

**Proyecto de Innovación y Mejora Docente  
ID2015/0242**

Financiado por el PROGRAMA DE MEJORA DE  
LA CALIDAD – PLAN ESTRATEGICO GENERAL 2013-2018  
Planes de formación e innovación  
Programa Innovación y Mejora Docente de la Universidad de Salamanca  
Convocatoria 2015

**MEMORIA**

**ESTRATEGIAS PARA EL APRENDIZAJE AUTÓNOMO DEL  
ALUMNADO EN EL ÁMBITO DE LOS LABORATORIOS  
EXPERIMENTALES MEDIANTE EL USO DE RECURSOS  
AUDIOVISUALES DISEÑADOS PARA ESE PROPÓSITO**

Salamanca a 10 de julio de 2016

**Carmen Izquierdo Misiego  
Coordinadora del Proyecto**

## **ÍNDICE**

	<b>Pg.</b>
<b>I. EQUIPO DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1. <b>Ámbito de actuación .....</b>	<b>3</b>
2. <b>Objetivos .....</b>	<b>4</b>
3. <b>Destino de la Subvención Concedida .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA: ORGANIZACIÓN Y TAREAS DESARROLLADAS</b>	
1. <b>Fase Inicial .....</b>	<b>4</b>
2. <b>Fase de Desarrollo .....</b>	<b>5</b>
3. <b>Fase Final: Resultados .....</b>	<b>6</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>6</b>
1. <b>Fase Inicial .....</b>	<b>6</b>
2. <b>Fase de Desarrollo .....</b>	<b>7</b>
3. <b>Fase Final: Resultados .....</b>	<b>8</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y CONTINUIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>9</b>
<b>ANEXO: MATERIALES DIDACTICOS ELABORADOS .....</b>	<b>11</b>

# Aprendizaje Autónomo en el Ámbito Experimental Mediante el uso de Recursos Audiovisuales Diseñados ese propósito

---

## I. EQUIPO DEL PROYECTO

<b>Coordinadora</b>	<b>Carmen Izquierdo Misiego</b>	<a href="mailto:misiego@usal.es">misiego@usal.es</a>
<b>Colaboradores</b>	<b>Francisco Salvador Palacios</b>	<a href="mailto:salvador@usal.es">salvador@usal.es</a>
	<b>Nicolás Martín Sánchez</b>	<a href="mailto:nico4iq@hotmail.com">nico4iq@hotmail.com</a>
	<b>Jennifer Pelaz Fernández</b>	<a href="mailto:jpf@usal.es">jpf@usal.es</a>
	<b>Josefa Anaya Mateos</b>	<a href="mailto:janay@usal.es">janay@usal.es</a>

## II. INTRODUCCIÓN

Los resultados publicados recientemente de las encuestas realizadas a nivel internacional para analizar la adecuación y eficacia de la formación de nuestros universitarios en relación con la demanda laboral de la sociedad, apunta claramente hacia la necesidad de que el aprendizaje se base más en la formación de carácter práctico que en la meramente teórica

En este sentido la formación de nuestros Graduados en el ámbito de la Química y la Ingeniería Química culmina con la realización de unas Prácticas de Empresa que representan su primer contacto con el mundo laboral y en las circunstancias actuales, prácticamente el único que tienen en este sentido. La preparación para ese final y, sobre todo, para su futuro profesional desde el punto de vista práctico se inicia en los laboratorios del Centro donde va realizar sus estudios de Grado.

Por tanto, es evidente que es de interés cualquier actuación encaminada a crear recursos y diseños del trabajo experimental que contribuyan a la adquisición de las competencias y habilidades por parte de los Graduados enfocadas a su preparación para su futuro profesional.

### 1. Ámbito de actuación

En este sentido mi iniciativa personal se inició con la coordinación de un proyecto [Código: ID10/138](#)) encaminado a crear un catálogo de prácticas de Química Física para dar coherencia a la enseñanza práctica de nuestra área en las diferentes asignaturas del Grado en Ingeniería Química que son competencia de nuestro área y que podría hacerse extensible a los Grados en Química y Farmacia. Dicho catálogo se ha ido desarrollando a lo largo de sucesivos años mediante proyectos concedidos para la mejora de la docencia práctica.

