometido (y que, si no se trata con grandes columnas de líquido, se puede considerar igual a todo el sistema).

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se monta el sistema de destilación, que permite medir la temperatura de ebullición y obtener muestras de las fases líquida y de vapor para medir después la composición.

La práctica se hace en dos partes:

- 1ª parte: curva índice de refracción-fracción molar. Refractómetro de Abbe.

Antes de utilizar el refractómetro, practiquen con un componente puro, del que conozcan el índice de refracción, para comprender el funcionamiento del aparato (véase el protocolo de funcionamiento del instrumento).

Para dibujar esta curva, partimos de mezclas la composición de la que es conocida.

Cuando tengan los pares de puntos, recojan los resultados siguientes en una tabla y representen la curva índice de refracción-composición (no lo aproximen a una recta).

- 2ª parte: obtención de las curvas (T-xy)

Verifiquen que el ebulómetro está vacío y limpio. Llénenlo con un mínimo de 50 mL de uno de los componentes. Pongan el refrigerante en marcha abriendo con mucho cuidado el grifo del agua, de modo que el caudal sea muy bajo.

A continuación se tiene que calentar hasta que llegue a la ebullición, procurando que la ebullición sea lenta, y cuando la temperatura se mantenga estable, tomen el valor como temperatura de ebullición del componente puro.

Déjenlo enfriar un poco y añadan la cantidad especificada del otro componente a la tabla que viene a continuación. Utilicen una pipeta para cada componente con el fin de no mezclarlos. Vuelvan a calentarlo. El sistema volverá a entrar en ebullición, tienen que esperar a que la temperatura se mantenga bien constante y a que haya una cierta cantidad de destilado (fase de vapor que ha condensado). Anoten la temperatura y a continuación tomen muestras del destilado y del residuo, y pónganlas en tubos de ensayo. Se tiene que coger la mínima cantidad necesaria que permita el uso en el refractómetro.

Para recoger una muestra del destilado, abran la llave E. Tapen enseguida el tubo en el que han recogido la muestra, porque los componentes son bastante volátiles. Para recoger una muestra del residuo, primero apaguen la manta calefactora y con una pipeta saquen una muestra por el orificio de adición de líquido F, introdúzcanla en el tubo de ensayo y tápenlo enseguida. Este líquido estará caliente. Tienen que esperar a que se enfríe antes de mirar el índice de refracción.

Se tiene que tener mucho cuidado al extraer el residuo o manipular los diferentes elementos. Hay que calentarlos lentamente, evitando ebulliciones violentas y sobrepresiones. Recuerden que estos productos son altamente inflamables. Si tienen alguna duda, consulten siempre al personal docente.

A continuación hagan el paso siguiente que se indica en la tabla.

Base: 50 ml de componente 1 ( $\text{CHCl}_3$ )	Base: 50 ml de componente 2 ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )
1. Componente 1 puro	1. Componente 2 puro
2. Añadan 0,4 ml del componente 2	2. Añadan 4 ml del componente 1
3. Añadan 1 ml del componente 2	3. Añadan 4 ml del componente 1
4. Añadan 2 ml del componente 2	4. Añadan 8 ml del componente 1
5. Añadan 4 ml del componente 2	5. Añadan 8 ml del componente 1
6. Añadan 4 ml del componente 2	6. Añadan 12 ml del componente 1
7. Añadan 8 ml del componente 2	7. Añadan 12 ml del componente 1
8. Añadan 10 ml del componente 2	8. Añadan 12 ml del componente 1
9. Añadan 10 ml del componente 2	

Procedan de esta forma con las diferentes disoluciones y al final tendrán un conjunto de tubos de ensayo que les permitirán obtener los pares de puntos necesarios para dibujar el diagramas T-xy, una vez conozcan su composición.

Sean estrictos con la utilización de las muestras. Eso minimiza el volumen de residuos generados y reduce el coste de la práctica. Hay que tener cuidado de devolver los líquidos que ya no se utilizan en el frasco correspondiente.

