



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

### MATERIAL DOCENTE EN FORMATO DIGITAL PARA ASIGNATURAS DE EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA DE LA UPC

Grau, M. Dolors; Gaus, Ester; Martínez, Maria; Calvet, Aureli; Salán, M. Núria;  
Farran, Adriana; Gorchs, Roser; Alvarez, M. Dolors;  
Garrido, Núria; Morillo, Margarita; Almajano, M. Pilar; Pardo, Patricia; Calafell,  
Margarita; Graells, Moisès; Cardona, Anna

Grupo de Recursos para la Didáctica de la Química, GReDiQ-RIMA  
Universidad Politécnica de Catalunya, UPC ([www.upc.edu](http://www.upc.edu))

[dolors.grau@upc.edu](mailto:dolors.grau@upc.edu)

#### 1. Resumen:

En la presente comunicación se presenta un proyecto elaborado a raíz del interés mostrado por un grupo de profesorado en disponer de material audiovisual propio y común para asignaturas experimentales de química de distintas titulaciones impartidas por distintos centros de la *Universitat Politècnica de Catalunya – Barcelona Tech* (UPC). Los autores y autoras de este trabajo pertenecen al Grupo de Recursos para la Didáctica de la Química (GReDiQ), integrado en el proyecto RIMA (<http://www.upc.edu/rima>) del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC. La elaboración de material audiovisual digital constituye uno de los objetivos principales planteados por el GReDiQ y pretende constituir tanto un material de soporte para las actividades pre-laboratorio, como un elemento que motive y facilite el aprendizaje del alumnado en las sesiones de laboratorio de las materias de Química, las cuales aparecen como asignaturas de formación básica en la mayoría de planes de estudio de los nuevos Grados de Ingeniería que se están implantando en la UPC. La utilización del material posibilita que el alumnado tome consciencia de las actividades a realizar en las sesiones prácticas, así como de los hábitos básicos de manipulación y seguridad en el laboratorio, fundamentales en todas las operaciones básicas o instrumentación a utilizar.

#### 2. Palabras clave

Experimentación química, Hábitos y técnicas, Material digital

#### 3. Abstract

Present communication provides a draft drawn up following shown interest by a teachers group about audiovisual digital material, available for common chemical experimental subjects of different degrees given by Universidad



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

Politécnica de Catalunya – Barcelona Tech (UPC). Authors belong to Chemistry Resources Teaching Group (GReDiQ) involved in RIMA project (<http://www.upc.edu/rima>), from UPC-Education Sciences Institute. Digital audiovisual materials have been the main objective by GReDiQ goals of becoming both a support material for pre-lab activities, such as a motivator and student learning easy maker in laboratory sessions for Chemistry subjects, as basic training in all curricula of new engineering degree implemented in UPC. The use of digital audiovisual material allows student becomes aware of laboratory activities, as well as the basic habits of handling and laboratory safety, the foundation of basic operations or instrumentation used.

#### 4. Keywords

Chemistry experiments, Basic habits and techniques, Digital Material

#### 5. Desarrollo:

##### a) Objetivos:

Los objetivos de este proyecto, que surgen de la propuesta de realización de materiales propios, en versión digital para asignaturas de experimentación en química, son los siguientes:

- Elaborar producciones audiovisuales digitales que hagan referencia a la seguridad en el laboratorio, y a la manipulación de material e instrumentación básica en los laboratorios de química. Este material elaborado, complementario a la docencia de las asignaturas involucradas, aunque en ningún momento pretende ser sustitutivo del experimento a realizar, si bien proporciona un conjunto de elementos de autoaprendizaje, de imprescindible conocimiento antes de realizar cualquier experimento de química.
- Sintetizar y seleccionar la información asociada a cada producción, a fin de garantizar que el material elaborado sea breve y conciso, con límite de duración de 4 a 10 minutos por producción y que contenga sólo la información necesaria e imprescindible.
- Producir material de calidad, mayoritariamente en formato video y también alguna producción multimedia, apto para ser colocado en la red, de forma que



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

pueda ser utilizado por toda la comunidad académica, y que permita al alumnado de materias de química su utilización de forma no presencial.

Con todo esto, el resultado final sería:

- Disponer de material digital en formato uniforme y común, destinado al alumnado de todas las asignaturas de experimentación en química de primeros cursos universitarios de las distintas titulaciones impartidas por la UPC. En algunos casos, el material elaborado podría también utilizarse para alumnado de Bachillerato.

### b) Descripción del trabajo:

En la docencia “convencional” de las materias de química, ha sido frecuente que el alumnado asistiera a las sesiones de laboratorio sin ninguna preparación o información previa, independientemente de si la información estaba o no a su alcance. Se ha comprobado que, para conseguir un aprendizaje significativo en los laboratorios de química, deben identificarse tres fases o momentos importantes y diferenciadores:

- Pre-laboratorio (Pre-Lab)
- Laboratorio (Lab)
- Post-laboratorio (Post-Lab)

Estos tres momentos, quedan reflejados en el método de enseñanza por competencias en asignaturas de experimentación, como se indica en la **Guía para la evaluación de competencias en los laboratorios en el ámbito de Ciencias y Tecnología** de AQU Catalunya (1).