La experiencia a lo largo de muchos años con el alumnado de nuevo ingreso ha demostrado que su preparación en el ámbito del trabajo práctico de laboratorio es prácticamente inexistente. Esto dificulta en gran medida el desarrollo y adecuada comprensión de los trabajos experimentales que se consideran adecuados a este nivel. Este hecho es el que nos llevo a plantear nuestra propuesta.

Concretamente, en este Proyecto se ha desarrollado una propuesta planteada para complementar y mejorar la enseñanza práctica en nuestros laboratorios para los que no siempre

# Aprendizaje Autónomo en el Ámbito Experimental Mediante el uso de Recursos Audiovisuales Diseñados ese propósito

---

se dispone del tiempo ni del personal suficiente para conseguir realmente los objetivos que con ella se pretenden conseguir.

El **ámbito de aplicación** de la propuesta desarrollada ha sido en dos:

- **Grado en Ingeniería Química: Asignatura de Química Física de 1º Curso** del que contempla en su programación una serie de trabajos prácticos ligados a las materias teóricas relacionadas con el ámbito de la Termodinámica y la cinética Química
- **Grado en Química: Asignatura de Operaciones Básicas de Laboratorio** multiárea de carácter exclusivamente práctico. Concretamente se ha desarrollado en el contexto del trabajo a cargo del **área de Química Orgánica**.

## 2. Objetivos

El objetivo general de la propuesta, centrado en implementar en el contexto de la enseñanza práctica videos, específicamente elaborados para este propósito, como recursos didácticos para mejorar el aprendizaje autónomo del alumnado de los procedimientos y actividades a desarrollar en el laboratorio.

El impacto de esta iniciativa en la docencia podría concretarse en la consecución de los siguientes objetivos específicos:

- 1º Contribuir a la preparación autónoma del alumno para su trabajo en el laboratorio desarrollando con ello su habilidad de su capacidad de autoaprendizaje.
- 2º Optimizar el aprovechamiento del tiempo destinado al trabajo en el laboratorio.
- 3º Mejorar las condiciones de trabajo del profesorado dado el elevado número de alumnos que se debe atender simultáneamente en la docencia experimental.

## 3. Destino de la Subvención Concedida

El presupuesto solicitado para conseguir nuestros objetivos se ha destinado a sufragar los gastos de material de papelería e impresión para la edición de todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

## III. METODOLOGÍA: ORGANIZACIÓN Y TAREAS DESARROLLADAS.

El trabajo, tal y como estaba previsto se ha desarrollado de acuerdo con las siguientes directrices:

### 1º FASE INICIAL

- E  
stimar el nivel de formación de los estudiantes de nuevo ingreso en la Universidad como paso previo para conocer el tipo de alumnado que va a participar en la nueva iniciativa. Para conseguirlo, el primer día de clase se proporcionó a los alumnos un cuestionario de

## Aprendizaje Autónomo en el Ámbito Experimental Mediante el uso de Recursos Audiovisuales Diseñados ese propósito

---

preguntas muy elementales relacionadas con conocimientos básicos teóricamente ya adquiridos en Enseñanza Secundaria.

- Implementar en el desarrollo de las actividades prácticas durante el presente curso 2015/2016 en los ámbitos previstos ya indicados la utilización de los videos elaborados expresamente con este propósito y que han sido los siguiente:

### Grado en Ingeniería Química

- 📺 Medidas de Densidad por el Método del Picnómetro
- 📺 Refractometría
- 📺 Espectrofotometría

### Grado en Ingeniería Química

- 📺 Técnica de Extracción Líquido-Líquido.

## 2º FASE DE DESARROLLO:

- **Elaboración de Materiales didácticos de apoyo teórico:** Imprescindible para dar a conocer al alumnado los aspectos teóricos relacionados con las técnicas cuyo manejo aprenderían a través de los videos proporcionados.