En la Ingeniería Química se utiliza mucho la ecuación de Antoine para la predicción de la presión de vapor de sustancias puras. Los tres parámetros de la ecuación son propios para cada especie y se pueden encontrar debidamente tabulados en la bibliografía. Si están conectados a la red resulta muy útil consultar el NIST Chemistry WebBook (<http://webbook.nist.gov/chemistry>).

Anoten el procedimiento experimental en la libreta de laboratorio.

## RESULTADOS Y CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN

Los resultados de la práctica se tienen que presentar en un informe, los datos que se tienen que presentar en este fichero son las temperaturas de ebullición de cada mezcla y la composición de cada componente en las muestras de líquido y las de vapor.

### d. Trabajo postlaboratorio

#### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Breve explicación del tratamiento de los datos, que tiene que contener lo siguiente:
  - Tabla con els resultados obtenidos de los coeficientes de actividad de cada especie, suponiendo la fase de vapor ideal.
  - Test de consistencia termodinámica.
  - Parámetros de interacción ajustados de los modelos de van Laar o Margules.

- Diagrama de equilibrio binario  $y_x$  y  $T_{xy}$ , en el que tienen que mostrar claramente los puntos experimentales que han obtenido, comparados con los datos de la bibliografía y con las predicciones de sus modelos de Margules o van Laar (Excel). Hay que mostrar también los resultados de la curva índice refracción-fracción molar.

2. Observaciones y conclusiones.

3. Bibliografía.

**Informe de laboratorio y postlaboratorio** (*Es útil tanto para el profesorado al planificar o diseñar la actividad en el laboratorio y para la evaluación, con la rúbrica del nivel competencial, como para el estudiantado, como autoevaluación.*)

Identifiquen los componentes de la competencia específica "Aplicación del método científico para la resolución de problemas" que han aplicado después del experimento:

Medir/Adquirir	Apartado del experimento	
<b>Adquirir datos</b>	En procedimiento experimental	Lab
<b>Registrar y documentar resultados y condiciones experimentales</b>	En resultados y cálculos: tabla con datos experimentales	Lab
<b>Expresar correctamente datos y resultados</b>	T (°C)	Lab
<b>Utilizar las herramientas de medida necesarias para hacer las prácticas</b>	Material e instrumentación utilizados adecuadamente (según el procedimiento experimental)	Lab
<b>Experimentar</b>		
<b>Aplicar técnicas instrumentales de forma adecuada</b>	En procedimiento experimental	Lab
<b>Planificar y ejecutar el experimento/protocolo</b>	Planificar/diseñar y ejecutar el experimento	Pre Lab
<b>Tratar e interpretar correctamente los datos experimentales</b>	Resultados y cálculos	Lab Post
<b>Hacer gráficos e interpretarlos correctamente</b>	Resultados y cálculos	Lab Post
<b>Analizar los resultados obtenidos</b>	Discusión de resultados	Lab Post
<b>Modelizar</b>		
<b>Proponer, escoger modelos matemáticos (analíticos y numéricos) que describan al detalle los resultados experimentales</b>	Curva de regresión del índice de refracción-fracción molar.	Lab
	Van Laar o Margules Discusión de resultados	Post
<b>Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez (capacidad de extrapolación y de interpolación ...)</b>	Discusión de resultados	Lab Post
<b>Validar, mediante la</b>	Discusión de resultados. Relacionado	Lab

<b>observación/experimentación, los modelos propuestos</b>	con la repetición de otros experimentos y/o comparación con otros grupos	Post
<b>Proyectar / Predecir</b>		
<b>Argumentar los resultados y extraer conclusiones</b>	Discusión de resultados	Lab Post
<b>Utilizar al modelo para hacer predicciones (calcular, simular...) en casos interesantes</b>	Discusión de resultados	Lab Post
<b>Decidir</b>		
<b>Tomar decisiones en función de los resultados</b>	Discusión de resultados	Lab Post
<b>Comunicar y defender las decisiones</b>	Proyecto: presentación de la memoria escrita y en formato de presentación a los demás grupos	Lab Post