Los objetivos de la etapa inicial son diversos, tanto desde el punto de vista del profesorado como del alumnado. Por ejemplo, al profesorado le permite introducir aspectos metodológicos específicos relativos al diseño experimental y al alumnado identificar cuestiones o dudas sobre los procedimientos, técnicas o instrumentos con los que se desarrollará la actividad posterior además de favorecer la adquisición de competencias genéricas como el conocimiento de normas de seguridad, la utilización de tecnologías TIC entre otras. Es precisamente en este primer momento, pre-laboratorio, donde puede ser de gran utilidad la utilización de herramientas de e-learning, para



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

facilitar el proceso de aprendizaje autónomo del alumnado. Cabe remarcar, que las actividades desarrolladas en la etapa previa en cualquier experimento de laboratorio, inciden positivamente en el aprendizaje, ya que aumentan la eficacia de la etapa de laboratorio y revierten en resultados mucho mejores, en las tareas que se deben realizar fuera del aula, post-laboratorio. Es, por tanto, desde esta perspectiva, que el trabajo llevado a cabo proporciona elementos que pueden constituir una muy sólida base en el proceso de aprendizaje eficaz del alumnado y, por tanto, en la consolidación de competencias.

Centrándonos en la etapa de pre-laboratorio, los integrantes del grupo GreDiQ pusieron de manifiesto que ya se están utilizando materiales existentes, en papel, presentaciones de diapositivas, e incluso vídeos disponibles, pero que muestran en ocasiones laboratorios poco actualizados o bien hábitos y metodologías en desuso, motivo por el cual se consideran obsoletos y poco atractivos (2).

A modo de ejemplo, en la figura 1, se puede ver la imagen de un vídeo en la se muestra un proceso de combustión muy violento realizado fuera de la campana, y en el vídeo completo no se toma ninguna de las medidas de seguridad más elementales (bata, gafas, guantes...).

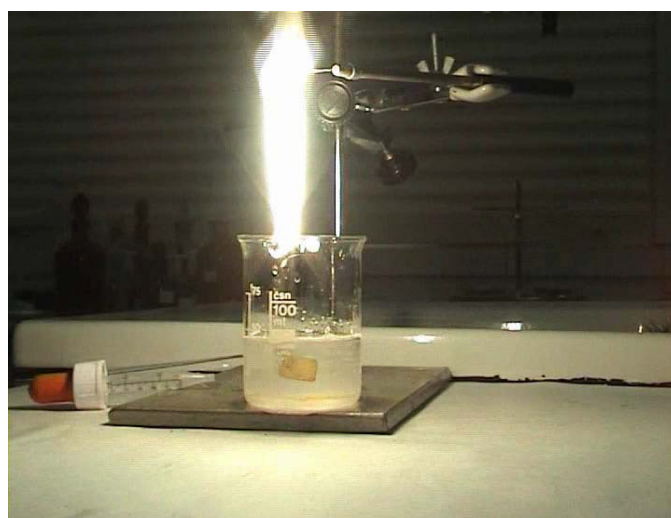


Fig. 1. Ejemplo de vídeo en condiciones no idóneas  
(Combustión sin campana, ni ninguna medida de seguridad).



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

En esta iniciativa desde el GReDiQ (3) se propuso la elaboración de filmaciones en condiciones ideales de trabajo en un laboratorio, a fin de facilitar y garantizar el seguimiento, por parte del alumnado, de las actividades básicas a realizar en los laboratorios. Esta necesidad se vio reforzada por la entrada en vigor de los estudios de Grado (la Química aparece en primer curso de casi todas las titulaciones de ingeniería), en el sentido de disponer de material en formato digital, lo máximo de transversal en estas materias, que esté disponible en la red (UPCommons, Campus digital Atenea...), para que el alumnado lo pueda consultar en cualquier momento a lo largo del desarrollo de las asignaturas de experimentación. De esta forma, un grupo de profesorado del GReDiQ interesado en llevar a cabo el proyecto obtuvo una ayuda en la convocatoria de la UPC de Proyectos para la Mejora de la Docencia 2008 (PMD). Se planteó la realización de un número elevado de filmaciones cortas (entre 4 y 10 minutos), que pudieran exponerse en la red y también que pudieran visualizarse y/o descargarse sin limitaciones de software o hardware (vídeos de extensión moderada, en formatos aptos para los reproductores de uso común). También se propuso la realización de producciones multimedia para el glosario de material de laboratorio, o para la descripción de técnicas analíticas avanzadas como la espectrofotometría de absorción molecular ultravioleta-visible y la espectrometría de absorción atómica.

Si bien las ventajas de las presentaciones audiovisuales son conocidas en la práctica de la enseñanza de materias básicas en la universidad, tal como se aprecia en el cono del aprendizaje de E. Dale (4) (Fig. 2), la novedad de este trabajo radica en que los materiales elaborados suponen la adaptación de los contenidos a las nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje. Más allá de ser mostrados en una sesión presencial, los vídeos elaborados permiten que el alumnado, de forma autónoma, tome consciencia de qué va a encontrar en los laboratorios y, lo que es más interesante, cómo debe actuar ante unos procedimientos de uso que le resultan nuevos o desconocidos, optimizando el tiempo invertido en las sesiones experimentales, facilitando el proceso de aprendizaje y minimizando los riesgos ante malas praxis (5).