Para esto, se elaboraron los guiones de cada una de las prácticas recogiendo los aspectos teóricos fundamentales, la descripción del equipamiento utilizado y las bases de su funcionamiento y las tablas necesarias para la recogida de datos experimentales de forma científicamente correcta. A título de ejemplo, en el Anexo II se recoge parte de este material elaborado.

- **Desarrollo de la Actividad programada:**

Para llevar a cabo esto, antes del inicio de las prácticas, se comunico al alumnado verbalmente y a través e la plataforma Studium que en dicha plataforma encontrarían, junto con los guiones clásicos donde se recoge el material de apoyo para las prácticas una serie de videos relacionados con el desarrollo de las cuyo objetivo era permitirles llegar al laboratorio con la capacidad de trabajar de forma autónoma. Se insistió en la necesidad de ver dichos videos cuantas veces considerasen necesario hasta asimilar y comprender el trabajo experimental que iban a desarrollar.

- **Preparación de cuestionarios:** Destinados recabar la opinión del alumnado para evaluar el grado de aceptación y la efectividad de los nuevos recursos introducidos en la enseñanza-aprendizaje.
- **Recursos Empleados;** Para la ejecución del Proyecto, además de los videos indicados, se dispone todos los materiales de laboratorio y equipamiento necesarios para el desarrollo de todas las actividades prácticas planteadas y que aparecía en los videos, Sólo se requería materiales de papelería e impresión así como la posibilidad de contar con el software de edición de vídeos que permitirá modificar los videos disponibles en función de las necesidades que puedan surgir a la hora de su adecuada implementación.

# Aprendizaje Autónomo en el Ámbito Experimental Mediante el uso de Recursos Audiovisuales Diseñados ese propósito

- **Calendario de Actuaciones:** Todas las actividades, salvo el análisis de resultados, se han desarrollado durante el primer cuatrimestre durante el cual se imparten las asignaturas que serían el marco de aplicación de la iniciativa ya comentados.

## 3º FASE FINAL

- Análisis de Resultados
- Presentación en foros de discusión sobre metodologías de innovación educativa.

## IV. RESULTADOS

### 1. FASE INICIAL

En relación con el alumnado de nuevo ingreso, en la Figura 1 se observa que tanto en el Grado en Química como en el de Ingeniería Química, mayoritariamente habían seleccionado sus estudios en 1ª opción. Este hecho es relevante por la implicación que tiene en la motivación del alumnado por sus estudios.

Por su parte, en la Figura 2 aparece reflejado el resultado del cuestionario inicial que se les planteo concretamente a los nuevos alumnos del Grado en Ingeniería Química. Aquí se observa claramente que la preparación del alumnado de nuevo ingreso es realmente deficiente en aspectos básicos y, sobre todo, en su capacidad de relacionar conceptos como el de densidad y volumen específico.

