



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

**TÍTULO:** ChemLab-ON: ver y aprender

**AUTOR:**

Gutierrez, Junkal  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)  
Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa  
[juncal.gutierrez@ehu.eus](mailto:juncal.gutierrez@ehu.eus)

Santaolalla, Arrate  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)  
Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz  
[arrate.santaolalla@ehu.eus](mailto:arrate.santaolalla@ehu.eus)

Tercjak, Agnieszka  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)  
Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa  
[agnieszka.tercjaks@ehu.eus](mailto:agnieszka.tercjaks@ehu.eus)

Gallastegui, Gorka  
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)  
Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz  
[gorkajavier.gallastegui@ehu.eus](mailto:gorkajavier.gallastegui@ehu.eus)

**1. RESUMEN:**

Desde la premisa errónea «las prácticas comienzan al entrar en el laboratorio» formulada por el alumnado de primer curso de la asignatura obligatoria Fundamentos Químicos de la Ingeniería, impartida en diversos Grados en Ingeniería Industrial, este trabajo pretende crear contenido audiovisual propio como recurso útil y atractivo que sirva para motivar el imprescindible estudio pre-laboratorio, logrando la transferencia deseada entre la teoría y la práctica.

**2. ABSTRACT:**

First-year engineering students from the subject Chemical Principles Engineering (a compulsory course of Industrial Engineering specialties) operate under the false premise «no work must be done before entering the lab». The goal of this work is to create a useful and engaging audiovisual content related to laboratory procedures, removing this misconception and achieving the desired transfer between theory and practice by means of the accomplishment of the required prelab work.



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

### 3. PALABRAS CLAVE: 4-6

Educación en Química, Guiones de laboratorio de química, Alumnado de primer año de ingeniería, Actividades prelaboratorio

### 4. KEYWORDS: 4-6

Chemistry education, Chemistry laboratory instruction, First-year engineering undergraduates, Prelaboratory activities

### 5. DESARROLLO:

#### 1. INTRODUCCIÓN

Fundamentos Químicos de la Ingeniería es una asignatura obligatoria de 9 créditos ECTS, perteneciente al módulo «Formación Básica», que se imparte en la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (EIVG), facultad adscrita a la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), en el primer curso de los Grados en Ingeniería Industrial (Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química Industrial). Tal y como se indica en la [guía docente de la asignatura](#), el 17% del tiempo lectivo (1.5 créditos ECTS) se destina a la realización de 5 prácticas de laboratorio de 3 h cada una. Estas prácticas permiten experimentar y ejercitar los conocimientos adquiridos mediante las clases magistrales, las prácticas de aula y el trabajo personal. Asimismo, posibilita conocer las técnicas experimentales básicas empleadas en un laboratorio químico y adquirir habilidades propias del trabajo de laboratorio.

Sin embargo, curso tras curso, el profesorado responsable de la asignatura observa que un alto porcentaje del alumnado asiste a las prácticas sin haber leído previamente el guion de las mismas y apenas prestan atención durante la presentación de la práctica (10-15 min) que se realiza antes de cada sesión de laboratorio.

Su falta de interés y preparación previa impide al alumnado ser consciente de lo que sabe y de lo que desconoce. En estos casos, el alumnado no gestiona ni controla su proceso de aprendizaje, no toma decisiones efectivas que le permitan completar con éxito las prácticas (se limita a copiar a compañeras y compañeros que van un paso por delante) y no transfiere el conocimiento teórico a las diferentes situaciones experimentales. Tal y como indicaron DeKorver y Towns (2015) en un estudio llevado a cabo entre 31 estudiantes matriculados en Ingeniería, pareciera que una amplia mayoría de las personas matriculadas (77%) tienen como objetivo completar las tareas lo más rápido posible, y muchas otras (52%) simplemente desean cumplir con los requisitos mínimos necesarios para superar el curso, obviando el hecho de que el trabajo experimental, en lugar de un mero trámite, es una herramienta esencial que completa su formación académica. Y es que, parafraseando a Beach y Stone (1988), adquirir los fundamentos básicos de la Química sin integrar las prácticas de laboratorio es como pintar sin colores ni lienzo o como aprender a andar en bici leyendo el manual de funcionamiento.