### 4.3. Ejemplo 7. Elaboración del proyecto: mejor que GOCAR

#### 4.3.1. Ficha de diseño de actividad para la elaboración del proyecto: mejor que GOCAR

<b>DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD</b>		
<b>MATERIA/ASIGNATURA:</b> Proyectos		
<b>NIVEL COMPETENCIAL:</b> 4	<b>COMPONENTES DE LA COMPETENCIA:</b> todos	
<b>Nº DE ACTIVIDAD:</b> única	<b>NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:</b> mejor que GOCAR	
<b>TIEMPO DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE/ESTUDIANTE A LA ACTIVIDAD</b>		
Prelaboratorio: 15 horas	Durante laboratorio: 30 horas	Postlaboratorio: 15 horas
<b>DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD</b>		
<b>CONTENIDOS QUE SE TRABAJAN EN LA ACTIVIDAD</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Planificación y programación</b> Concepto e implicaciones de la planificación. Establecimiento de un plan. Prelaciones. Importancia del tiempo en el proyecto. Relación entre coste y tiempo. Programación. Conceptos básicos de programación. El método PERT. El método CPM. El gráfico Gantt.</li> <li>• <b>Solución de conflictos</b> Identificación de los conflictos de programación. Resolución de los conflictos de programación. Asignación de recursos. Identificación de los conflictos de recurso. Resolución de los conflictos de recurso. Nivelación.</li> <li>• <b>Control del proyecto</b> Control de la programación. Control del tiempo. Puesta al día de la programación. Integración de la metodología en el desarrollo del proyecto.</li> <li>• <b>Programación con medios informáticos</b> Opciones generales. Opciones de cálculo. El calendario del proyecto. La lista de tareas. Creación de tareas. La duración que interesa. El enlace de tareas. Tipo de enlace. Opciones de tarea. La asignación de recursos. Calendario del recurso. Cálculo de la duración programada.</li> </ul>		

- **Teoría de sistemas**  
Concepto de sistema. Propiedades de los sistemas. Método de análisis. Método de síntesis. Retroalimentación. Sistemas jerárquicos. La ingeniería de sistemas: definición y fases.
- **El proyecto como sistema**  
Definición del proyecto. Etapas del proyecto. Proceso del proyecto. Matriz de actividades. Las fases del proyecto.
- **Estructura de las fases del proyecto**  
Fase 1: orden de magnitud. Fase 2: estudio de viabilidad. Fase 3: diseño básico. Fase 4: diseño de detalle.
- **Los documentos del proyecto**  
Los documentos del proyecto. La memoria y los anexos. Los planos. Las condiciones. El presupuesto.
- **Evaluación técnica**  
Objetivos y definición. Necesidad de evaluación. Definición del problema. Métodos de evaluación. Jerarquía simple. Valor técnico. Valor técnico ponderado. Métodos de evaluación multicriterio: la matriz de evaluación. Método de la suma ponderada. Método del producto ponderado. Método Press.
- **Estimación del presupuesto de inversión y evaluación económica**  
El coste del proyecto. Coeficiente de circulación. Coeficiente de inversión unitaria. Ratio coste/capacidad. Método de Williams. Método de Lang. Método de Hang. Método de Chilton. Punto de equilibrio. Periodo de retorno. Valor actualizado neto. Tasa interna de rendimiento.
- **Dirección y gestión de proyectos**  
Conceptos básicos. Funciones de la dirección y la gestión. Definición y alcance del proyecto. Estructura de descomposición del proyecto (EDP). Planificación del proyecto. Programación del proyecto. Seguimiento del proyecto. Planes del proyecto.
- **Gestión de la calidad y del riesgo**  
Concepto de calidad. Planificación de la calidad. Garantía de la calidad. Control de la calidad. Concepto de riesgo. Actividades del análisis del riesgo. Identificación del riesgo. Proyección del riesgo. Evaluación del riesgo.