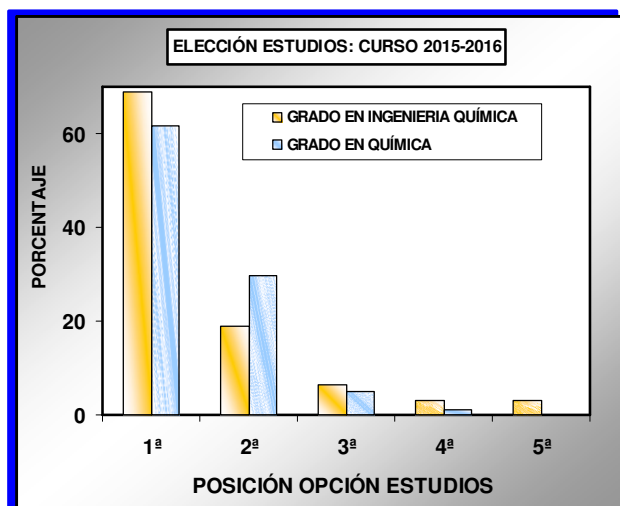
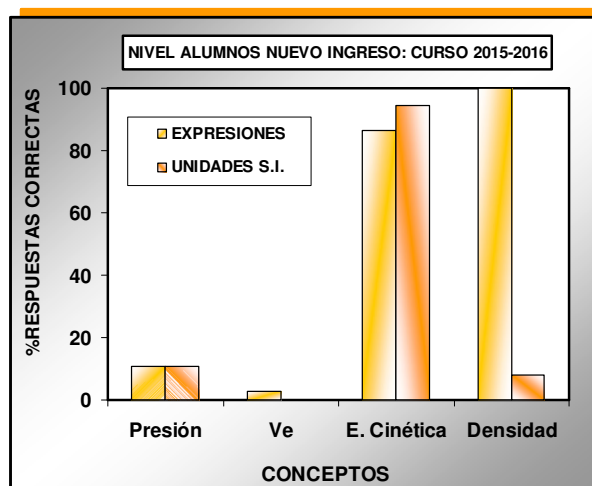


Figura 2: Elección de Estudios

Figura 1: Elección de Estudios



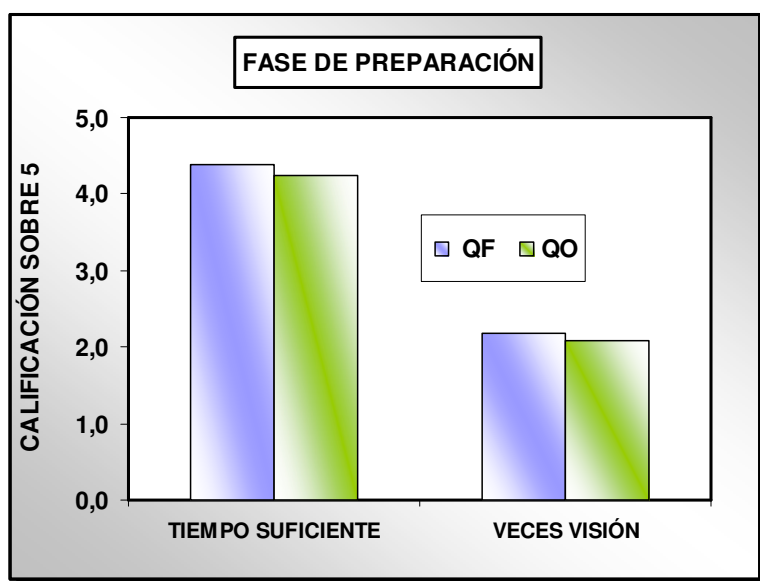
## 2. FASE DE DESARROLLO

En el cuestionario realizado se incluyeron una serie de pregunta relacionadas con lo que constituía la fase de desarrollo de la actividad implicada en el Proyecto en su comienzo, concretamente las siguientes:

- **Considera que el video se le ha proporcionado con el tiempo suficiente para verlo**
- **Indique cuántas veces ha necesitado ver el video para comprenderlo**

Tipo de Calificación del Cuestionario:

Completamente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), de acuerdo (4) y Completamente de acuerdo (5)

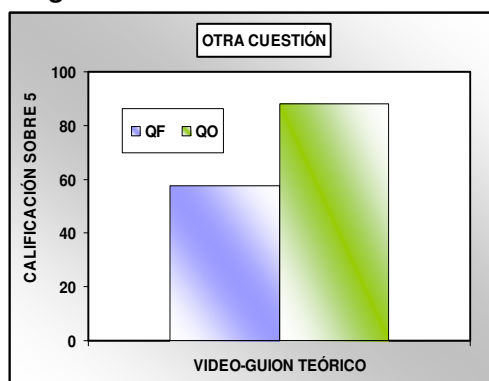


**Figura 3: Calificación a la fase inicial de la actividad programada**

En cuanto a la organización docente para poner en conocimiento de los alumnos la actividad que se iba a realizar, la calificación tanto de los alumnos de Ingeniería Química (cursando Química Física) como los del Grado en Química (cursando Operaciones Básicas de Laboratorio), ha sido muy alta. También hay coincidencia en cuanto a la media (aprox. 2) respecto de las veces que el alumno ha necesitado ver el video para comprenderlo y asimilarlo. En este caso es preciso resaltar que había mucha dispersión en las respuestas lo que es indicativo de un alumnado heterogéneo y, además, no está acostumbrado a hacer el esfuerzo de aprender por sí mismo.