Por otro lado, es importante entender que el alumnado que accede ahora a la Universidad pertenece a la Generación Z, compuesta por aquellas personas nacidas después de 1997, siendo éste uno de los segmentos de población que más consume contenidos audiovisuales,



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

preferentemente en plataformas sociales como *YouTube* o *TikTok* donde buscan originalidad e inmediatez en los contenidos. El profesorado responsable de la asignatura, perteneciente a la generación *millennial*, es consciente de la importancia de leer la práctica y trabajar sobre un documento escrito como es el guion de laboratorio, pero ha comprobado en repetidas ocasiones que la relectura de estos archivos por parte de los y las estudiantes para hallar las claves que permitan comprender los pasos a seguir en el laboratorio supone un auténtico cuello de botella en el desarrollo satisfactorio de las prácticas.

Por el contrario, su receptividad positiva hacia los tutoriales o las instrucciones basadas en videos (*video-based instructions*) puede derivar en un aprendizaje más autónomo y autorregulado. Stieff y col. (2018) demostraron en un estudio realizado a 1089 estudiantes universitarios de primer curso que la utilización de videos como material de instrucción previo a las sesiones de laboratorio de Química General permitió a dicho alumnado completar de manera eficiente las actividades propuestas en el tiempo asignado, demostrando una mayor comprensión de los argumentos teóricos para llevar a cabo los procedimientos experimentales.

El alto número de visionados en ejemplos de videotutoriales desarrollados por el PDI/PAS de la Universitat Politècnica de València o la Universidad Complutense de Madrid y, sobre todo, por el alumnado de universidades latinoamericanas, nos indica que se trata de un recurso socorrido por parte del alumnado más joven con el fin de resolver sus dudas. Este hecho hace más urgente si cabe la necesidad de crear contenido audiovisual propio, ya que honestamente creemos que el alumnado selecciona estas opciones por el idioma de edición (castellano) y no por su calidad o veracidad de contenidos.

En el repaso pormenorizado de las experiencias previas disponibles en educación científica, destacan instituciones como la Royal Society of Chemistry (RSC) y su sección de ayuda para el profesorado y el alumnado (Royal Society of Chemistry) con material audiovisual relativo a métodos analíticos y procedimientos experimentales como gravimetría, electrólisis, síntesis de sólidos y líquidos orgánicos, cromatografía, etc. Asimismo, en la revista *Journal of Chemical Education* son numerosas las publicaciones relacionadas con el diseño de contenido audiovisual para prácticas de laboratorio de ingeniería química (Levonis y col. (2021), Qin y col. (2021), Stieff y col. (2018)).

A nivel estatal, diversos departamentos universitarios de química o ingeniería química disponen de un contenido audiovisual en sus portales web. Elementos multimedia libres en el que cualquiera puede acceder para consumir sus filmaciones. Una de las universidades que lleva creando un material audiovisual desde hace más de 10 años es la Universidad de Valencia (Climent Santamaria, 2014). Esta Universidad lleva publicando tanto en su página web como en el portal de vídeos YouTube una amplia variedad de material audiovisual, como por ejemplo, prácticas de laboratorio, procesos básicos, contenido teórico, simulaciones, conferencias, etc. Otro caso es la Universidad de Alicante Fernández Torres, 2010), en la que cada departamento tiene un apartado relacionado con material académico audiovisual. En relación con la ingeniería química, esta Universidad dispone de unos vídeos cortos con carácter teórico acerca de procesos relacionados con la química y la ingeniería química: diagramas de flujo y volúmenes de control, caudal molar básico y volumétrico, balances energéticos, etc.

Por otro lado, universidades andaluzas como la Universidad de Granada (Universidad de Granada) o la Universidad de Sevilla (Sanchez Fernández y col.) también cuentan con gran



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

contenido audiovisual relacionado con la química, donde muestran técnicas y procesos prácticos de laboratorio. En el caso granadino, se exponen vídeos acerca de procesos y prácticas de laboratorio en los que el alumnado es parte activa en la realización de los vídeos. El profesorado presenta el contenido teórico del experimento a realizar y son los mismos/as estudiantes quienes realizan el vídeo. La Universidad de Sevilla por su parte, cuenta con vídeos sobre diferentes procesos químicos como son la recristalización, la destilación o la separación por extracción, entre otros.