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

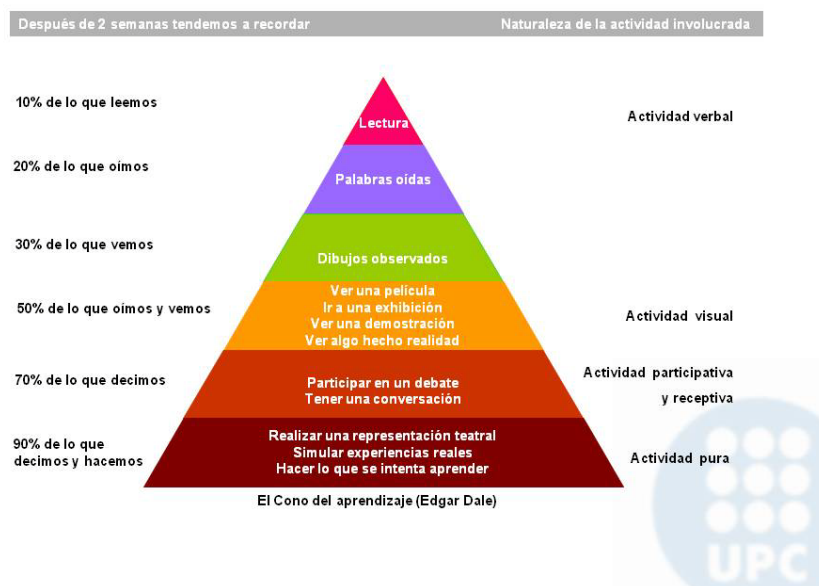


Fig. 2. Cono de aprendizaje de Dale.

En el caso particular de la docencia en química, se han referenciado en numerosas ocasiones las ventajas de los medios audiovisuales en los niveles más básicos de las titulaciones (6) y, a su vez, se han desarrollado trabajos que analizan las plataformas de distribución de *video-stream* como metodología de soporte y ubicación de los materiales elaborados (7), lo que redundará en un enriquecimiento de los recursos docentes de la educación universitaria. La incorporación progresiva de estos recursos en plataformas docentes, como Moodle, también agiliza este proceso (7).

### *EQUIPO HUMANO E INFRAESTRUCTURAS*

Este proyecto se ha llevado a cabo en colaboración entre profesorado, personal de administración y servicios y becarios de diversos centros y departamentos de la UPC.

### 6 Centros participantes

- Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa (EPSEM)
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB)



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

- Escuela Técnica Superior de Ingenierías Industrial y Aeronáutica de Terrassa (ETSEIAT)
- Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
- Escuela de Ingeniería de Terrassa (EET)
- Escuela Universitaria de Óptica y Optometría de Terrassa (EUOOT)

### **3 Departamentos participantes**

- Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales
- Departamento de Ingeniería Química
- Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica

El equipo humano que, de forma directa o como colectivo de apoyo, ha llevado a cabo las tareas asociadas al desarrollo del proyecto, se puede resumir como se indica a continuación:

- 12 miembros PDI
- 9 miembros PAS (Laboratorios, Centro de cálculo y Factorías de recursos docentes)
- 8 becarios y becarias
- Equipo de filmación
- Equipo de doblaje
- Servicio de lenguas y terminología de la UPC

### *METODOLOGÍA*

En primer lugar, antes de iniciar el proyecto, se efectuó una búsqueda bibliográfica de las producciones digitales existentes en un formato similar. Se localizaron diversas producciones en formato multimedia y un número más reducido en formato vídeo. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se trata de producciones que reproducen la ejecución de un experimento concreto, como si se tratara de llevarlo a cabo virtualmente, es decir, como sustitución de la actividad mostrada. El objetivo final de este proyecto, persigue obtener un material docente dinámico y actual, que sea transversal (hábitos y técnicas) sin riesgo de sustitución, en ningún caso, de la



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

realización de la experimentación real en el laboratorio. Por otro lado, muchas de las producciones se veían obsoletas en cuanto a imágenes y forma de presentación.

Una vez realizada la selección de contenidos, se distribuyeron las producciones a realizar en función de las preferencias de cada Campus que ha intervenido, nombrando un responsable de Campus que ha coordinado las tareas del resto de profesorado. De esta forma, el diseño del plan de trabajo se ha elaborado clasificando las producciones, tanto las de larga duración como los vídeos más cortos, en tres grandes grupos, asociados a la categoría del contenido. En principio se había optado por producir filmaciones sobre hábitos, seguridad en los laboratorios y técnicas básicas, pero posteriormente también se creyó oportuno añadir alguna producción sobre técnicas más avanzadas de experimentación en química:

### I. Seguridad en los laboratorios de química:

- Normas generales de seguridad en el laboratorio
- Almacenamiento de productos químicos en el laboratorio
- Manipulación de productos químicos en el laboratorio
- Gestión de residuos químicos en el laboratorio (I) Clasificación de residuos
- Gestión de residuos químicos en el laboratorio (II) Manipulación de residuos
- Actuaciones en caso de emergencia en el laboratorio

### II. Técnicas básicas de experimentación en química:

- Medidas de masa (pesada directa y pesada por diferencia)
- Medida de volumen
- Preparación de disoluciones (soluto sólido, soluto líquido)
- Métodos volumétricos: volumetrías ácido-base
- La filtración (a presión atmosférica y al vacío)
- La centrifugación
- La destilación (simple y fraccionada)
- La extracción (líquido-líquido y sólido-líquido)
- La reacción química (en tubo de ensayo)





## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

- Limpieza de material de vidrio
- Glosario de material de laboratorio

### III. Técnicas avanzadas de experimentación en química:

- Espectrofotometría de absorción molecular (UV-Visible)
- Espectrofotometría de absorción atómica
- Cromatografía I (de capa fina)
- Cromatografía II (Cromatografía de gases/espectrometría de masas)

Una vez realizada la selección de producciones se optó por las filmaciones como formato idóneo para llevarlas a cabo, de forma que, a partir de una imagen de elevada calidad se pudieran ver los detalles del proceso. Sin embargo, para producciones más estáticas o bien para aquellas en las que el usuario pueda elegir el ritmo de observación, se ha considerado la opción del documento multimedia. Este ha sido el caso del glosario de material de laboratorio, o la descripción de técnicas avanzadas como la espectrofotometría ultravioleta-visible y la de absorción atómica.

Una vez elaboradas las filmaciones, se propuso la realización de dos versiones de audio, una en castellano y otra en catalán, a fin de dar al proyecto una mayor proyección, garantizando la difusión de los contenidos al mayor número posible de usuarios. Actualmente, y gracias a la concesión de una ayuda complementaria de ayudas a proyectos innovadores para promover el inglés en los estudios de la UPC, se están elaborando estos materiales (vídeo y multimedia) también en inglés, y se prevé que todo el conjunto, en los tres idiomas, esté disponible en junio de 2010.

Como previsión de futuro, se ha priorizado la elaboración de subtítulos, en los tres idiomas, de modo que este material docente pueda ser accesible para personas con limitaciones o problemas de audición.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

### ELABORACIÓN DE GUIONES, FILMACIONES Y POST-PRODUCCIÓN

Una vez realizada la búsqueda bibliográfica sobre el tema se elaboró un documento de trabajo para cada filmación, a continuación se redactó un guión (revisado por los coordinadores de cada Campus) (Fig. 3), y se ejecutó la práctica en el laboratorio para controlar la duración.