También se preguntó a los alumnos si mientras estaba viendo el video tenía al mismo tiempo el Guión teórico que se le había proporcionado sobre el trabajo experimental que se iba a desarrollar. La Figura 4 pone de manifiesto que más del 50% de los alumnos de Ingeniería Química no lo habían hecho. Esto representa un punto débil en el desarrollo de esta actividad dado que el alumno debe ser consciente de que el trabajo de laboratorio debe considerarse globalmente en sus dos vertientes, el aspecto práctico

**Figura 4: Fase inicial de la actividad**



## Aprendizaje Autónomo en el Ámbito Experimental Mediante el uso de Recursos Audiovisuales Diseñados ese propósito

encaminado a la obtención de unos datos experimentales pero, eso carece de valor, si no son capaces de interpretar los datos obtenidos ni ver las implicaciones de los mismos.

### 3. FASE FINAL: EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Finalmente la evaluación de la actividad se ha llevado a cabo considerando dos aspectos fundamentales: La idoneidad de los contenidos del video para el objetivo que se pretendía y la utilidad efectiva de su utilización como recurso didáctico. En la Figura 5 se constata que el formato y claridad del material que ofrecían los videos está muy bien valorada, Sin embargo, la calificación más baja y alta dispersión (3.3 +- 1) en cuanto a la necesidad de incluir en los videos toda la parte de fundamento teórico y cálculos pone de manifiesto un desacuerdo importante entre el alumnado. Creemos, no obstante que esto es coherente con el afán de los alumnos de 1º curso por acumular de todo ante la incapacidad que sienten de valerse aún por sí solos en el ámbito de su aprendizaje.

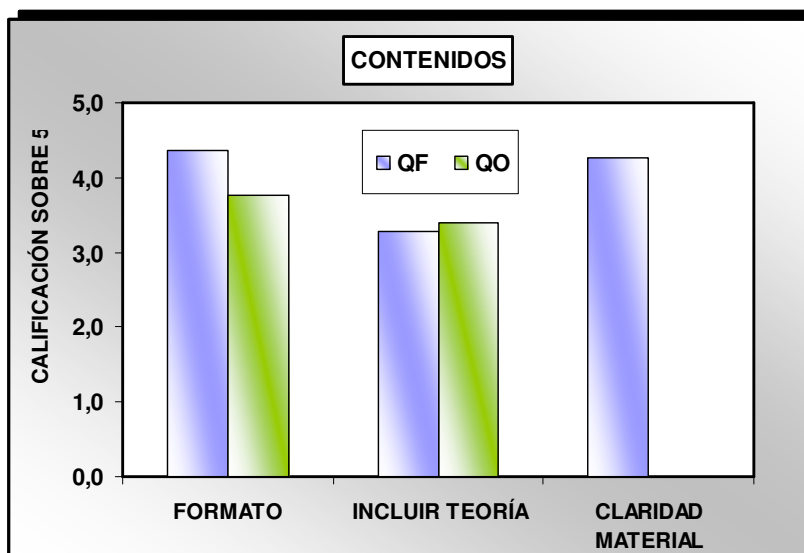


Figura 5: Valoración de los contenidos de los videos

En cuanto a la utilidad y eficacia de la actividad desarrollada, la opinión del alumnado aparece reflejada en la Figura 6. Como puede verse el alumnado de ambos Grados considera que los utilización de los videos ha facilitado el desarrollo del trabajo experimental ha redundado en una disminución del tiempo necesario para realizarlas y son unánimes también en la conveniencia de disponer de este tipo de apoyo para todas las prácticas que se realizan en los laboratorios.