#### OBJETIVOS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Objetivos y resultados de aprendizaje propios de la actividad:

- Abordar adecuadamente la resolución de un proyecto de Ingeniería a través de un caso concreto.
- Aplicar de manera adecuada las herramientas necesarias para esta resolución, como destreza en el planteamiento y la consiguiente transformación en problemas tecnológicos resolubles, considerando los diferentes factores que pueden influir el proyecto y que están asociados (ambigüedad en la formulación, cantidad de variables y elementos no tecnológicos).
- Desarrollar las áreas estratégicas, económico-financieras, de marketing y de operaciones.
- Organizar las diferentes áreas, especialmente la de operaciones (explotación, mantenimiento de vehículos, localización, recursos humanos, etc.).

Los objetivos y resultados de aprendizaje de las competencias son los que se establecen en la rúbrica del nivel competencial 4.

#### METODOLOGÍA DE LA ACTIVIDAD

Esta actividad es la parte práctica de la asignatura de Proyectos de Ingeniería. Se ha enfocado como el encargo de una empresa de Ingeniería y hay que desarrollarla durante un cuatrimestre, en grupo y con la supervisión de un tutor o tutora. Para llevar a cabo esta tarea, el primer día de clase el profesorado organiza al estudiantado en grupos de 6 a 10 personas.

La asistencia a las clases prácticas es OBLIGATORIA para todos los miembros de todos los grupos, y se

considera una actividad de evaluación.

Esta actividad se divide en tres etapas:

- el trabajo que se lleva a cabo antes de las sesiones presenciales,
- lo que se realiza durante las sesiones,
- lo que hay que hacer después de las sesiones.

En la primera sesión presencial se plantea un proyecto (necesidad o problema) y la búsqueda que tiene que hacer cada grupo para demostrar la viabilidad técnica de la mejor de las diferentes alternativas estudiadas a lo largo de todas las sesiones.

Seguidamente, se hacen sesiones presenciales en formato "reunión de Ingeniería", en las que todos los miembros de un grupo exponen lo que se ha estudiado/diseñado/planteado, etc. durante el prelaboratorio. Los análisis se tienen que presentar de forma individual y se tienen que consensuar en grupo los resultados finales.

El alumnado tiene que planificar el conjunto del proyecto y posteriormente tiene que hacer el seguimiento. Al final, se presentan las desviaciones y se analiza el porqué.

En las reuniones presenciales se tienen que enumerar los criterios que hay que considerar para analizar las diferentes alternativas. Se tienen que analizar los posibles modelos matemáticos o de simulación necesarios para hacer el proyecto. También se tienen que analizar y definir las especificaciones técnicas o restricciones que impondría el cliente al contratar este proyecto.

El alumnado tiene dos entregas de resultados, orales y escritos, ante un tribunal de tres miembros, en el que tienen que exponer todas las decisiones y conclusiones alcanzadas.

#### **EVALUACIÓN: ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS, CRITERIOS Y CALIFICACIÓN**

Esta actividad es un trabajo en grupo con nota grupal, pero semanalmente se tiene que hacer, además, un trabajo individual que también se observa y se evalúa con la rúbrica de nivel competencial 4. También se solicita la entrega de un ejemplar impreso y la presentación oral del trabajo ante un tribunal para que haga la evaluación, además de una evaluación entre iguales (coevaluación) mediante una rúbrica suministrada por el profesorado en la que se valora fundamentalmente la comunicación oral, para ayudar al estudiantado en el proceso de aprendizaje.

Esta actividad constituye un 60% de la **calificación** global de la asignatura. Está subdividida en la presentación inicial y la entrega preliminar, la presentación final, el póster, en el que se tiene que presentar el resumen de todo el trabajo, y el trabajo escrito definitivo.

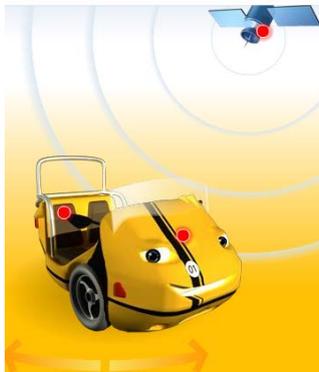
Todas estas notas se van modificando con un factor multiplicativo que asigna el tutor o tutora de manera individualizada, y que puede variar entre 0,5 y 1,2.

