



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2024/2025

Nº de proyecto: 153

Título del proyecto: Laboratorio virtual de Química Orgánica básica II (Grado en Química, Doble Grado en Química y Bioquímica, Grado en Ingeniería Química)

Responsable: Beatriz M. Illescas Martínez

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Química Orgánica

## **1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

La enseñanza práctica en el laboratorio desempeña un papel esencial en la formación de los estudiantes de Química, no solo para la adquisición de habilidades experimentales, sino también como herramienta para consolidar el aprendizaje teórico, fomentar el pensamiento científico y aumentar la motivación del alumnado. En este marco, se reconoce el valor de los recursos audiovisuales como apoyo a la docencia presencial, ya que ofrecen ventajas como la visualización clara de técnicas, el aprendizaje autónomo, la accesibilidad desde cualquier ubicación y la posibilidad de observar experimentos complejos o de riesgo.

Este proyecto surge de la labor realizada por la Comisión de Prácticas del Departamento de Química Orgánica de la UCM que, tras varios cursos de análisis y mejora continua de la docencia práctica, ha identificado situaciones en las que la inclusión de materiales audiovisuales puede ofrecer soluciones eficaces. Estos recursos no solo permiten reforzar la preparación previa al laboratorio, sino también facilitar la recuperación de prácticas no realizadas, proporcionar apoyo a estudiantes con necesidades educativas específicas, mejorar la accesibilidad para alumnado internacional o de programas bilingües, y optimizar el tiempo de las sesiones presenciales mediante metodologías activas como la clase invertida.

La elaboración de una videoteca interactiva y multilingüe también contribuirá a estandarizar la enseñanza de las prácticas y será un recurso valioso para el profesorado de reciente incorporación. Asimismo, ofrecerá al estudiantado una herramienta útil de repaso de cara a la preparación de exámenes o el desarrollo de prácticas futuras, fomentando el aprendizaje autónomo y significativo.

Con estos propósitos, el proyecto prevé una implementación progresiva en dos etapas: la primera centrada en la grabación y edición de vídeos didácticos de las prácticas seleccionadas; y la segunda, en el diseño de materiales interactivos complementarios que permitan su integración efectiva en el entorno virtual de aprendizaje.

### ***Objetivo general.-***

Realizar vídeos interactivos sobre las prácticas realizadas por el Departamento de Química Orgánica, para ser utilizados en cualquiera de las circunstancias donde se requieran contenidos de formación/metodologías sustitutivas o complementarias de la docencia presencial.

### ***Objetivos específicos.-***

1) Selección de contenidos (técnicas, procedimientos, etc.) que serán incluidos en cada vídeo. Entre las prácticas de laboratorio del nivel correspondiente a la Química Orgánica Básica que se imparten actualmente, y que en algún caso son comunes en el programa de los diferentes Grados ofertados en la Facultad, se pueden destacar las siguientes para la elaboración del material audiovisual:

- Medidas de seguridad en el laboratorio (realizado en el proyecto anterior).
- Destilación (realizado en el proyecto anterior).
- Síntesis de aspirina (realizado en el proyecto anterior).
- Síntesis de paracetamol (realizado en el proyecto anterior).
- Cromatografía de capa fina de medicamentos (realizado en el proyecto anterior).

- Síntesis de cloruro de *tert*-butilo (realizado en el proyecto anterior).
- Separación y purificación de compuestos mediante técnicas cromatográficas.
- Separación de los componentes de una mezcla.
- Destilación mediante arrastre de vapor.
- Nitración del clorobenceno.
- Síntesis de alcanfor e isoborneol. Un ejemplo de química verde.
- Condensación aldólica. Síntesis de dibenzalacetona.
- Síntesis de nailon y desodorantes.

2) Elaboración de guiones para cada vídeo, explicando los contenidos fundamentales de la práctica.

3) Grabación de los vídeos seleccionados correspondientes a las prácticas de Química Orgánica General, incluyendo técnicas básicas de aislamiento y purificación de compuestos orgánicos.

4) Edición y montaje de los vídeos, introduciendo etiquetas explicativas en inglés y español, para su publicación en el canal de YouTube de la UCM y otras plataformas.

5) Elaboración de material complementario para trabajar on-line sobre el contenido de las prácticas (banco de preguntas, cuestionarios, etc.).

6) Edición y montaje de los vídeos en formato interactivo empleando la herramienta H5P de Moodle implementada en el Campus Virtual y/o Wooclap. Introducción de cuestiones a responder durante su visualización.

7) Traducción y doblaje del material elaborado al inglés para adaptarlo a los grupos que imparten docencia en ese idioma.

8) Generar encuestas para la evaluación del empleo de vídeos en las situaciones citadas.

## 2. Objetivos alcanzados

El objetivo principal del proyecto es realizar vídeos interactivos sobre las prácticas realizadas por el Departamento de Química Orgánica, para ser utilizados en cualquiera de las circunstancias mencionadas anteriormente donde se requieran contenidos de formación/metodologías sustitutivos o complementarios de la docencia presencial. Además, se pretende desarrollar material para trabajar online el contenido de las asignaturas prácticas.

A continuación, se analizan los logros alcanzados con relación a los objetivos específicos:

**Objetivo 1.** Selección de contenidos (técnicas, procedimientos, etc.) para la realización de los vídeos. De los propuestos inicialmente, se seleccionaron aquellos que puedan ser empleados en varias asignaturas, o bien que entrañen alguna dificultad experimental. Se crearon equipos de trabajo para los siguientes contenidos:

- (1) Condensación aldólica. Síntesis de dibenzalacetona. Responsables: C. Aragoncillo, A. Luna.
- (2) Síntesis de alcanfor e isoborneol. Un ejemplo de química verde. Responsables: C. Atienza, B. Illescas.
- (3) Nitración del clorobenceno. Responsables: S. Cembellín, P. Martínez
- (4) Separación de los componentes de una mezcla. Responsables: H. Vázquez, A. B. Descalzo.

**Objetivo 2.** Elaboración de guiones para cada vídeo, explicando los contenidos fundamentales de la práctica.

- Se han realizado guiones de todas las prácticas propuestas, con los contenidos imprescindibles y un plan de rodaje.

**Objetivo 3.** Grabación de los vídeos correspondientes. Para cada práctica será necesario realizar varios vídeos, de forma que la duración de estos no sea superior idealmente a 5 min tras la edición. En este sentido, las prácticas 2, 3 y 4 se han dividido en dos vídeos (**Práctica 2.- vídeo 1:** síntesis de alcanfor; **vídeo 2:** síntesis de isoborneol. **Práctica 3.- vídeo 1:** reacción de nitración; **vídeo 2:** columna cromatográfica. **Práctica 4.- vídeo 1:** separación de la mezcla; **vídeo 2:** purificación).

*Indicadores del Objetivo 3:*

- Se han grabado todos los vídeos propuestos y se está trabajando en su edición con etiquetas explicativas. Se ha abierto un canal de YouTube (**@organicavirtuallab**) donde se irán colgando los vídeos completamente terminados. En el **ANEXO I** se muestra el listado de los vídeos subidos al canal hasta el momento, así como los enlaces para poder visualizarlos.

**Objetivo 4.** Edición y montaje de los vídeos, introduciendo etiquetas explicativas en inglés y español, para su publicación en el canal de YouTube mencionado.

*Indicadores del Objetivo 4:*

- Se han editado los vídeos con etiquetas explicativas en español y en inglés. Para dar mayor coherencia al contenido del canal, hemos elaborado un manual para homogeneizar el contenido de los vídeos. Por ello, se considera necesario

reeditar muchos de los vídeos realizados para que se ajusten al formato elegido. En el **ANEXO II** se muestra el tutorial que hemos realizado. Además, hemos desarrollado pequeños vídeos de introducción y cierre, incluyendo los títulos de crédito.

**Objetivo 5.** Elaboración de material complementario para trabajar online sobre el contenido de las prácticas (banco de preguntas, cuestionarios, etc.)

*Indicadores del Objetivo 5:*

- Se han elaborado bancos de preguntas en un formato válido para subir al campus virtual y que puedan utilizarse para la evaluación de las prácticas online, así como para el estudio o repaso de los contenidos. En el **ANEXO III** se incluyen los bancos de preguntas elaborados para las prácticas.

**Objetivo 6.** Edición y montaje de los vídeos en formato interactivo empleando la herramienta H5P de Moodle implementada en el Campus Virtual y/o Wooclap. Introducción de cuestiones a responder durante su visualización.

*Indicadores del Objetivo 6:*

- Durante el desarrollo de este proyecto de innovación se decidió realizar bancos de preguntas extensos, que puedan permitir seleccionar preguntas en modo aleatorio, de forma que cada estudiante pueda realizar un test diferente al de sus compañeros (ver **ANEXO III**). La introducción de cuestiones interactivas en los vídeos no permite modificar aleatoriamente las preguntas, lo que consideramos limitante para su aplicación a un número grande de alumnos.

**Objetivo 7.** Traducción y doblaje del material elaborado al inglés para adaptarlo a los grupos que imparten docencia en ese idioma.

*Indicadores del Objetivo 7:*

- Una vez que se ha dispuesto de la versión final de algunos de los vídeos, se ha procedido a su traducción al inglés, y están disponibles en el canal de YouTube.

**Objetivo 8.** Generar encuestas para la evaluación de la docencia online.

*Indicadores del Objetivo 8:*

- Se han desarrollado encuestas para la evaluación de la docencia práctica online. A modo de ejemplo, se incluye un cuestionario en el **ANEXO IV**.

### 3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología empleada en el proyecto se ha desarrollado en seis fases, según se detalla a continuación. A lo largo de todo el proyecto se han mantenido reuniones de coordinación entre los miembros del equipo, así como asignación de tareas y discusión y evaluación de los resultados.