De manera análoga, pueden encontrarse herramientas similares en otras universidades como la de Barcelona (Universitat de Barcelona) y Zaragoza (Badorrey y col.). El repositorio audiovisual de la Universidad de Barcelona cuenta con más de 200 vídeos (entre charlas, entrevistas, clases, presentaciones, conferencias etc.) vinculados a la palabra clave *química*, mientras que la Universidad de Zaragoza ha generado vídeos acerca del uso del rotavapor, sobre extracciones líquido-líquido, filtraciones, cromatografía, entre otros.

En el ámbito internacional, diversas universidades internacionales emplean su propio contenido audiovisual como parte básica del proceso de enseñanza. A modo de ejemplo, la University Colleague de Londres (University Colleague London) dispone de una gran variedad de vídeos relacionados con su enseñanza, estando la ingeniería química entre ellas. La Universidad de Manchester (The University of Manchester) también añade en sus plataformas web una gran cantidad de vídeos relacionados con sus grados y sobre el trabajo que realizan el alumnado en relación con la ingeniería química industrial. En el caso de la Universidad de Nottingham, esta institución tiene cientos de vídeos, plataformas interactivas como una relacionada con los elementos de la tabla periódica junto con vídeos enseñando información acerca de cada uno de los elementos, así como otros relacionados con procesos de ingeniería, procesos de laboratorio, charlas y conferencias.

### 2. AMBITO DE AMPLICACIÓN Y OBJETIVO

El presente trabajo describe el proceso realizado para la creación de contenido audiovisual que explique los procedimientos de laboratorio, la ejecución de pasos específicos, así como la gestión de los residuos peligrosos generados y otras consideraciones de seguridad que se trabajan en las 5 sesiones de laboratorio de 3 h relativas a la asignatura Fundamentos Químicos de la Ingeniería (FQI), asignatura impartida en el primer curso de las Ingenierías Industriales de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (UPV/EHU). A continuación, se listan las prácticas correspondientes a las 5 sesiones de laboratorio y sus objetivos principales.

- **Práctica 1.** Operaciones comunes en el laboratorio de química básica y Calorimetría.
- **Práctica 2.** Producción de biodiésel y Síntesis de polímeros biodegradables.
- **Práctica 3.** Cinética química.
- **Práctica 4.** Estequiometría, Solubilidad y Tipos de sólidos cristalinos.
- **Práctica 5.** Reacciones REDOX. Volumetría de neutralización.

Este conjunto de videos didácticos formó parte del Trabajo de Fin de Grado de un estudiante de Ingeniería Química Industrial que incluyó como novedad una encuesta al nuevo y antiguo alumnado para tomar en consideración su opinión acerca del tipo y formato de grabación que



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

desearían visualizar, tratando de recabar la mayor información posible sobre los aspectos que juzgan importantes y valoran positivamente en un vídeo tutorial, como su duración, la forma en que se difunde la información

### 3. DESARROLLO

En un proyecto cuyo objetivo era la creación de material audiovisual para el alumnado, el punto de partida no podía ser otro que conocer su opinión, gustos e intereses al respecto. De este modo, se diseñaría un nuevo material adecuado a los requisitos del futuro consumidor buscando una mayor aceptación y, por lo tanto, un mayor uso de los recursos que complementan su formación.

Pese a que el material audiovisual corresponde a una asignatura de primer curso, se consideró interesante encuestar al alumnado de todos los cursos (desde 1º hasta 4º) para conseguir un mayor espectro y recopilar la opinión de estudiantes que ya habían cursado las prácticas. Así, desde su experiencia, poder conocer qué tipo de material audiovisual consideraban que les podía haber ayudado en la comprensión de los conceptos que se trabajan en las prácticas de laboratorio.

Las preguntas se dividieron en diferentes bloques. Varias cuestiones estaban relacionadas con las características audiovisuales como el tiempo de duración, apariencia del video (resumen oral con subtítulos, textos explicativos sin resumen oral, etc.) o modo de grabación (plano medio o primer plano de manos trabajando), entre otras.