### 4.3.2. Desarrollo del proyecto "Mejor que GOCAR"

#### a. Escenificación

Un inversor privado, mientras paseaba por Barcelona, ve unos descapotables pequeñitos y simpáticos, como el que se muestra en la fotografía, que aparentemente incluyen tecnología GPS y se plantea que podría ser uno muy buen negocio turístico. A tal efecto, encarga un proyecto que consiste en programar rutas turísticas.

Estos vehículos disponen de un ordenador a bordo y un GPS que permite al turista conocer, en cada momento, la historia del punto de la ciudad donde está y hacer las visitas al ritmo y con la independencia que le proporciona este pequeño vehículo.



*Imágenes extraídas de [www.gocartours.es](http://www.gocartours.es)*

#### b. Trabajo prelaboratorio

En la primera sesión presencial, se entrega al alumnado la situación de partida del proyecto. El punto inicial es el siguiente:

1. Especificaciones y objetivos que se proponen en el encargo.
2. Desde la fecha de contratación del proyecto, el negocio tiene que estar implantado en un máximo de 6 meses.
3. Como mínimo, tiene que haber tantos pequeños vehículos disponibles en Barcelona como los que ofrece actualmente la competencia GOCAR.
4. El vehículo tiene que ser del estilo de los de GOCAR. No se contrata un diseño, sino que se comprarán en el mercado de vehículos ya existente.
5. El cliente no pone límites a la inversión inicial, pero QUIERE SER MEJOR QUE GOCAR.
6. El proyecto se tiene que limitar a la ciudad de Barcelona.

### c. Trabajo de laboratorio

Durante las sesiones de laboratorio o reuniones de trabajo, se tiene que presentar la documentación recopilada por cada miembro y se tienen que tomar las decisiones oportunas para la continuación del proyecto hasta que se ejecute íntegramente. De cada reunión o sesión presencial, se tiene que hacer un acta que recoja quién ha participado, qué se ha propuesto y qué decisiones ha tomado el grupo respecto de las propuestas expuestas. También se tiene que preparar el orden del día de la reunión siguiente, que se puede enmendar a lo largo de la semana, de forma dinámica, si se considera lo bastante importante un tema en particular. En el anexo E hay un ejemplo de acta.

### d. Trabajo postlaboratorio

#### DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Después de cada reunión, se tiene que llegar a unos acuerdos y decisiones de grupo, en beneficio del proyecto. Cada miembro tendrá nuevas tareas asignadas que tendrá que resolver/simular/calcular o ejecutar a lo largo de la semana, hasta la reunión de trabajo siguiente.

Al finalizar el cuatrimestre, el alumnado tiene que firmar el proyecto y se tiene que comprometer con el trabajo mientras lo desarrolla. Hay que hacer constar si el trabajo es viable, técnicamente y/o económicamente, y asumir el riesgo de que sea incorrecto, de modo que se juega la evaluación.

**Informe laboratorio y postlaboratorio** (Es útil para el mismo profesorado y para el estudiantado, en este caso con la tabla vacía después de haber hecho la actividad "Identificáis los elementos aplicados de la competencia específica 'Aplicación del método científico' tras la ejecución de la actividad (detalle de la tabla)").

Medir/Adquirir	Punto de la actividad	
<b>Adquirir datos</b>	Búsqueda de información sobre el proyecto y las diferentes alternativas para la resolución del problema/necesidad planteado.	Pre
	Mostrar y explicar al resto de compañeros de grupo los datos adquiridos, sea por búsqueda de documentación, por cálculo o por simulación.	Lab
<b>Registrar y documentar resultados y condiciones experimentales</b>	Preparar en el aula, para la reunión, informes individuales de la parte que corresponda a cada miembro del grupo.	Pre
	Elaborar la documentación adecuada para presentar estos resultados en la documentación de un proyecto.	Lab
	Documentar la parte del proyecto asignado a	Post