**FASE 1 (Sept 2023 – Oct 2023)** Análisis de las prácticas actuales de Química Orgánica Básica, que corresponden a las asignaturas de Química Orgánica I (Grado en Química y Doble Grado en Química y Bioquímica), Laboratorio Integrado de Química (Grado en Bioquímica y Doble Grado en Química y Bioquímica), Química Orgánica (Grado de Ingeniería Química). Responsables: B. Illescas, P. Martínez, J. M. Alonso, A. B. Descalzo, S. Cembellín, H. Vázquez, C. Aragoncillo, C. Atienza, A. Luna.

- Análisis de las prácticas de Química Orgánica Básica.
- Selección de contenidos para elaborar los vídeos, revisando los que ya se habían elaborado previamente y formación de equipos de trabajo.

**FASE 2 (Nov 2023 – Dic 2023)** Elaboración de los guiones para los vídeos seleccionados. Responsables: B. Illescas, P. Martínez, J. M. Alonso.

- Revisión de los guiones de prácticas y selección de contenidos.
- Elaboración de los guiones de rodaje.

**FASE 3 (Ene 2024 – Mar 2024).** Grabación de los vídeos. Responsables: B. Illescas, J. B. Illescas, P. Martínez, J. M. Alonso, A. B. Descalzo, S. Cembellín, H. Vázquez, C. Aragoncillo, C. Atienza, A. Luna. Implicados: D. Calderón, D. Díez, G. Nieto, N. Honrubia, D. Fernández, T. Moreno, M. González.

- Preparación y montaje de las prácticas a realizar.
- Grabación en el laboratorio de los procedimientos experimentales.

**FASE 4 (Mar 2024 – May 2024).** Edición de los vídeos. Responsables: J. M. Alonso, B. Illescas, P. Martínez, C. Aragoncillo, A. B. Descalzo, H. Vázquez, D. García. Implicados: G. Nieto, E. Reviejo, M. González.

- Edición de los vídeos seleccionando el contenido y ajustándolo a un tiempo máximo de 5-6 min.
- Introducción de etiquetas explicativas del proceso experimental.
- Grabación de audio cuando proceda.

**FASE 5 (Mar 2024 – Jun 2024).** Preparación de contenido para el trabajo online. Responsables: B. Illescas, P. Martínez, J. M. Alonso, A. B. Descalzo, S. Cembellín, H. Vázquez, C. Aragoncillo, C. Atienza, A. Luna.

- Elaboración de los bancos de preguntas de cada práctica.
- Elaboración de las encuestas online.

**FASE 6 (May 2024 – Jun 2024).** Recopilación y revisión del material del proyecto. Responsable: B. Illescas.

- Creación del canal de YouTube (@**organicavirtuallab**) y gestión del contenido.
- Redacción de la Memoria final del proyecto.

#### **4. Recursos humanos**

##### **Equipo de trabajo:**

Responsable: Beatriz M. Illescas Martínez, Catedrática de Universidad.

Equipo docente: Paloma Martínez Ruiz (Catedrática de Universidad); Amparo Luna Costales (Profesora Titular de Universidad); Cristina Aragoncillo Abánades (Profesora Titular de Universidad); Carmen Atienza Castellanos (Profesora Titular de Universidad); Ana Belén Descalzo López (Profesora Titular de Universidad); Henar Vázquez Villa (Profesora Contratada Doctora); Sara Cembellín Santos (Profesora Contratada Doctora); José Miguel Alonso Gómez (Profesor Contratado Doctor).

El equipo docente está compuesto por ocho profesores miembros de la Comisión de Prácticas del Departamento de Química Orgánica, con amplia experiencia en la impartición de prácticas de laboratorio de Química Orgánica, así como en la coordinación de estas. Se ha unido al equipo un profesor con amplia experiencia en la grabación y edición de vídeos (J. M. Alonso).

**Estudiante Postdoctoral:** Daniel Díez Iriepa.

**Estudiantes Predoctorales:** Diego García Matesanz (Profesor Ayudante no Doctor), Gema Nieto Ortiz, Natalia Honrubia Rodríguez, Marta González Jiménez, Daniel Fernández Cabellos, Teresa Moreno Núñez.

**Colaboradores:** Eva Reviejo Martínez. Grado en Creación y Narración de Videojuegos de la UFV.

**PAS:** Delia Calderón Saturio, Técnico de Laboratorio.

## 5. Desarrollo de las actividades

Según la metodología indicada anteriormente, el desarrollo del proyecto se ha organizado en varias fases, dentro de las cuales se han llevado a cabo diferentes actividades.

### FASE 1

<i>Actividad 1.1.</i>	Análisis de las prácticas de Química Orgánica Básica correspondientes a varias asignaturas impartidas en el Departamento en diferentes Grados.
<i>Actividad 1.2.</i>	Análisis de los materiales audiovisuales elaborados durante el pasado proyecto. Se revisó el material y se concluyó que había una falta de uniformidad que diera identidad al proyecto, además de baja calidad en algunos casos.
<i>Actividad 1.3.</i>	Selección de contenidos para elaborar los vídeos y formación de equipos de trabajo. Se eligieron cuatro prácticas básicas (ver arriba) y se decidió crear un equipo responsable de la edición, con el fin de dar homogeneidad al proyecto. Se formaron equipos de trabajo constituidos por dos profesores responsables junto a alguno de los estudiantes.

### FASE 2

<i>Actividad 2.1.</i>	Revisión de los guiones de prácticas y selección de contenidos. Cada equipo de trabajo revisó el guion de la práctica que le había sido asignada, seleccionando los contenidos imprescindibles que debe contener cada vídeo.
<i>Actividad 2.2.</i>	Elaboración de los guiones de rodaje. Es imprescindible contar con un guion de rodaje específico para cada práctica, de forma que el vídeo presente tanto el material necesario para la práctica, como el montaje, desarrollo y aislamiento y purificación de los productos finales cuando sea necesario.

### FASE 3

<i>Actividad 3.1.</i>	Preparación y montaje de las prácticas a realizar. Con la ayuda del personal técnico del laboratorio, se dispusieron los espacios donde se realizaría el rodaje de los vídeos. Es muy importante en este proyecto poder realizar los experimentos empleando los mismos medios materiales que utilizan nuestros estudiantes.
<i>Actividad 3.2.</i>	Grabación en el laboratorio del material necesario para cada práctica, así como del montaje y de los procedimientos experimentales.

### FASE 4

<i>Actividad 4.1.</i>	Edición de los vídeos seleccionando el contenido. Para cada experimento se grabaron varios vídeos de cada una de las etapas del proceso. Decidimos elaborar vídeos de no más de 5 min de duración, por lo que se llevó a cabo la edición de manera que los experimentos sean comprensibles y reproducibles a pesar de la brevedad.
<i>Actividad 4.2.</i>	Introducción de etiquetas explicativas del proceso experimental usando el programa de edición Adobe Express Edición de Vídeo. Para ello, se realizó un tutorial para el uso del programa de edición

	(ver <b>ANEXO II</b> ) y se eligió una plantilla modelo para la edición de los vídeos para dar mayor coherencia al contenido del proyecto. Aunque algunos de los vídeos se han editado atendiendo a dicha plantilla, aún queda por hacer un trabajo de postproducción de los vídeos para que todos se ajusten a los parámetros definidos. Los vídeos se han subtítuloado, para que puedan reproducirse en diversos ambientes y puedan pausarse cuando el usuario lo requiera.
<i>Actividad 4.3</i>	Se ha llevado a cabo la traducción al inglés de los vídeos grabados y editados.

## FASE 5

<i>Actividad 5.1.</i>	Elaboración de los bancos de preguntas de cada práctica. Cada uno de los equipos de trabajo elaboró un banco de preguntas para realizar los cuestionarios online.
-----------------------	---

## FASE 6

<i>Actividad 6.1.</i>	Creación del canal de YouTube ( <b>@organicvirtuallab</b> ).
<i>Actividad 6.2.</i>	Elaboración de las encuestas online. Se creó un modelo de encuesta (ver <b>ANEXO IV</b> ) para que los usuarios del material generado en este proyecto puedan valorar su utilidad y expresar el grado de satisfacción.

## 6. Anexos

<i>Anexo I</i>	Listado y enlaces de los vídeos subidos al canal.
<i>Anexo II</i>	Tutorial de Adobe Express Edición de Vídeo.
<i>Anexo III</i>	Bancos de preguntas elaborados.
<i>Anexo IV</i>	Encuesta para la evaluación online.

## Anexo I. Listado y enlaces de los vídeos subidos al canal..

- Destilación: [https://youtu.be/ja-Qc4\\_xTzo](https://youtu.be/ja-Qc4_xTzo)
- Distillation: <https://youtu.be/0AGUzqL2DoQ>
- Síntesis de Dibenzalacetona: <https://youtu.be/EXkEnwld5ps>
- Synthesis of Dibenzalacetone: <https://youtu.be/U38XrbrEL0U>
- Síntesis de Cloruro de terc-butilo: <https://youtu.be/hjuo2QBJdYo>
- Síntesis de Alcanfor e Isoborneol. Un Ejemplo de Química Verde. Parte 1: <https://youtu.be/VYtZB0kcXxM>
- Síntesis de Alcanfor e Isoborneol. Un Ejemplo de Química Verde. Parte 2: <https://youtu.be/2r2ZW38n7Rs>
- Camphor and Isoborneol Chemistry: An Example of Green Chemistry. Part 1: <https://youtu.be/4cqJMU9f-5U>
- Camphor and Isoborneol Chemistry: An Example of Green Chemistry. Part 2: <https://youtu.be/3VKF1TLx1Fw>
- Reacción de Nitración del Clorobenceno: <https://youtu.be/ZjYWgBSIlzw>

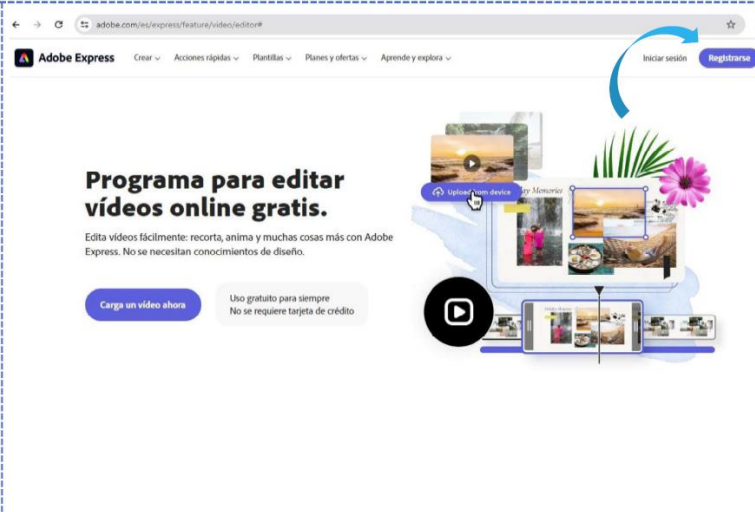
## Anexo II. Tutorial de Adobe Express Edición de Vídeo.