Guío	Filtració al buit
<p align="center"><b>La Filtració</b></p> <p>La filtració és la separació de les partícules sòlides del fluid on es troben mitjançant un medi permeable (poros, anomenat filtre). El fluid, ja sigui líquid o gasos, travessa el medi permeable a través dels porus mentre que el sòlid hi queda retingut. La filtració de productes químics al laboratori es pot portar a terme per diferents mètodes: a pressió atmosfèrica o al buit. A continuació, veurem el procediment que cal seguir en una filtració a pressió atmosfèrica:</p>	
<p><b>Filtració a pressió atmosfèrica</b></p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En aquest cas, s'acostuma a utilitzar el paper de filtre com a medi filtrant. Existeixen dos tipus de filtres de paper: el paper de filtre tipus lils i el de plecs.</li> <li>2. El filtre de plecs es doblega diametralment en quatre quadrants, cadascun d'aquests es plega per la meitat i aquestes meitats es divideixen de nou en dues parts: les 16 seccions que queden es pleguen per la meitat en sentit contrari, obtenint finalment 32 plecs.</li> <li>3. El paper de filtre tipus lils es plega en quatre quadrants i es talla una punta per evitar que l'aire entri per la part doblegada. Finalment, s'obre el paper de manera que la part no doblegada forma un con, és a dir, tres plecs en un costat i un en l'altre.</li> <li>4. El filtre lils és el més indicat quan el que ens interessa és recollir el sòlid. En canvi, utilitzarem el filtre de plecs quan ens interessa la recuperació de la solució líquida ja que disposa de més superfície i, per tant, permet una filtració més ràpida.</li> <li>5. L'embut s'ajusta en un cercol muntat en un suport, col·locant a sota un vas de precipitats per recollir la fase líquida. L'extrem inferior de la punta de l'embut ha de tocar la part interna del vas, així el líquid que baixa llisca per la paret del recipient i s'eviten esquitxades, però ha d'estar a una alçada tal que sempre estigui per sobre del nivell del líquid. Una vegada doblegat el paper de filtre es col·loca a l'embut, de manera que no sobresurti, ja que podria caure el líquid per fora, per això cal adaptar-lo a la mida de l'embut. Tot seguit mullem el paper de filtre amb unes gotes d'aigua destil·lada per d'obtenir una bona adhesió a les parets de l'interior de l'embut.</li> <li>6. Transferim la mescla sobre el paper de filtre i utilitzem una vareta de vidre per dirigir el flux i evitar així pèrdues en esquitxades. La vareta no ha de tocar el paper de filtre, perquè podria foradar-lo. Procurar no omplir més de la meitat de l'embut ja que es podria perdre precipitat com a resultat del lliscament.</li> <li>7. Deixem que la fase líquida s'escoli a cada addició i la recollim al vas de precipitats.</li> <li>8. Si s'observa que el precipitat travessa el paper de filtre s'intentara amb un altre de porositat inferior.</li> <li>9. Les últimes traces de precipitat que queden a l'interior del vas s'arrosseguen amb l'ajut de la vareta de vidre.</li> <li>10. Rentat el vas i el precipitat, es recull tot això al fons del paper de filtre i es deixa escórrer totalment.</li> <li>11. La fase líquida que obtenim de la filtració s'anomena filtrat mentre que els components sòlids que han quedat retinguts a la superfície del paper de filtre s'anomenen precipitat.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anem a veure una filtració al buit: En aquest cas, la força que fa caure el filtrat és la succió que es genera en crear una zona de depressió. En aquesta situació, la força que fem és molt més gran que el propi pes de la solució a filtrar. Per aquest motiu, aquest tipus de filtració s'utilitza quan la filtració a pressió atmosfèrica és gairebé impossible degut a que el precipitat que volem filtrar és molt compacte o el líquid és molt dens.</li> <li>2. Es col·loca l'embut Büchner encaixat al matràs Kjeldahl mitjançant un tap foradat. Un matràs Kjeldahl és un matràs de vidre gruixut molt semblant al matràs Erlenmeyer però que té un tub a la part superior que permet subjectar-hi una goma per comunicar-lo amb una bomba de buit o una trompa d'aigua.</li> <li>3. La trompa d'aigua és un tub de plàstic o de vidre que per un costat es connecta a l'aixeta i per l'altre al matràs Kjeldahl mitjançant un tub de goma gruixut. La seva sortida va a donar a un desguàs d'aigua. S'utilitza un recipient de seguretat entre la trompa i el Kjeldahl.</li> <li>4. L'aigua de l'aixeta entra per la part superior d'un tub recte que té un final molt estret. Aquest fet produeix un augment de la velocitat del líquid, que provoca la succió de l'aire que l'envolta. L'aire i l'aigua van a parar a un tub més ample que els expulsa cap a l'exterior. En ser el raig d'aigua continu durant el procés s'extreu l'aire de l'interior del Kjeldahl. Això provoca una depressió que succiona el líquid que es troba al Büchner.</li> <li>5. L'embut Büchner té una placa filtrant de forats grans de manera que es necessita col·locar un paper de filtre circular que quedi totalment pla i tapï tots els forats. Es pot utilitzar el mateix embut Büchner com a plantilla i marcar amb llapis el seu perímetre sobre un tros de paper de filtre, acabant-lo de retallar fins que s'adapti perfectament.</li> <li>6. Una vegada col·locat el paper de filtre, el mullem amb unes gotes d'aigua destil·lada i obrim l'aixeta de l'aigua per tal que quedi ben adherit a la placa filtrant. De la mateixa manera que en la filtració a pressió atmosfèrica, s'arrossega el sòlid amb l'ajut de la vareta.</li> <li>7. A continuació, aboquem la mescla al centre de l'embut Büchner i esperem que s'escoli el líquid.</li> <li>8. Un cop finalitzada la filtració, es desconnecta el Kjeldahl de la trompa de buit i després es tanca l'aixeta. És molt important fer-ho en aquest ordre ja que si es fa en ordre contrari entraria l'aigua de l'aixeta al Kjeldahl degut a la baixa pressió que hi ha, i hauríem de repetir la filtració.</li> </ol>

Fig. 3. Guío correspondiente a la filmación de la filtración.

El siguiente paso consistió en la realización de la filmación. En este apartado todas las personas que han trabajado en este proyecto, coincidieron en que el objetivo a alcanzar era un tipo de filmación muy diferente al que se había visto en las producciones ya existentes. Es por este motivo que los documentos filmados contienen un gran número de planos cortos, que permiten la captura de imágenes en primer plano, para minimizar el riesgo de obsolescencia, ya que la forma de vestir y el aspecto de las personas es lo que más delata la edad de una filmación. Además, este tipo de filmación, posible con los medios actuales, permite la observación de detalles interesantes que podrían pasar desapercibidos en una filmación más distante (por ejemplo, reflujo en la columna de destilación, cambios de fase, cambios de color, etc).



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Todas las filmaciones contienen una portada con los datos del proyecto y título del experimento, y un detalle de créditos que se visualiza en los instantes finales de cada producción (Fig. 4).