La revisión bibliográfica anteriormente descrita del material audiovisual publicado por diferentes Universidades relacionado con ensayos y experimentos químicos publicados en plataformas de libre acceso, junto con los resultados de la encuesta realizada al estudiantado que iba a cursar (o cursó) la asignatura de FQI en la EIVG, permitió establecer los criterios más adecuados para realizar las grabaciones. A continuación, se describen las premisas más relevantes:

- **Contraste:** el uso de un fondo oscuro y procesos o experimentos con reactivos o indicadores con colores llamativos resultan más atractivos.
- **Dinamismo:** un buen uso de transiciones entre planos en los vídeos o una rotulación correcta hace que el vídeo sea más llamativo y capte la atención del espectador durante un tiempo más prolongado.
- **Sencillez:** un vídeo con los elementos mínimos imprescindibles hace que sea más sencillo para el estudiante, ya que un vídeo cargado de elementos y muchas acciones hace que el espectador pierda la atención.

Por otro lado, debe evitarse:

- **Elementos visuales de fondo:** movimiento de las personas por el escenario y la inclusión de elementos que no forman parte de la práctica que se está grabando.
- **Desorden:** el abuso de cambio de planos y/o un escenario cambiante da la sensación de falta de organización.
- **Color:** fondos demasiado claros impiden una correcta visualización del material de vidrio. El uso de líquidos transparentes hace que algunos ensayos o reacciones químicas no se



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

aprecien correctamente en cámara.

- Duración: vídeos demasiado largos hacen que el espectador se distraiga.

Bajo estas premisas se establecieron las especificaciones del set de rodaje. En lo que respecta al escenario, se seleccionó un fondo negro, puesto que otorgaba una mayor claridad al foco de atención del vídeo. Además, se trató de eliminar todos los puntos de luz existentes, manteniendo únicamente una iluminación fija y homogénea en cada práctica. Se grabaron principalmente planos cortos de manos ejecutando los diferentes procesos (un plano completo alejaba demasiado la vista hacia el escenario de grabación), insertando planos de detalle cuando fuese necesario (**Figura 1**).

Los vídeos se realizaron sin sonido y con acciones subtituladas. De este modo, es posible traducirlos fácilmente a diferentes idiomas (en nuestro caso concreto Euskera y Español) y no requiere de sonido para su comprensión. Los vídeos de todas las prácticas compartieron una misma estructura. Todos ellos se compusieron por elementos en común como son la tipografía, flechas informativas, pictogramas, rótulos de colores y subtítulos (**Figura 2**). Además, todas las prácticas compartieron los apartados generales: Objetivo(s), Reactivos, Material, Procedimiento experimental, Resultados y Gestión de residuos (**Figura 3**). De esta manera, se completa una colección y el receptor puede llegar a establecer un patrón que le permita, por repetición, asimilar más fácilmente el contenido de los vídeos.

La duración de los vídeos es uno de los aspectos más críticos. Se requiere la mayor brevedad y precisión posible que asegure captar la atención del espectador hasta el final. Es por ello que se decidió subdividir las diferentes prácticas en más de un vídeo y aplicar el modo cámara rápida (time-lapse) para los procesos lentos o monótonos (por ejemplo, la decantación, la filtración por gravedad o la valoración ácido-base).

### 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La inclusión de material audiovisual, inexistente hasta la fecha, como herramienta didáctica se encaminó a un doble objetivo: por un lado, la realización con mayor fluidez, confianza y determinación de las tareas de laboratorio por parte del alumnado al haber visualizado previamente las tareas a desarrollar; por otro lado, la revisión de la práctica tras la sesión de laboratorio para tener la posibilidad de volver a realizar la práctica de manera virtual y analizar los errores cometidos, comprendiendo e interiorizando los conceptos teórico-prácticos trabajados durante la sesión.

A la conclusión del proyecto, se tomaron unas 200 fotos y se filmaron 520 secuencias para realizar los 12 video-tutoriales de aproximadamente 5 min cada uno, lo que supuso más de 13 h de grabación repartidas en las 5 prácticas que componen la asignatura.