### Edición sencilla de videos con Adobe express editor de video

#### Página de registro/log in

Registro con cuenta de correo Gmail

Es posible trabajar desde Google sin registrarse, pero es mejor hacerlo para tener un espacio propio donde almacenar tus trabajos y no perderlos

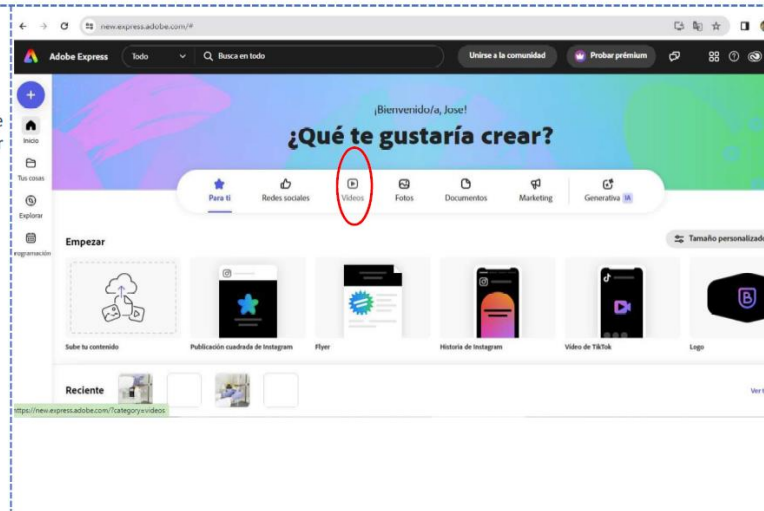


### Edición sencilla de videos con Adobe express editor de video

#### Página de inicio

Seleccionar Video

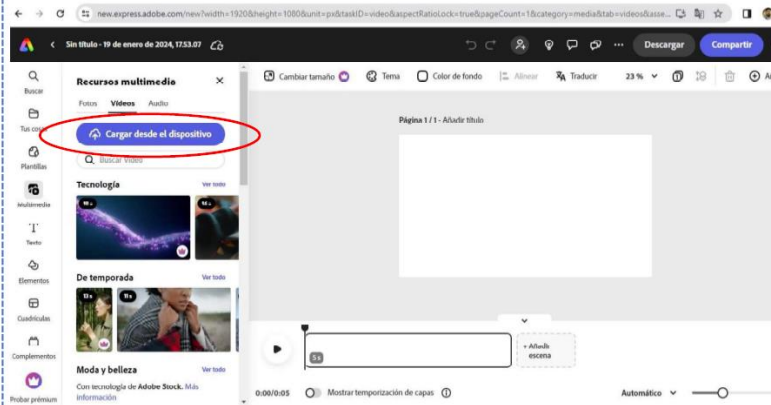
Dentro de las opciones de tipo de video, seleccionar nuevamente "video"



## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de vídeo

Página de edición de vídeo

Cargar video desde equipo



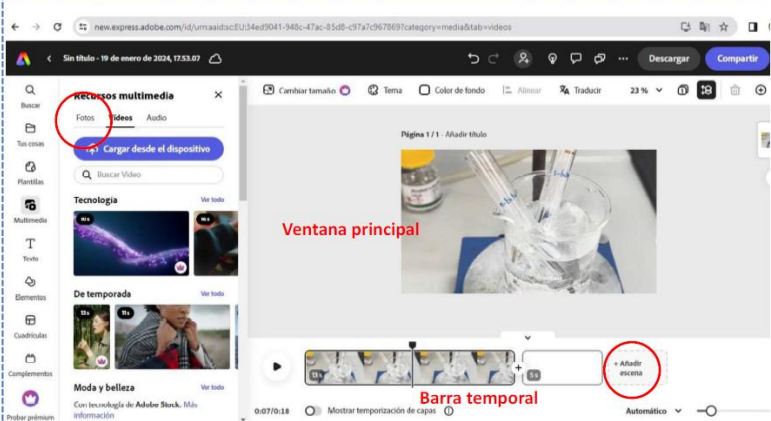
## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de vídeo

Página de edición de vídeo

EL clip aparece en ventana principal, y en la barra temporal inferior

Los siguientes clips a cargar también se pueden añadir en "añadir escena"

En la opción "fotos" se pueden cargar fotos



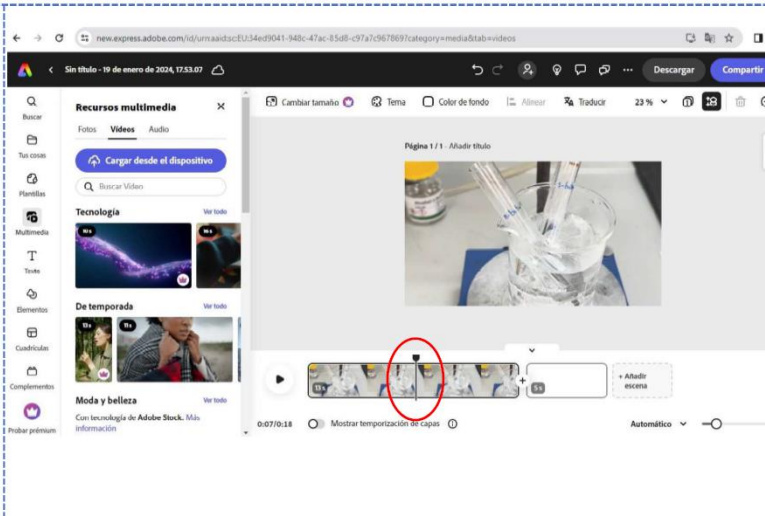
## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de vídeo

### Página de edición de vídeo

Cortar escenas:

La barra de color negro marca el punto de reproducción. Se puede trasladar con el cursor, y si se hace *click* sobre ella con botón derecho permite dividir el clip en dos en ese punto.

Se puede eliminar el fragmento deseado, o tratarlo de modo independiente para añadir textos diferentes etc

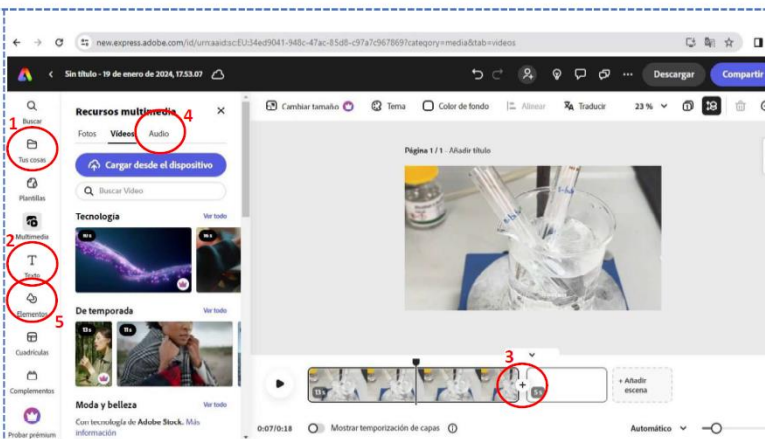


## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de vídeo

### Página de edición de vídeo

Otras funciones

1. Tus vídeos se guardan automáticamente aquí
2. Opción para añadir textos
3. Acceso rápido para añadir efectos de transición entre clips. Se puede elegir tipo de transición y duración de la misma
4. Acceso a biblioteca de músicas gratuitas
5. Acceso a formas como flechas etc

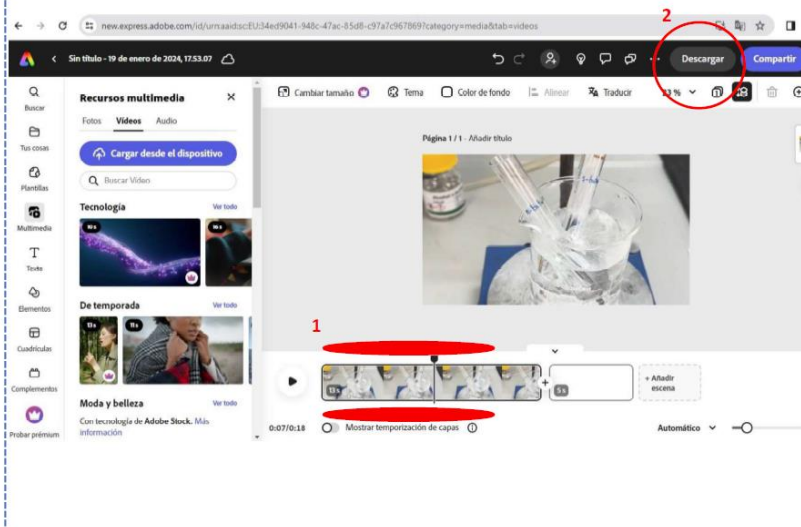


## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de vídeo

### Página de edición de vídeo

#### Otras funciones

1. Cuando se añade texto y música, aparecen barras encima y debajo de la barra de vídeo, facilitando trabajar con ellas para seleccionar, cortar, copiar, pegar etc
2. Descarga del vídeo cuando se da por finalizado



## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de vídeo

### ESTILO DE TEXTOS Y VIDEO

#### Textos:

- Material y reactivos en forma de listado

Tipo de letra "Anton" en amarillo con borde negro

- Textos explicativos, parte inferior o superior de la imagen

Tipo de letra "Poppin regular" en azul con borde blanco para textos

Tamaño de letra 54 / Tamaño de grosor 27 /estilo Estándar

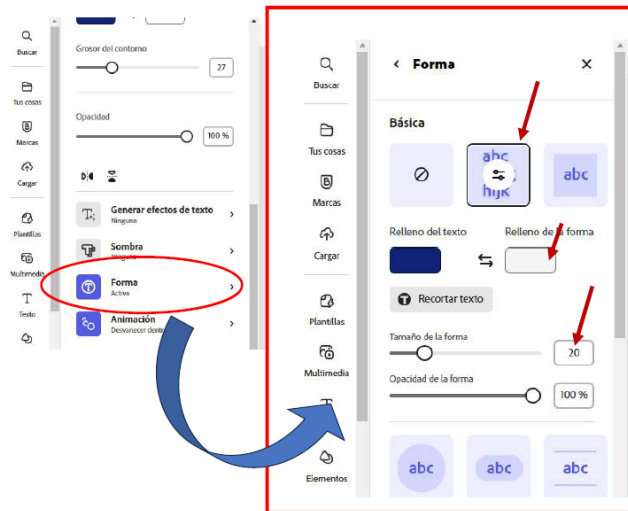


## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de video

### Textos:

Cuando el texto no sea legible por falta de contraste con la imagen, se puede seleccionar un **fondo rectangular blanco** para el subtítuloado.

Para ello en la opción **FORMA** dentro del mismo cuadro de diálogo de textos donde nos encontramos, se selecciona la opción indicada en la imagen, con tamaño 20 y color blanco



## Edición sencilla de videos con Adobe express editor de video

### Video:

Las transiciones entre clips son del tipo "disolución". Permiten un efecto visual más fluido cuando los dos clips consecutivos no montan bien y crean una sensación de "salto" de imagen, incómodo para el espectador. Recomendable usarlos sólo cuando sea estrictamente necesario.

### Organización del contenido:

Se indicarán las diferentes secciones del video numeradas como "1. Síntesis", "2. Purificación", "3. Análisis de resultados por CCF" etc, colocando los títulos en la parte superior de la imagen.

Se añadirá como cabecera y cierre del trabajo el clip con los logos y Departamento "PracticasLABORG V1 sin título".

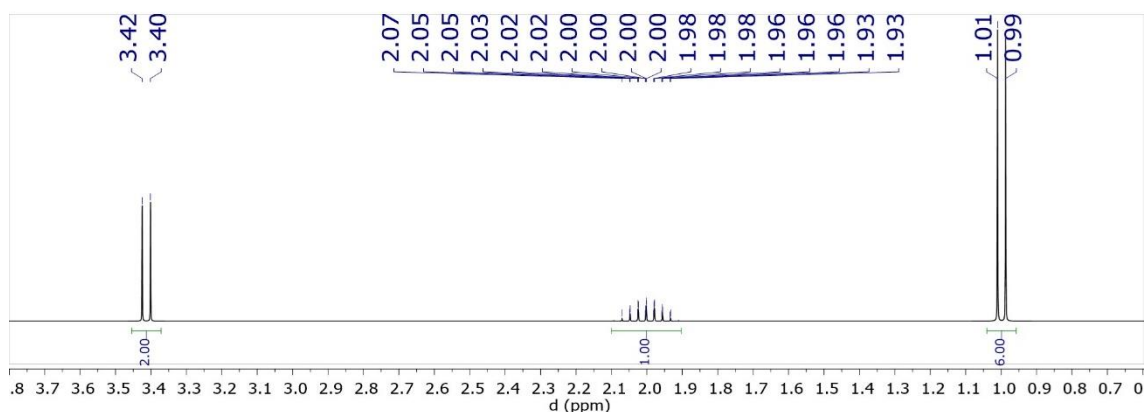
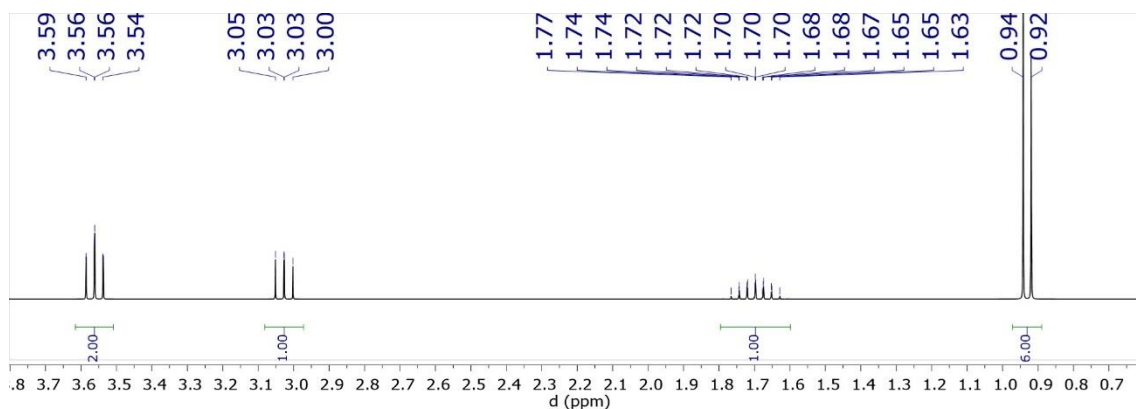


### Anexo III. Bancos de preguntas elaborados.

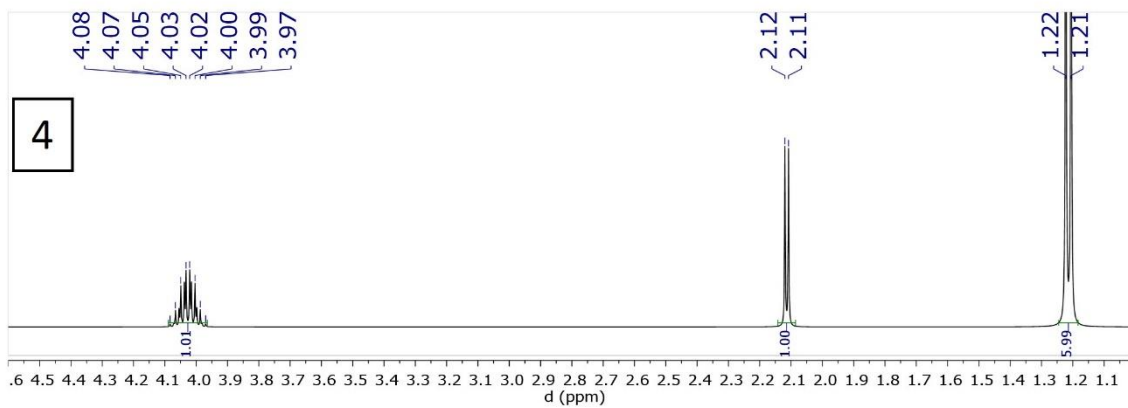
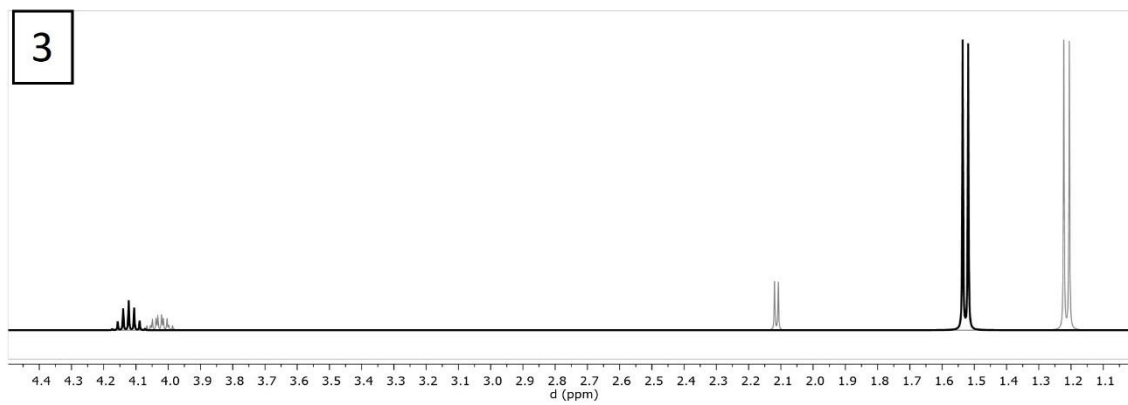
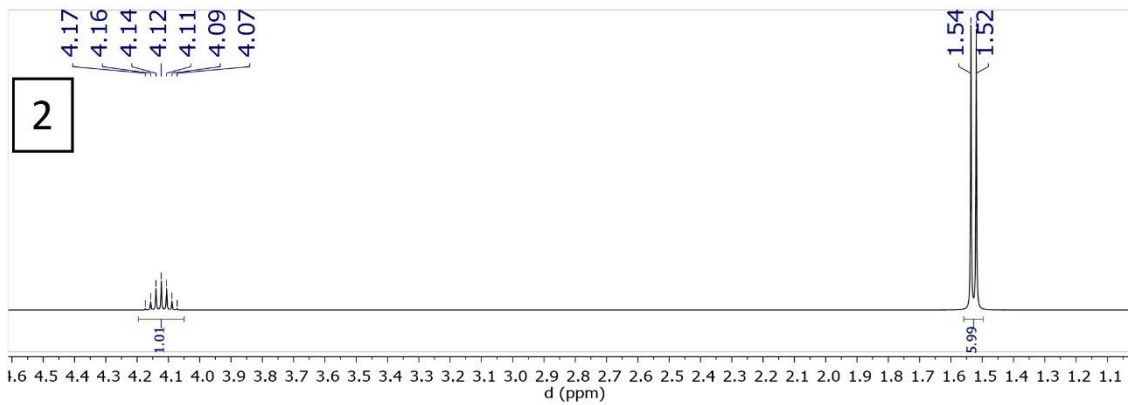
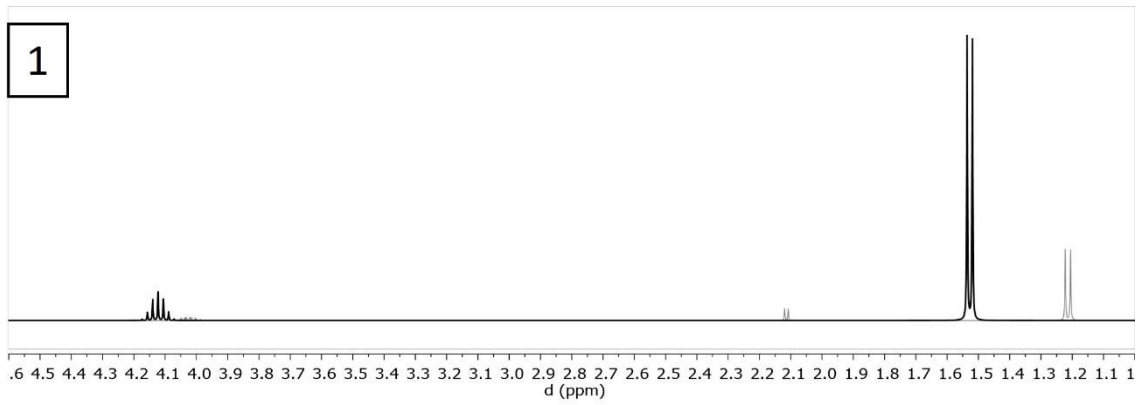
#### Síntesis de Cloruro de *terc*-Butilo