A esto he de añadir, como docente, que el trabajo del profesor con alumnado que ha realizado este trabajo previo individual de ver el video de adiestramiento en las técnicas que va a manejar en el laboratorio ha simplificado enormemente su trabajo abriendo la posibilidad de atender a un mayor número de alumnos en una misma sesión. Pensamos que quizá, es posible que siguiendo este tipo de metodologías, mejoras y perfeccionadas se pudiera llegar a trabajar con el ideal que representan los denominados "laboratorios abiertos", habituales en otras universidades Europeas y que suponen una programación amplia del trabajo práctico que se plantea al alumnado



## Aprendizaje Autónomo en el Ámbito Experimental Mediante el uso de Recursos Audiovisuales Diseñados ese propósito

dejándole libertad para llevarlo a cabo , dentro de unos límites razonables, cuando le parezca el momento más oportuno con la finalidad de fomentar la adquisición de competencias genéricas como la capacidad de organización del propio trabajo, de la toma de decisiones, el sentido de la responsabilidad, etc.

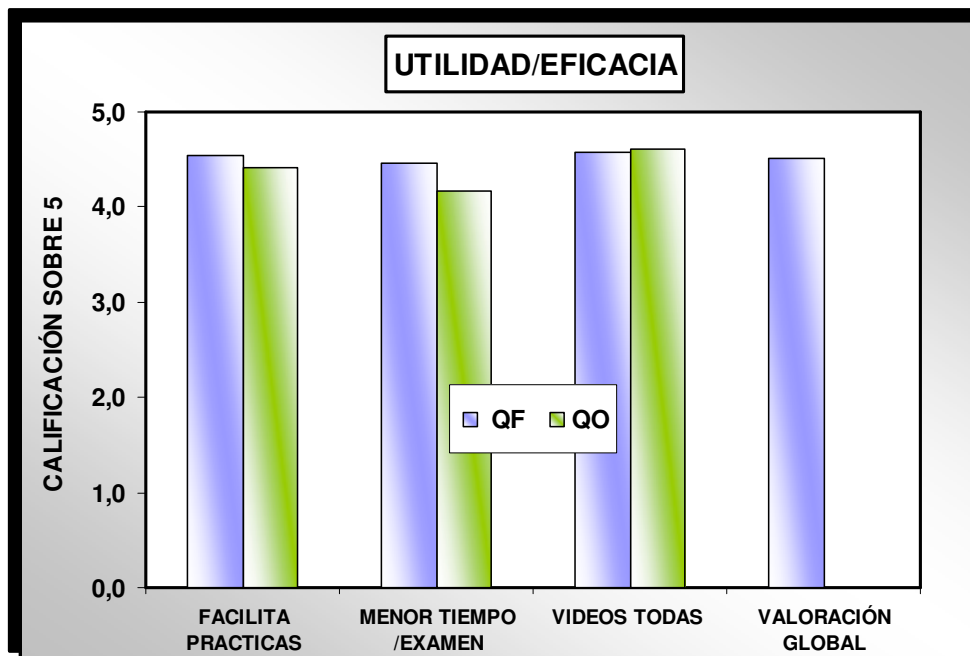


Figura 6: Valoración de la eficacia de la actividad desarrollada

### V. CONCLUSIONES Y CONTINUIDAD DEL PROYECTO

A la vista de todo lo precedente se puede concluir del desarrollo de este Proyecto que la combinación de la enseñanza virtual con la presencial favorece el autoaprendizaje del alumno. Por otra parte, la preparación previa del alumno a través de los videos se ha demostrado que también redundará en una optimización en el aprovechamiento del tiempo disponible en los laboratorios tanto por parte de los alumnos como del profesor.