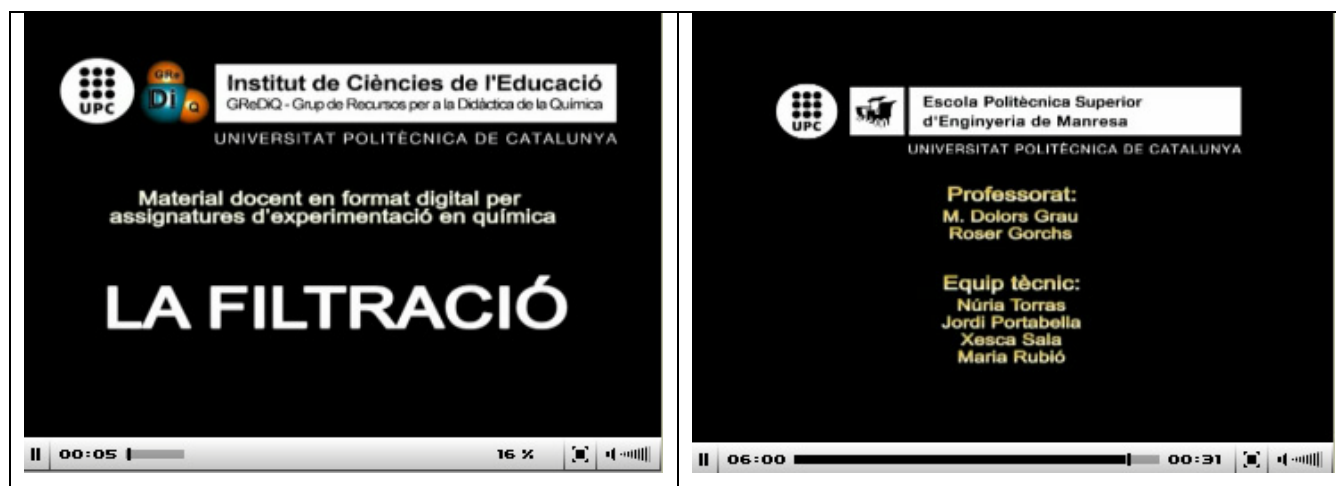


Fig. 4. Detalle de la portada y los créditos.

Otro punto a destacar, que tienen en común todas las producciones es el esfuerzo importante que se ha realizado para producir un material conciso, que permita en poco tiempo proporcionar la información necesaria. La duración de las filmaciones, en la gran mayoría, no supera los 5 minutos y, en ningún caso, los 10 minutos. Alguno de los documentos producidos se ha fragmentado en dos partes para no superar estos límites.

El motivo de esta consideración es que la consulta bibliográfica y de trabajos previos, han informado que el usuario está acostumbrado a consumir productos audiovisuales por internet de corta duración, de forma que acotar la duración de estos documentos técnicos a la de materiales (en cualquier ámbito) de gran aceptación, ha sido una condición desde el primer momento. Además, en tanto que el objetivo del trabajo es que el alumnado pueda observar y/o descargar estos documentos desde cualquier lugar se debe garantizar que los vídeos tengan un “peso” moderado y que se puedan incorporar a plataformas de distribución.

### c) Resultados y/o Conclusiones:

Los materiales elaborados presentan una calidad y definición excelentes, aspectos que garantizan una cómoda visualización y observación por parte del alumnado. En las



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

figuras 5 y 6 se muestran imágenes de las filmaciones y de las producciones multimedia.