- De los siguientes materiales, indique cuáles son necesarios para llevar a cabo la práctica:
  - Embudo de extracción
  - Embudo Büchner
  - Matraz Erlenmeyer
  - Probeta
  - Matraz Kitasato
  - Embudo de adición
  - Embudo cónico
  - Embudo de sólidos
- ¿Podría usarse KCl en la reacción en lugar de HCl?
  - Sí porque el ion cloruro es el nucleófilo en ambos casos
  - No, porque no es ácido
  - No, porque la reactividad del ion cloruro depende del contraión
- ¿Podría revertirse la reacción y convertir el cloruro de *terc*-butilo nuevamente en *terc*-butanol? ¿Cómo?
- ¿Por qué es necesario secar bien el cloruro de *terc*-butilo antes de destilarlo?
- Explique el procedimiento para purificar el cloruro de *terc*-butilo
- Explique el procedimiento para aislar el cloruro de *terc*-butilo de la mezcla de reacción
- ¿Por qué se lava la mezcla de reacción con NaHCO<sub>3</sub>? ¿Podría usarse NaOH?
- ¿Por qué es necesario abrir frecuentemente el embudo durante el proceso de extracción?
- ¿Qué gas se desprende en el proceso de extracción?
- ¿Debe taparse el matraz para llevar a cabo la reacción?
- ¿Por qué es necesario usar agitación vigorosa en el proceso?
- ¿Qué técnica espectroscópica podría usarse para seguir el curso de la reacción?
- ¿Qué técnica espectroscópica podría usarse para caracterizar el producto de reacción?
- Indique el orden de reactividad de los siguientes alcoholes en un proceso S<sub>N</sub>1:
  - Terc*-butanol
  - Etanol
  - Metanol
  - Isopropanol
- Indique el orden de reactividad de los siguientes alcoholes en un proceso S<sub>N</sub>2:
  - Terc*-butanol
  - Etanol

- 3) Metanol
  - 4) Isopropanol
16. Explique por qué el cloruro de *tert*-butilo reacciona más rápidamente con HCl que el isopropanol.
  17. Indique qué disolvente(s) serían adecuados para realizar una S<sub>N</sub>1:
    - 1) DMSO
    - 2) DMF
    - 3) H<sub>2</sub>O
  18. Indique qué disolvente(s) serían adecuados para realizar una S<sub>N</sub>2:
    - 1) H<sub>2</sub>O
    - 2) DMF
    - 3) AcOH
  19. Se lleva a cabo la reacción de formación de 1-cloro-2-metilpropano a partir de 2-metilpropan-1-ol. Asigne cada uno de los dos espectros siguientes a uno de los dos productos indicados, justificando su respuesta.

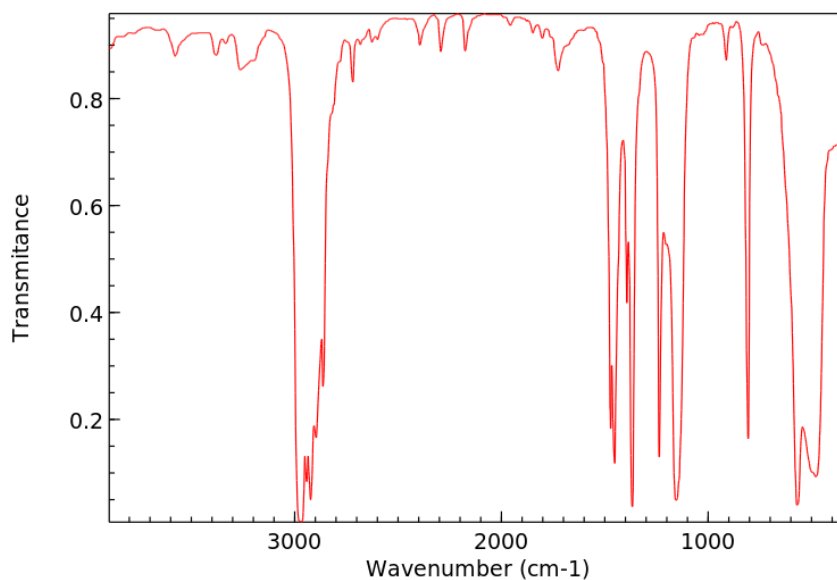
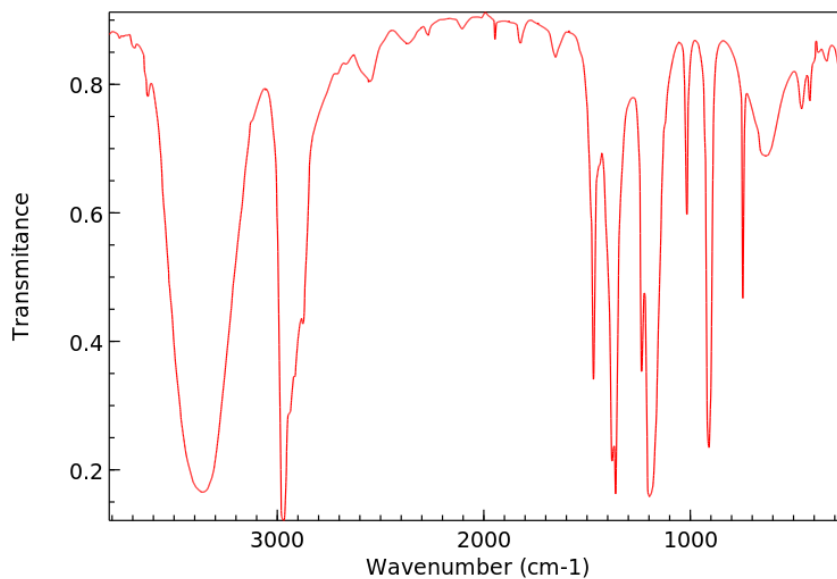


20. Se realiza la reacción de isopropanol con HCl para obtener 2-cloropropano. Partiendo de isopropanol puro, se realizan espectros de <sup>1</sup>H RMN para seguir el curso de la reacción, realizando un espectro cada 10 min. Al final, se disponen de los espectros 1-4. Ordene los espectros realizados en función del tiempo, justificando su respuesta.



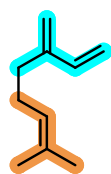
21. De los espectros 1-4, indique cual corresponderá al isopropanol puro y cuál al 2-cloropropano, justificando su respuesta.

22. En el espectro 2, indique a qué protón corresponde la señal a  $\delta \sim 4.1$ , justificando la multiplicidad de la misma.
23. Represente cómo se observaría la evolución de la reacción (espectros 1-4) mediante TLC.
24. ¿Sería posible seguir la evolución de la reacción mediante TLC directamente bajo la lámpara UV? ¿Por qué?
25. En la reacción de conversión de *terc*-butanol a 2-cloro-2-metilpropano, se dispone de los siguientes espectros IR. Indique cuál corresponde al producto de reacción, justificando su respuesta.

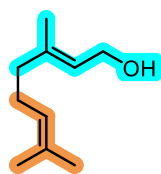


## Síntesis de Alcanfor e Isoborneol. Un ejemplo de Química Verde.

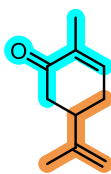
1. Los terpenos constituyen la mayor y más diversa clase de productos naturales. Se puede considerar que están formados por unidades de isopreno (más exactamente isopentano), una regla empírica que se conoce como "regla del isopreno". Señale dichas unidades en el alcanfor, lo que le identifica como un terpeno.