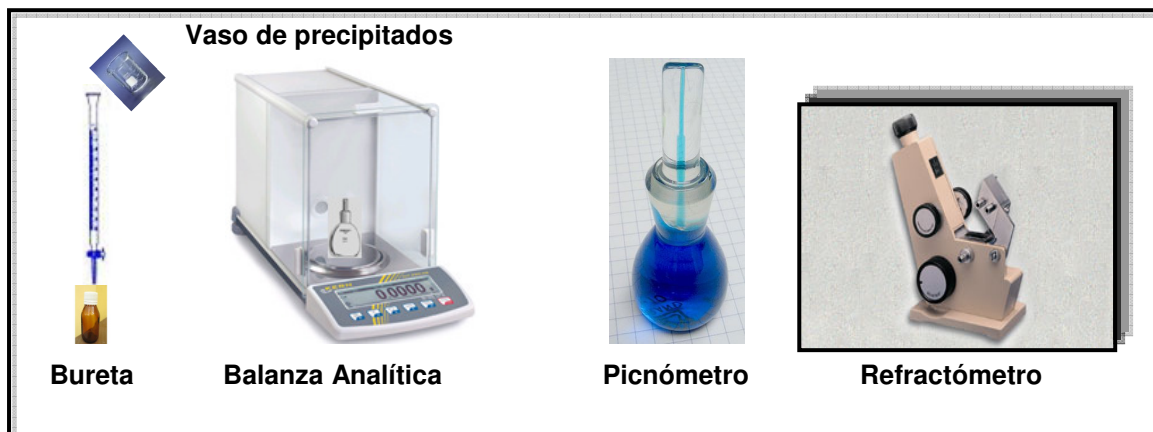
Los resultados de esta experiencia muestran la conveniencia de disponer de este tipo de materiales didácticos de apoyo de forma generalizada para la enseñanza práctica en el laboratorio. Esto permite pensar en la continuidad de este tipo de proyectos con la preparación de videos complementarios para los distintos trabajos contemplados en el catálogo de Prácticas de Química Física que se ha ido poniendo en marcha a lo largo de años sucesivos. En este sentido indicar que la mayoría del alumnado (82%) ha manifestado su disposición a colaborar en este tipo de actividad participando activamente en la elaboración de los videos

Por otra parte, todos estos resultados de experiencias didácticas desarrollados con el alumnado creemos que se podrán presentar en foros dedicados a la innovación en las metodologías de enseñanza-aprendizaje a nivel universitario.

**ANEXO: MATERIALES DIDÁCTICOS**

**1º Medidas de Densidad mediante el Método del Pícnómetro**  
**2º Refractometría**

**Figura 1: Medida de la densidad por el método del picnómetro: Materiales**



1º PREPARACIÓN DE LA DISOLUCIÓN (Nº )		
Componente 1 : AGUA ..... $\rho_1 = 1 \text{ g/cm}^3$ para cálculo previo		
Componente 2 : ETANOL ..... $\rho_2 = 0,808 \text{ g/cm}^3$		
Masa de disolución: 50 g		
Composición prevista : $\omega_2 =$		
CÁLCULO PREVIO: Volumen necesario de cada componente		
Masa agua	$m_1 =$	$V_1^* = m_1 / \rho_1 =$
Masa alcohol	$m_2 =$	$V_2^* = m_2 / \rho_2 =$
DATOS REALES		
Masa agua	$m_1 =$	$V_1^* = m_1 / \rho_1 =$
Masa alcohol	$m_2 =$	$V_2^* = m_2 / \rho_2 =$
<b>RESULTADO:</b>		
Composición de la Disolución Preparada: $\omega_2 =$		

2º CALIBRADO PÍCNÓMETRO (Nº )		
$m_{\text{picnómetro}} / \text{g}$ (vacío)	$(m_{\text{picnómetro}} + \text{agua}) / \text{g}$	$m_{\text{agua}} / \text{g}$
<b>VALOR MEDIO</b>		
Temperatura : T =		
Densidad del H <sub>2</sub> O(mirar Tabla) : $\rho =$		
<b>RESULTADO: Volumen del Pícnómetro: V =</b>		