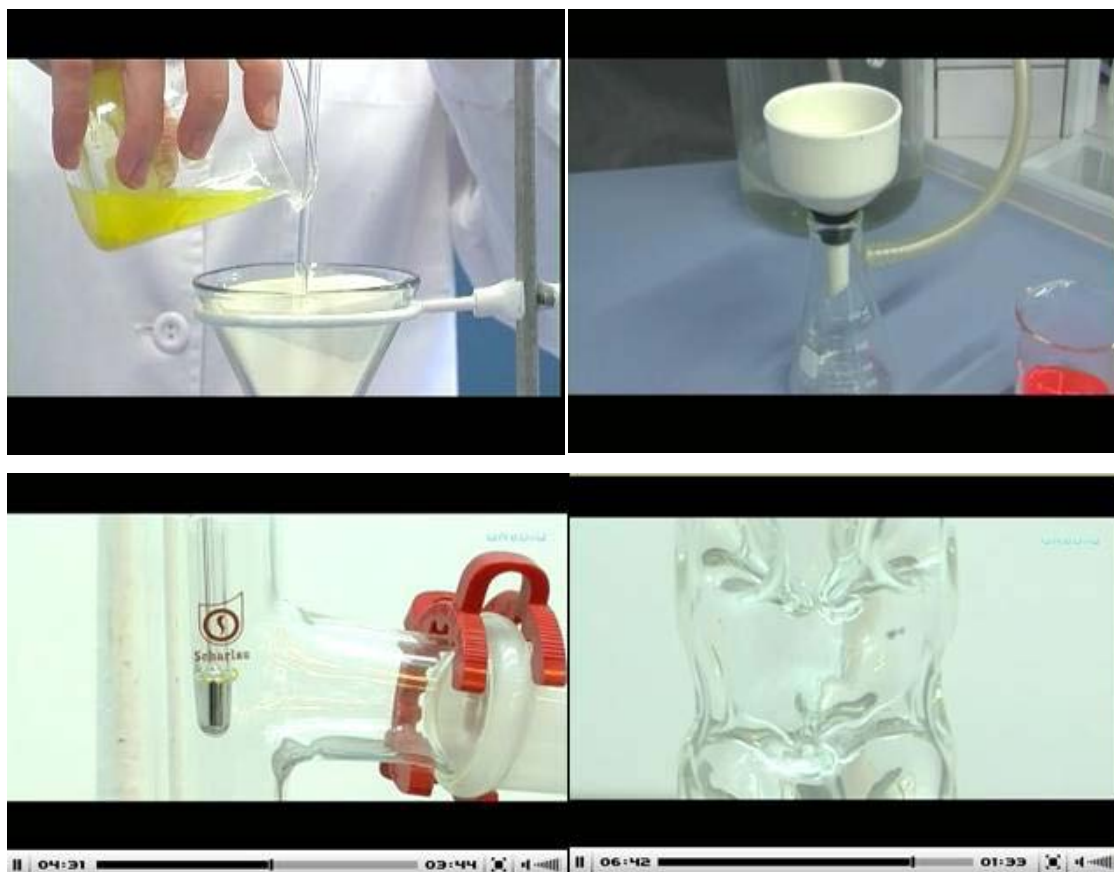


Fig. 5. Imágenes de la filmación de La filtración a presión atmosférica y al vacío, y de La destilación simple y fraccionada.

Con estas filmaciones y producciones se pretende buscar el interés y la motivación por parte del alumnado para que antes de llevar a cabo la sesión experimental, consulte este material y así aumente el rendimiento de la propia sesión de laboratorio. La evidencia de que el vídeo es un medio mucho más atractivo que los formatos “convencionales”, en papel o presentaciones power-point, se pone de manifiesto en que el alumnado consulta un gran número de presentaciones en Flash y multimedia a través de la red.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

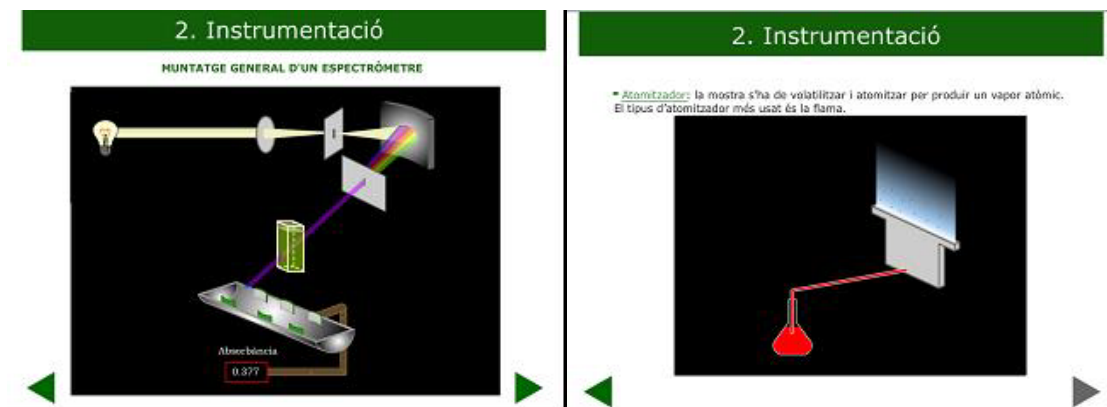


Fig. 6. Producciones multimedia de la Espectrometría de absorción molecular (UV-Visible) y de la Espectrometría de absorción atómica.

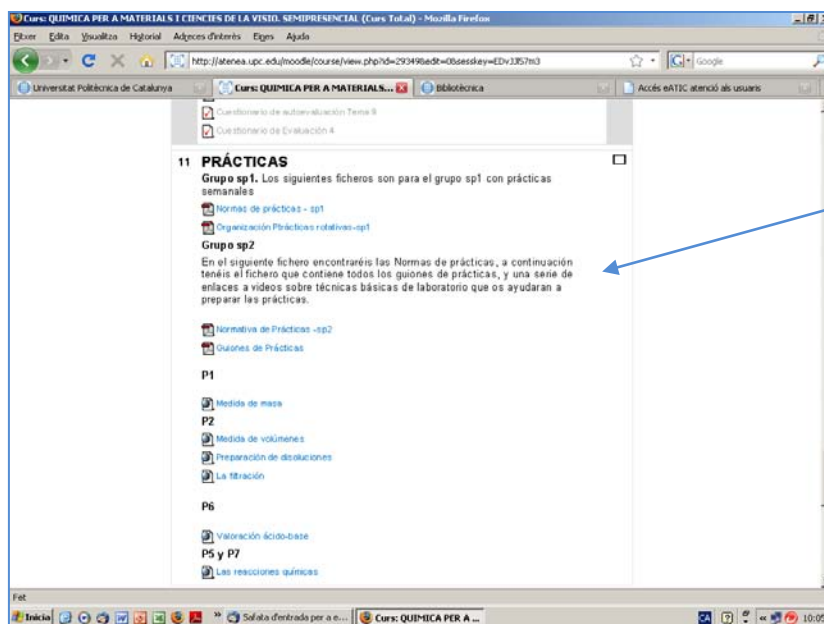


Fig. 7. Cita en el Campus digital Atenea, de los vídeos a consultar antes de realizar la sesión de laboratorio.