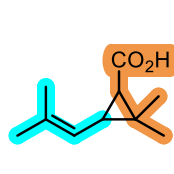
mirceño



geraniol



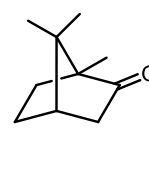
carvona



ácido crisantémico



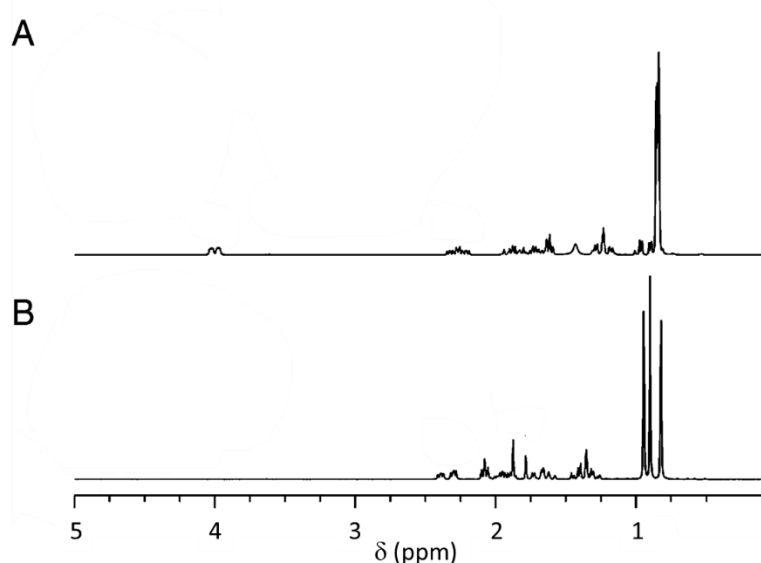
$\alpha$ -pineno



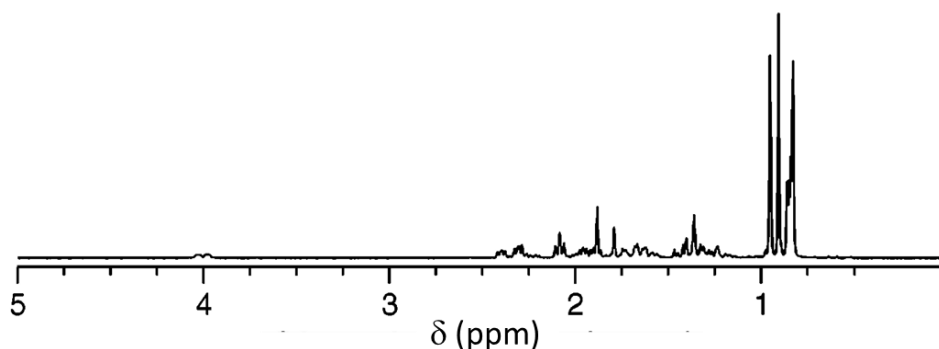
alcanfor

2. Señale los carbonos quirales en isoborneol y alcanfor.
3. Indique la estereoquímica de los centros quirales en isoborneol y alcanfor.
4. Describa el aparato usado para llevar a cabo la sublimación.
5. Describa un procedimiento alternativo al dedo frío para llevar a cabo la sublimación.
6. Dibuje el (1*R*)-borneol y señale todos los centros estereogénicos.
7. ¿Qué precauciones deben tomarse al medir el P.F. de alcanfor e isoborneol? ¿Por qué?
8. ¿Qué precauciones deben tomarse al eliminar el disolvente en el rotavapor para obtener el alcanfor? ¿Por qué?
9. ¿Se puede seguir el avance de la reacción de oxidación mediante RMN? Indique cómo.
10. ¿Se puede seguir el avance de la reacción de oxidación mediante IR? Indique cómo.
11. Indique cuáles de los siguientes principios de *Green Chemistry* se cumplen en este proceso:
  - 1) Economía atómica. Maximizar la incorporación de todos los materiales utilizados en el proceso en el producto final.
  - 2) Síntesis menos peligrosa. Diseñar métodos sintéticos que usen y generen sustancias con poca o ninguna toxicidad para las personas y el medio ambiente.
  - 3) Eficiencia energética. Minimizar los requerimientos energéticos de los procesos, llevándolos a cabo a temperatura y presión ambiente siempre que sea posible.
  - 4) Uso de materias primas renovables. Preferir el uso de materias primas renovables en lugar de recursos agotables, siempre que sea técnica y económicamente viable.
12. Indique cuáles de los siguientes principios de *Green Chemistry* podrían mejorarse en este proceso:
  - 1) Reducir derivados. Evitar, siempre que sea posible, el uso de derivados como grupos protectores, modificaciones temporales, etc., ya que estos requieren reactivos adicionales y generan residuos.

- 2) Catálisis. Usar catalizadores (tan selectivos como sea posible) en lugar de reactivos estequiométricos.
  - 3) Química inherentemente más segura para prevenir accidentes. Elegir sustancias y formas de los materiales que minimicen el potencial de accidentes químicos (como explosiones, incendios y liberaciones tóxicas).
  - 4) Economía atómica. Maximizar la incorporación de todos los materiales utilizados en el proceso en el producto final.
13. Indique justificadamente qué espectro de  $^1\text{H}$  RMN corresponde al alcanfor y cuál al borneol.



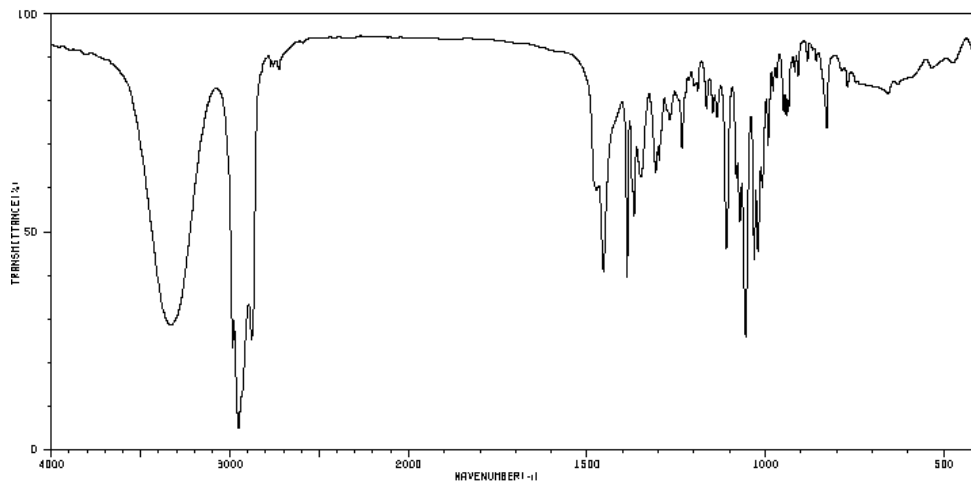
14. Tras aislar el producto de reacción de oxidación del borneol, un alumno realiza un espectro de  $^1\text{H}$  RMN del producto obtenido. Explique qué conclusiones puede obtenerse de dicho espectro.



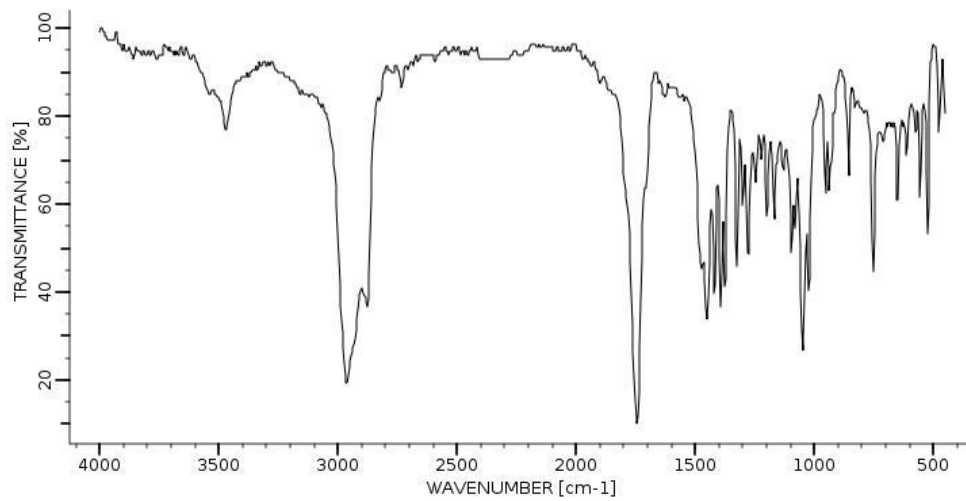
15. Formule y nombre todos los productos que se obtienen en la reducción de (1S,4S)-alcanfor con  $\text{NaBH}_4$ . ¿Qué relación mantienen entre ellos?
16. ¿Podría calcularse mediante técnicas espectroscópicas la proporción de isoborneol obtenido en la reacción de reducción del alcanfor? Explique cómo.
17. Sabiendo que el hidrógeno del carbono que lleva el grupo hidroxilo aparece a 4.0 ppm para el borneol y a 3.6 ppm para el isoborneol, explique cómo calcularía la proporción de borneol obtenido en la reducción del alcanfor.