3º MEDIDA DE LA DENSIDAD DE LA DISOLUCIÓN	
1. Enjuagar el pícnómetro con un poco de la disolución	
2. Llenarlo 3 veces consecutivas y pesarlo en balanza analítica	
Nº	$(m_{\text{picnómetro+disolución}}) / \text{g}$
1ª	
2ª	
3ª	
<b>VALOR MEDIO</b>	
Masa del Pícnómetro (Valor Medio del Calibrado) : $m_p =$	
Volumen del Pícnómetro (Obtenido en el calibrado) : V=	
Masa de disolución: $m_D =$	
<b>RESULTADOS:</b>	
Densidad de la Disolución : $\rho_D =$	
COMPOSICIÓN REAL: $\omega_2 =$	
VOLUMEN ESPECÍFICO DE LA DISOLUCIÓN: $v_e = 1 / \rho_D =$	

**RESULTADOS GLOBALES DEL EQUIPO**

PAREJA Nº	$\omega_2$ PREVISTA	$\omega_2$ REAL	v/(cm <sup>3</sup> /g)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN??
1	0,05			
2	0,10			
3	0,20			
4	0,30			
5	0,40			
6	0,45			
7	0,50			
8	0,55			
9	0,60			
10	0,70			
11	0,80			
12	0,90			

### REFRACTOMETRÍA

Ley de la refracción

$$n = c / v = \text{sen } i / \text{sen } r$$

REFRACCIÓN MOLAR

$R_M = (M/\rho) (n^2 - 1)/(n^2 + 2)$ 

Componente

$R_{M12} = X_1 R_{M1} + X_2 R_{M2}$ 

Aditividad

$R_{M12} = [(M_{1,2}/\rho_{1,2}) (n^2 - 1)/(n^2 + 2)]$ 

Mezcla

$R_{M12} = R_{M1} + X_2(R_{M2} - R_{M1})$

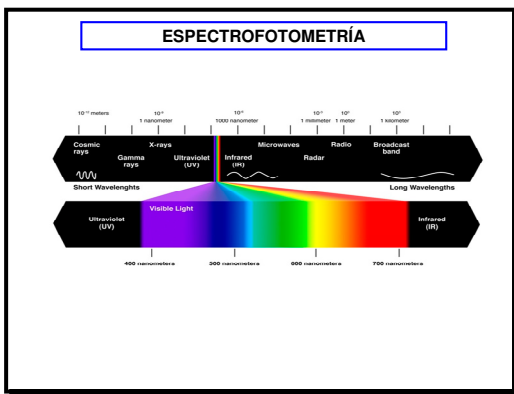


Figura 2: Espectrofotómetro

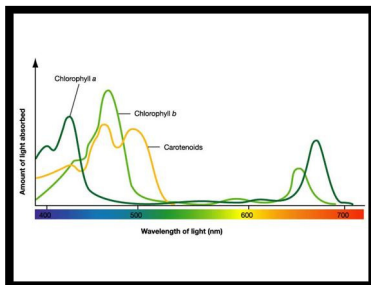


Figura 3: Espectro de Absorción

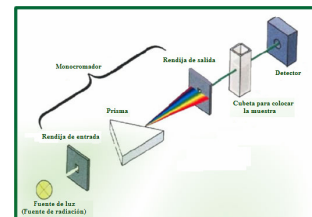
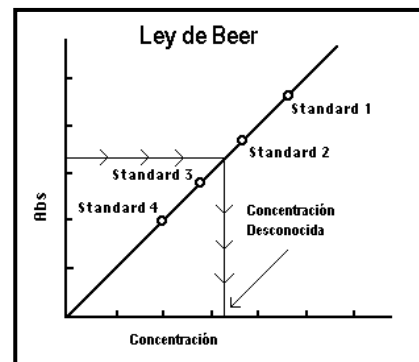


Figura 4: Preparación disolución en matraz aforado



Matraz Aforado Puntas pasteur



$$A_\lambda = \epsilon_\lambda^i b C_i$$