El alumnado tuvo acceso a los videos a través del [portal multimedia EHUt](#), servicio para almacenar, catalogar, difundir, publicar y visualizar contenidos multimedia generados en la propia UPV/EHU. En este sentido, el 52.4% y el 72.3% de los estudiantes de primer curso integrados en las diferentes Ingenierías Industriales que estudiaban en castellano o euskera, respectivamente, afirmaron haber visualizado los vídeos antes de entrar en el laboratorio a lo largo del curso 21/22. Estos datos concordaron con la predisposición mostrada por el 68 % de



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

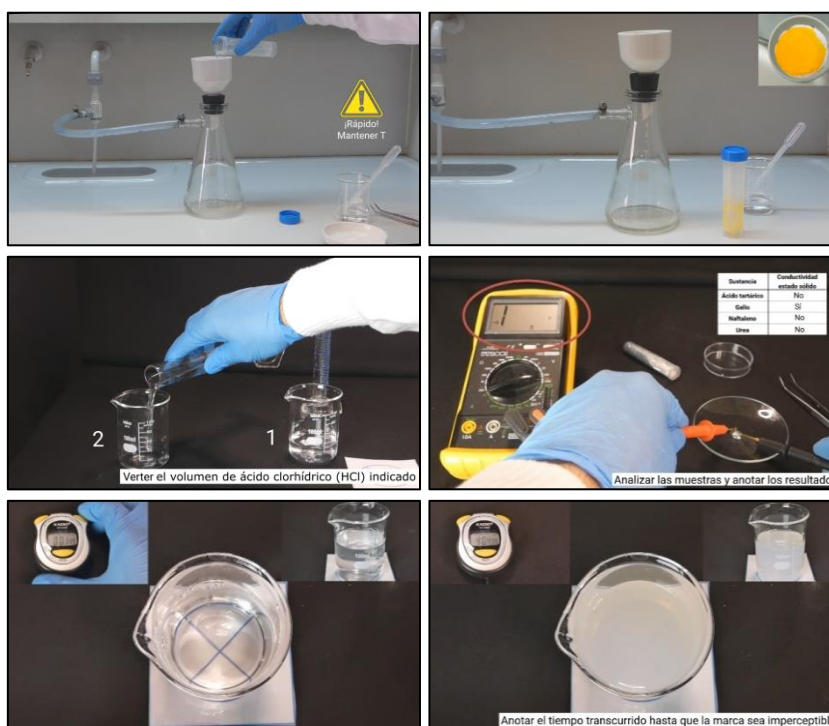
los y las estudiantes en la encuesta previa.

En total, se accedió a los diferentes vídeos de prácticas en más de 1000 ocasiones, lo que demuestra que actualizar parte del contenido utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) resulta beneficioso, al menos para el alumnado con interés en la asignatura.

Además de los beneficios ya mencionados, el nuevo material audiovisual también es muy útil para el profesorado. Las asignaturas de primer curso de los Grados de Ingeniería tienen un gran número de matrículas y, por lo tanto, un volumen considerable de grupos de prácticas. Estas condiciones hacen que, normalmente, las prácticas sean impartidas por diferentes docentes, ya que es muy difícil que una única persona asuma toda la carga docente que suponen. Es por ello que vídeos que recojan íntegramente la realización de las prácticas permite formar al profesorado novel en la materia sin necesidad de realizar previamente los experimentos y, al igual que en el caso del alumnado, pueden revisar la grabación todas las veces que sea necesario hasta interiorizar las acciones.

Finalmente, es importante mencionar que la visualización previa de los vídeos de las prácticas contribuye positivamente a un mejor uso del material y reduce el desperdicio de reactivos.

### 5.1. FIGURA O IMAGEN 1



**Figura 1.** Capturas de video de diferentes prácticas mostrando ejemplos del aspecto de los planos cortos de acciones (manos ejecutando procesos) y planos de detalle insertados.



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

### 5.2. FIGURA O IMAGEN 2

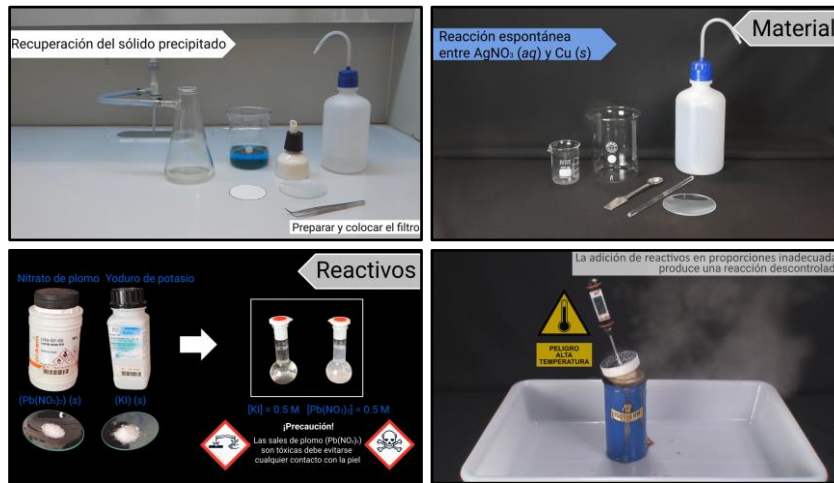


Figura 2. Capturas de video de diferentes prácticas mostrando ejemplos del aspecto de los rótulos y pictogramas empleados.