18. Indique cuál de los siguientes espectros corresponde al alcanfor, borneol e isoborneol, justificando su respuesta.

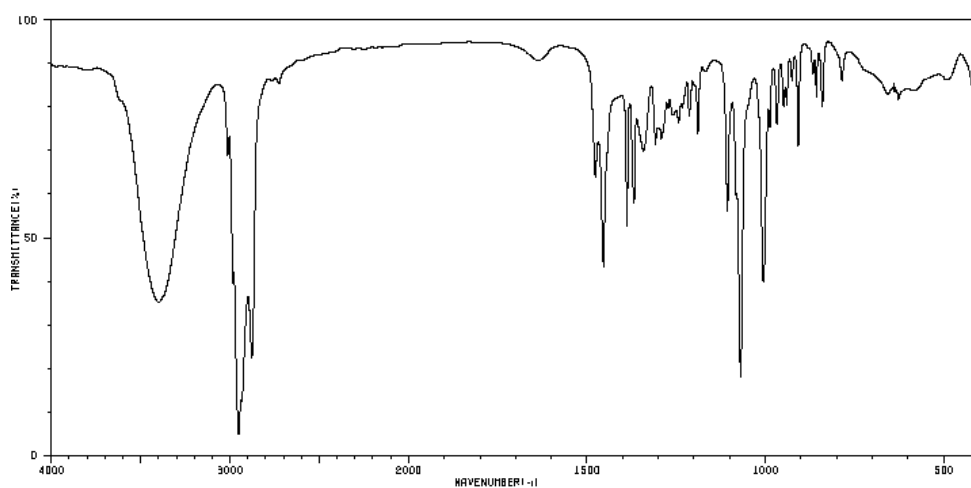
A



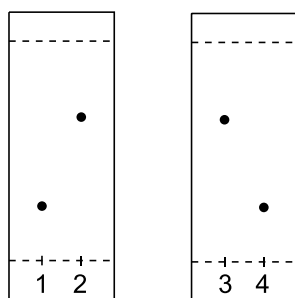
B



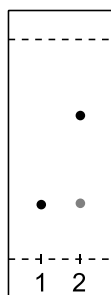
C



19. Indique si podría seguirse el avance de la reacción de oxidación de borneol a alcanfor mediante espectroscopía IR, justificando su respuesta.
20. Indique si podría seguirse el avance de la reacción de reducción de alcanfor a isoborneol mediante espectroscopía IR, justificando su respuesta.
21. ¿Es posible seguir el avance de la reacción de oxidación de borneol a alcanfor mediante CCF? Explique el procedimiento a seguir. Represente el aspecto que tendría la placa cromatográfica.
22. ¿Es posible seguir el avance de la reacción de reducción de alcanfor a isoborneol mediante CCF? Explique el procedimiento a seguir.
23. Un alumno ha quitado la reacción de reducción antes de tiempo, observando mediante  $^1\text{H}$  RMN que el producto obtenido es una mezcla de alcanfor, borneol e isoborneol. ¿Podría separar el isoborneol de la mezcla mediante cromatografía de columna? Explique por qué.
24. Indique cuál de las siguientes CCFs corresponde a la reacción de oxidación y cuál a la de reducción, justificando su respuesta, sabiendo que 1 y 3 corresponden a los productos de partida y 2 y 4 a las mezclas de reacción.



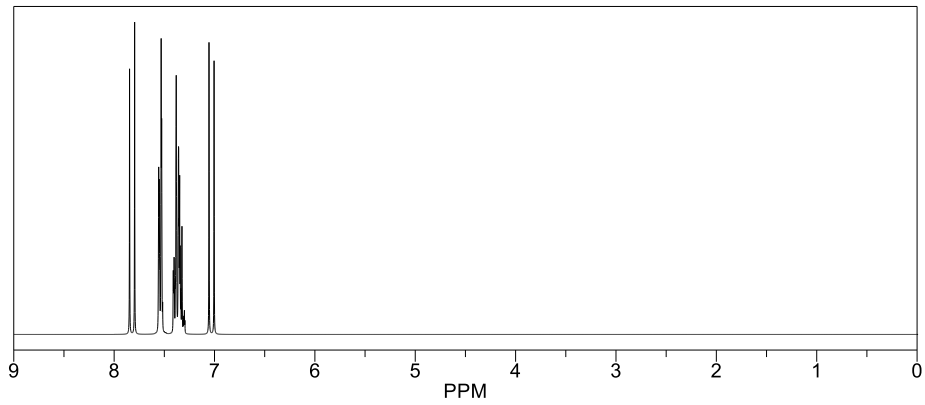
25. Un alumno realiza una CCF transcurridos 20 min del inicio de la reacción de oxidación de borneol a alcanfor. Explique el resultado observado.



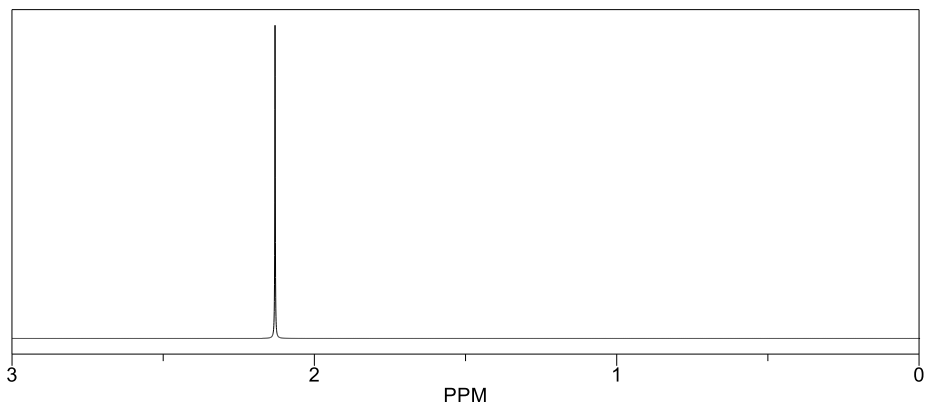
## Síntesis de dibenzalacetona

- De los siguientes materiales, indique cuáles son necesarios para llevar a cabo la síntesis de dibenzalacetona:
  - Embudo de extracción
  - Embudo Büchner
  - Matraz de dos bocas
  - Probeta
  - Matraz Kitasato
  - Refrigerante
  - Embudo cónico
  - Embudo de sólidos
- ¿Se podría utilizar KOH en la reacción en lugar de NaOH?
  - Sí, porque KOH es una base fuerte como NaOH
  - No, porque el KOH es ácido
- ¿Se podría utilizar piridina como base en lugar de NaOH? Justifique su respuesta.
- ¿Es importante el orden de adición de los reactivos?
- ¿Qué producto(s) obtendríamos si nos olvidamos de añadir benzaldehído al medio de reacción?
- ¿Qué producto(s) obtendríamos si nos olvidamos de añadir la acetona al medio de reacción?
- Explique el procedimiento para purificar la dibenzalacetona.
- Explique el procedimiento para aislar la dibenzalacetona de la mezcla de reacción.
- ¿Qué precauciones hay que tener en cuenta para llevar a cabo la reacción?
- ¿Se podría llevar a cabo la reacción a ebullición sin un refrigerante? ¿Qué pasaría? Justifique su respuesta
- ¿Se podría llevar a cabo la reacción en un matraz de una boca?
- ¿Debe taparse la segunda boca del matraz para llevar a cabo la reacción?
- ¿Se podría llevar a cabo la reacción sin agitación?
- ¿Qué técnica espectroscópica podría usarse para seguir el curso de la reacción?
- ¿Qué técnica espectroscópica podría usarse para caracterizar el producto de reacción?
- De los espectros de  $^1\text{H}$ -RMN que figuran a continuación, indique a qué compuesto corresponde cada uno de ellos: acetona, benzaldehído y dibenzalacetona. Justifique la elección.

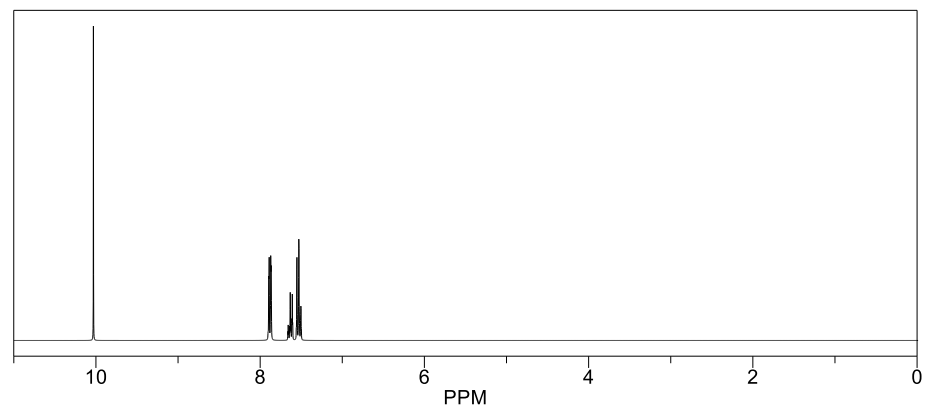
a)



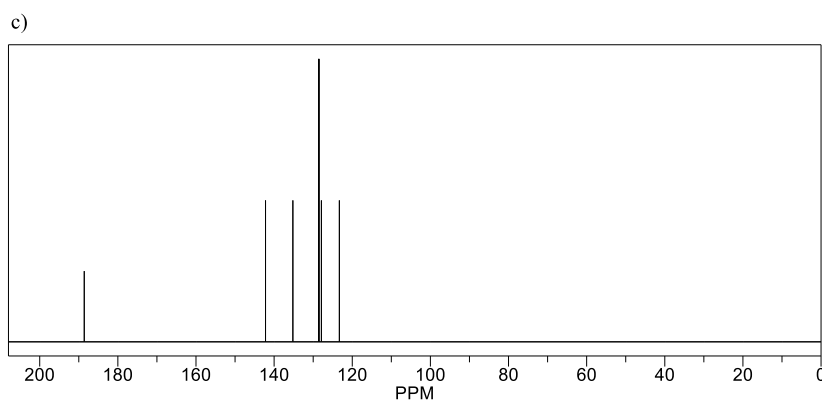
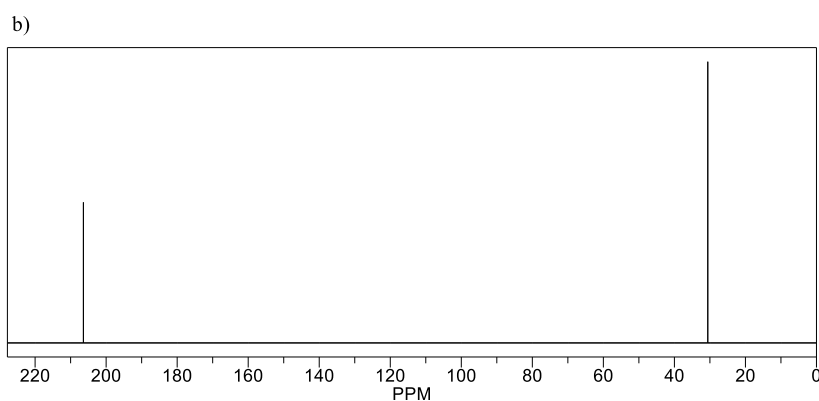
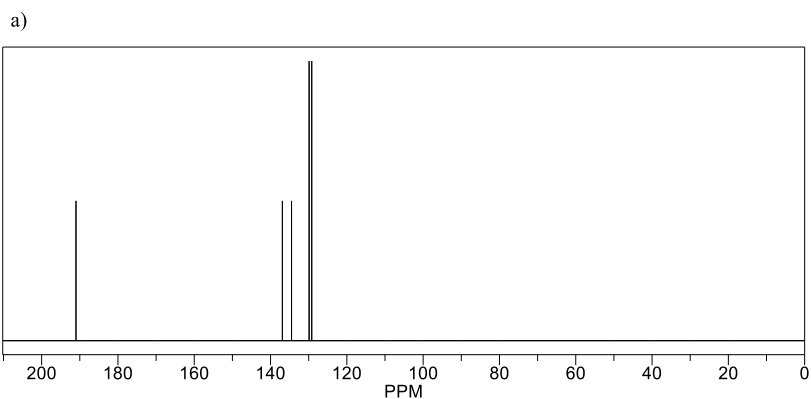
b)