	cada miembro del grupo.	
<b>Expresar correctamente datos y resultados</b>	Expresar los valores con la nomenclatura UNE.	Lab
	Expresar por escrito los resultados de los datos que se presenten en las diferentes sesiones.	Post
<b>Experimentar</b>		
<b>Plantear hipótesis y comprobar</b>	Verificar si la información obtenida corresponde a la hipótesis o el planteamiento que propone el grupo a la hora de cubrir una necesidad.	Pre
	Plantear alternativas para resolver los problemas o necesidades del cliente. Evaluar las alternativas y comprobar la viabilidad técnica. Después, definir los criterios de selección y, posteriormente, aplicar los métodos matemáticos necesarios para seleccionar la opción más adecuada para el proyecto.	Lab
<b>Plantear, planificar y ejecutar experimentos tecnocientíficos</b>	Planificar las actividades prelaboratorio y discutir las adecuadamente en la reunión de trabajo para ver si las decisiones previas, tomadas de forma individual, son convincentes y aceptadas por el grupo.	Pre
	Planificar cada una de las sesiones de trabajo presencial, con un orden del día que incluya las presentaciones de las diferentes tareas asignadas a los miembros del grupo, que tienen que recoger las decisiones tomadas, la discusión y la distribución de tareas.	Lab
<b>Diseñar y crear protocolos experimentales</b>	En el día a día, definir un protocolo de actuación. Dentro del grupo tiene que haber una persona que coordine y planifique, que tiene que seguir la evolución del proyecto y lo tiene que exponer al resto de miembros. Por otra parte, cada uno tiene que exponer sus trabajos y, según el protocolo que haya escogido el grupo, se tienen que tomar decisiones.	Lab
<b>Analizar los resultados obtenidos</b>	Analizar y verificar los resultados de simulación o de cálculo obtenidos.	Pre
	Analizar los resultados y explicarlos correctamente por escrito. Posteriormente, exponer estos resultados a los miembros de los demás grupos y al tutor o tutora. Se abre un turno de propuestas de mejora para las sesiones siguientes.	Lab

	Si conviene, realizar simulaciones.	Post
<b>Interpretar correctamente los datos experimentales</b>	Interpretar datos experimentales o simulados, si hay.	Pre
	Interpretar los resultados obtenidos y las propuestas de mejora.	Lab
	Si conviene.	Post
<b>Representar gráficos e interpretarlos correctamente</b>	Interpretación correcta de gráficos o planos. Si conviene.	Pre/ Post
<b>Modelizar</b>		
<b>Plantear, proponer, escoger modelos matemáticos (analíticos y numéricos) que describan al detalle los resultados experimentales</b>	Si el proyecto lo exige, plantear modelos matemáticos.	Pre
	Evaluar las alternativas y comprobar la viabilidad técnica. Después, definir los criterios de selección y, posteriormente, utilizar los métodos matemáticos necesarios para seleccionar la opción más adecuada para el proyecto.	Lab
<b>Ajustar los parámetros del modelo a los datos experimentales</b>	Definir los criterios de selección de las alternativas.	Lab
<b>Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez (capacidad de extrapolación y de interpolación...)</b>	Definir las especificaciones técnicas que limitarán el modelo o margen de análisis.	Lab
<b>Proyectar/Predecir</b>		
<b>Argumentar los resultados y extraer conclusiones</b>	En cada sesión, cada alumno o grupo de alumnos tiene que exponer los resultados de su parte y extraer las conclusiones necesarias.	Lab
	Cada uno de los miembros tiene que elaborar su parte de documentación para la entrega final.	Post
<b>Decidir</b>		
<b>Asumir riesgos en función de la confianza en el modelo y las predicciones</b>	Decidir las alternativas óptimas para el proyecto.	Pre Lab
	Firmar el documento, asumiendo el riesgo de haberse equivocado en alguna decisión.	Post
<b>Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad (técnica, económica, etc.)</b>	Decidir sobre las alternativas que se consideren óptimas para el proyecto.	Pre Lab
<b>Comunicar y defender las decisiones</b>	En cada sesión, comunicar, exponer y defender oralmente los trabajos individuales y de grupo.	Pre Lab
	Al final del cuatrimestre, defender el	Post



proyecto, oralmente y por escrito. Tanto los compañeros como un tribunal de profesorado del Departamento de Proyectos de Ingeniería evaluarán el proyecto.