### 5.3. FIGURA O IMAGEN 3



Figura 3. Capturas de video de los diferentes apartados comunes para todas las prácticas.





## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Badorrey, R., Gálvez, J. A. & López M. P. Universidad de Zaragoza. *Videos sobre técnicas de laboratorio químico*. [http://www.unizar.es/procesos\\_estereoselectivos/Tecnicas\\_laboratorio.htm](http://www.unizar.es/procesos_estereoselectivos/Tecnicas_laboratorio.htm) (Fecha de consulta: 14-06-2023)

Beach, D. H. & Stone, H. M. (1988). Survival of the high school chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 65, 619–620. <https://doi.org/10.1021/ed065p619>.

Climent Santamaria, M. T. (2014). *Cinética de decoloración del violeta cristal*. Universidad De Valencia. Facultad de Química. Listado de vídeos. <https://www.uv.es/uvweb/quimica/es/facultad-quimica-1285849471169/Recurs.html> (Fecha de consulta: 24-06-2022)

DeKorver, B. K. & Towns, M. H. (2015). General chemistry students' goals for chemistry laboratory coursework. *Journal of Chemical Education*, 92, 2031–2037. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00463>.

Fernández Torres, M. J. (2010). Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Química. Vídeos académicos. <http://rua.ua.es/dspace/browse?type=author&value=Fernandez-Torres%2C+Maria+J> (Fecha de consulta: 14-06-2023)

Levonis, S. M., Tauber, A. L., & Schweiker, S. S. (2021). *360° Virtual laboratory tour with embedded skills videos*. *Journal of Chemical Education*. 98, 651–654. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00622>

Qin, T., Cook, M. & Courtney, M. *Exploring chemistry with wireless, PC-Less portable virtual reality laboratories*. (2021) *Journal of Chemical Education*. 98, 521–529. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00954>

Royal Society of Chemistry. Remote teaching support. <https://edu.rsc.org/resources/collections/remote-teaching-support> (Fecha de consulta: 14-06-2023)

Stieff, M., Werner, S. M., Fink, B. & Meador, D. (2018). Online prelaboratory videos improve student performance in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 95, 1260–1266. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00109>.

Sanchez Fernández, E. M., Ortega Caballero, F., Cabello, J., Carmona Asenjo, M.T. & García Moreno, M. I. *Separación por extracción*. Universidad de Sevilla. Servicio de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías. Técnicas básicas en un Laboratorio de Química Orgánica. <http://sav.us.es/index.php/novedades/151-nueva-serie-de-videos-didacticos-tecnicas-basicas-en-un-laboratorio-de-quimica-organica> (Fecha de consulta: 14-06-2023)

The University of Manchester. Department of Chemical Engineering. <https://www.ce.manchester.ac.uk/virtual-open-day/> (Fecha de consulta: 14-06-2023)

Universitat de Barcelona. *La televisión de la Universitat de Barcelona* (UBTV). <https://www.ub.edu/ubtv/es> (Fecha de consulta: 14-06-2023)



## MEJORA DE LAS EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE: TRANSFORMACIÓN Y RETOS

---

Universidad de Granada. *Descubriendo la Química.*  
[https://www.youtube.com/watch?v=QOvVZ-69Kg&ab\\_channel=Fundaci%C3%B3nDescubre](https://www.youtube.com/watch?v=QOvVZ-69Kg&ab_channel=Fundaci%C3%B3nDescubre)  
(Fecha de consulta: 14-06-2023)

University Colleague London. Department of Chemical Engineering. Vídeos.  
<https://www.ucl.ac.uk/chemical-engineering/study/ucl-chemical-engineering-videos> (Fecha de consulta: 14-06-2023)