c)



17. De los espectros de  $^{13}\text{C}$ -RMN que figuran a continuación, indique a qué compuesto corresponde cada uno de ellos: acetona, benzaldehído y dibenzalacetona. Justifique la elección.



18. Si el volumen final de disolvente y reactivos es de 45 mL ¿qué tamaño de matraz es necesario para llevar a cabo la reacción de manera segura?
19. ¿Se podría conocer la evolución de la reacción mediante IR? Justifique su respuesta
20. ¿Si queremos calcular el rendimiento de la reacción, cuál es el reactivo limitante de la síntesis de la dibenzalacetona?
21. ¿Es posible seguir el avance de la reacción mediante CCF? Explique el procedimiento a seguir.
22. ¿Qué producto(s) obtendríamos si la estequiometría de la reacción fuera benzaldehído/acetona (1:1)?
23. ¿Por qué se lava el sólido obtenido del crudo de reacción con agua?

24. Indique qué señal característica de  $^{13}\text{C}$ -RMN es común a la acetona, el benzaldehído y la dibenzalacetona.
25. ¿Cómo tenemos que realizar las conexiones de entrada y salida de agua en un refrigerante? Justifique su respuesta.

## Separación de los componentes de una mezcla.

1. ¿Cómo se puede determinar cuál es la fase acuosa y la fase orgánica en el embudo de extracción?
2. Indique cómo destruiría una emulsión durante una extracción:
  - (a) Añadiendo una disolución saturada de NaCl y agitando suavemente con una varilla.
  - (b) Añadiendo una disolución concentrada de una base fuerte como es el NaOH.
  - (c) Calentando la mezcla a ebullición para eliminar uno de los dos disolventes
3. Cuando se maneja el embudo de extracción es importante quitar el tapón antes de proceder a la separación de las dos fases. ¿Por qué?
4. ¿Por qué es importante ir abriendo de vez en cuando la llave del embudo de extracción durante el proceso de mezcla de las dos fases orgánica / acuosa?
5. Indique si sería apropiado emplear  $\text{CaCl}_2$  para el secado de una disolución de un alcohol en un disolvente orgánico tras una extracción. En caso contrario, proponga un desecante reversible alternativo válido para alcoholes.
6. ¿Por qué es necesario filtrar el desecante  $\text{MgSO}_4$  antes de proceder a eliminar el disolvente de extracción en el rotavapor? ¿Emplearía filtración a vacío o por gravedad?
7. Indique el tipo de filtración (por gravedad o a vacío) que habría que emplear para recuperar un producto sólido que ha precipitado en una disolución acuosa.
8. ¿Sería posible separar una mezcla de ácido benzoico y fenol empleando un sistema bifásico éter dietílico / NaOH acuoso? ¿Por qué?
9. ¿Sería posible separar una mezcla de anilina y tolueno empleando un sistema bifásico éter dietílico / HCl acuoso? ¿Por qué?
10. La recristalización en caliente es una técnica que se utiliza para purificar sólidos. ¿Qué condiciones ha de cumplir el disolvente de elección?
11. Indique, justificando la respuesta, si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: "En la técnica de recristalización, es importante lavar los cristales obtenidos una vez filtrados con una gran cantidad de disolvente en caliente para eliminar bien las impurezas que permanecen adsorbidas en la superficie de los cristales".
12. Indique qué técnica emplearía para purificar un líquido de  $P_{\text{Eb}} = 110\text{ }^\circ\text{C}$  que está contaminado con un compuesto de  $P_{\text{F}} = 65\text{ }^\circ\text{C}$  y  $P_{\text{Eb}} = 325\text{ }^\circ\text{C}$ .
13. La extracción líquido-líquido es una técnica de separación que se basa en:
  - (a) La diferencia de solubilidad de una sustancia en dos fases líquidas miscibles de distinta polaridad.
  - (b) La diferencia entre las densidades de dos disolventes inmiscibles.
  - (c) La diferencia de polaridad de una sustancia respecto de otra de referencia.

- (d) La diferencia de solubilidad de una sustancia en dos fases líquidas inmiscibles.
14. Si tiene una mezcla de 4-metilfenol y tolueno disueltos en éter, ¿qué debe añadirse a la disolución para separar los compuestos?
  15. Para separar un ácido carboxílico, un fenol y un compuesto neutro habría que tratar con:
    - (a) HCl (1 M) y a continuación con NaOH (5%)
    - (b) NaOH (5%) y a continuación con NaHCO<sub>3</sub> (5%)
    - (c) NaHCO<sub>3</sub> (5%) y a continuación con NaOH (5%)
    - (d) NaOH (5%) y a continuación con HCl (1 M)
  16. ¿Qué finalidad tiene la filtración en caliente en un proceso de recristalización?
  17. ¿Qué sistema de filtración (por gravedad o a vacío) utilizaría para filtrar en caliente durante una recristalización?
  18. Indique si esta afirmación es verdadera o falsa: En la recristalización de una sustancia, la filtración en frío se realiza para eliminar las impurezas solubles.
  19. Indique que material se necesita para realizar la etapa de filtración en frío de una recristalización.
  20. ¿Cómo afecta, generalmente, la presencia de impurezas al punto de fusión de un sólido?
  21. Indique el agente desecante más adecuado para secar una disolución etérea que contiene una amina.
  22. ¿Sería adecuado utilizar hidruro de calcio para secar la fase orgánica resultante de una extracción?
  23. ¿Para qué se puede emplear una disolución saturada de cloruro sódico en una extracción?
  24. En el montaje de las destilaciones realizadas en el laboratorio, ¿por qué se agrega un material poroso (piedra pómez) en el líquido a destilar?
  25. ¿Cuándo es necesario realizar una destilación a vacío?
  26. Seleccione la pareja de disolventes adecuada para hacer una extracción líquido-líquido:
    - (a) etanol / agua
    - (b) acetato de etilo / agua
    - (c) acetona / agua
    - (d) tolueno / cloroformo
  27. Señale la operación que NO forma parte de una correcta recristalización:
    - (a) Se debe disolver la sustancia a purificar en la mínima cantidad posible de disolvente a ebullición

- (b) Se deben filtrar las impurezas insolubles
  - (c) Se debe filtrar a vacío el líquido de recristalización en caliente
  - (d) Se deben lavar los cristales con el disolvente de la recristalización en frío
28. ¿Qué tipo de sólidos pueden ser purificados mediante sublimación?

## Anexo IV. Encuestas para la evaluación online.

### EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE: LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA II

3<sup>er</sup> Curso (Grado en Química) y 4<sup>o</sup> Curso (Doble Grado en Química y Bioquímica)

**NOTA:** Las **respuestas** deben darse sobre una escala (del **1** al **5**), entendiendo que si en alguna respuesta quiere ser categórico (**sí** o **no**), debe hacerlo con la valoración **5** ó **1**, respectivamente.

PREGUNTA	RESPUESTA					
	1	2	3	4	5	NS/NC
1. ¿Cómo calificarías tu experiencia general con las prácticas de laboratorio online?						
2. ¿Las instrucciones y los materiales proporcionados fueron claros y comprensibles?						
3. La realización de las prácticas online, ¿le ha permitido consolidar sus competencias en Química Orgánica?						
4. ¿Consideras que las prácticas online te permitieron adquirir las habilidades necesarias para realizar experimentos de Química Orgánica?						
5. ¿Tuviste algún problema técnico durante las prácticas en línea (conexión a internet, software, hardware, etc.)?						
6. ¿Has podido reproducir los videos en distintas plataformas?						
7. ¿Ha sido efectivo el uso de materiales audiovisuales en la comprensión de los experimentos?						
8. ¿Recomendarías el formato de prácticas de laboratorio online a otros estudiantes?						
9. ¿Las prácticas de laboratorio online fueron adecuadas para complementar las clases teóricas?						
10. ¿El formato online te permitió interactuar y colaborar con tu profesor de manera efectiva?						
11. ¿Consideras que aprendiste tanto como lo harías en un laboratorio presencial?						
12. ¿Qué aspectos de las prácticas en línea te parecieron más útiles o efectivos?						
13. ¿Qué aspectos crees que necesitan mejorar para futuras prácticas online?						
14. Comentarios adicionales:						

**RECUERDE: ¡No firme esta encuesta!**