Cabe remarcar que, además, este material permite al profesorado incentivar la fase correspondiente al trabajo autónomo del alumnado durante el pre-laboratorio, ya que puede utilizarlo de forma muy versátil: exponiéndolo en el Campus Digital de la Universidad, ATENEA-Moodle, (Fig. 7), o bien desde la página web de la propia asignatura, si es el caso.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Para que quede garantizado el alcance de los documentos para toda la comunidad universitaria y para la sociedad en general, todo el material producido se ha alojado en el portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC, UPCommons, que garantiza direcciones permanentes.

Concretamente los materiales se han alojado en dos apartados:

- Videoteca/Grupo de Recursos para la didáctica de la química: espacio que contiene las producciones en formato filmación (Fig. 8). Dentro de este apartado, los vídeos se han clasificado en tres ámbitos para que el usuario los localice con más facilidad:
  - Seguridad en el laboratorio
  - Técnicas básicas en el laboratorio
  - Técnicas avanzadas en el laboratorio



Fig. 8. Imagen de cómo aparecen los vídeos en la Videoteca de UPCommons:

<http://upcommons.upc.edu/video/handle/2099.2/1042> (8)

- Materiales docentes UPOpenCourseware. En este apartado el material se encuentra dentro de ICE/RIMA/GReDiQ (Fig. 9), y se encuentra en forma de producciones multimedia (Flash) y recursos web.





## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.



Fig. 9. Aspecto del material multimedia dentro de Materiales docentes en UPCcommons:

[http://upcommons.upc.edu/ocw/gestor/index.php?propia=yes&id\\_assig=410-1055-ICE002&idcentre=410&idtit=1055](http://upcommons.upc.edu/ocw/gestor/index.php?propia=yes&id_assig=410-1055-ICE002&idcentre=410&idtit=1055) (9)

La evaluación de los primeros resultados ha tenido lugar durante el curso 2009-10. Dado que durante el curso actual, en muchos de los centros participantes en este proyecto, han convivido las nuevas titulaciones de Grado con las de Planes de Estudio anteriores, en la evaluación de resultados aparecen asignaturas de los dos escenarios, si bien, mayoritariamente, la implementación se ha llevado a cabo en los nuevos estudios de Grado. La relación de asignaturas y titulaciones en las que se han utilizado estos materiales, es:

### Asignaturas:

- Química
- Química Aplicada a los materiales Ópticos y Ciencias de la Visión
- Fundamentos químicos en la ingeniería
- Experimentación en Química II

### Titulaciones:

- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
- Grado en Ingeniería Química



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

- Grado en Ingeniería de Recursos Minerales
- Grado en Ingeniería de la Energía
- Grado en Ingeniería Biomédica
- Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil
- Diplomatura de Óptica y Optometría
- Ingeniería Química
- Ingeniería Técnica de Minas
- Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química Industrial
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Aeronáutica

Para llevar a cabo la evaluación del material utilizado, durante el último mes del curso 2008-09 se realizó una encuesta de evaluación de los conocimientos de química (técnicas básicas y normas de seguridad) del alumnado. En esta encuesta se pretendía evaluar, básicamente, los conocimientos previos del alumnado universitario, antes de entrar en un laboratorio de química en sus primeros cursos, en cuanto a material de laboratorio, técnicas básicas y hábitos y normas de seguridad. Simultáneamente, se pedía opinión sobre el tipo de material utilizado para iniciarlos en los diferentes temas (formato papel, formato vídeo, multimedia...) (Fig. 10).

Los resultados de las diferentes cuestiones de la encuesta formulada en mayo de 2009 mostraron que más de la mitad del alumnado identificaba el material más elemental de laboratorio, aunque esta proporción se invertía en el caso del material más específico, como el Kitasato o el refrigerante. Asimismo, se pudo llegar a la conclusión de que un porcentaje elevado sabía utilizar el material elemental y conocía las normas básicas de laboratorio. El análisis de las respuestas puso en evidencia que una mayoría había utilizado alguna vez la técnica de la filtración o había preparado disoluciones. En cambio, el conocimiento de las técnicas básicas como la centrifugación o la extracción era muy bajo. En las respuestas también se evidenció que más del 50 % había recibido información básica de laboratorio, pero que el porcentaje era menor cuando se trataba de técnicas básicas de laboratorio. En cuanto al formato en que habían recibido la información, el más habitual fue el formato en papel.





## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

**Institut de Ciències de l'Educació**  
Direcció - Grup de Recerca en els Laboratoris de Química  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**ENQUESTA PER A L'ESTUDIANTAT DELS LABORATORIS DE QUÍMICA**

L'objectiu d'aquesta enquesta és valorar la utilitat que hagi pogut tenir per a tu el material docent en format digital per a la identificació de material de laboratori prèvia a la seva utilització, tècniques bàsiques de laboratori i hàbits de seguretat.

Així, voldríem saber si quan vas entrar, per primera vegada, a un laboratori de química DE LA UNIVERSITAT...

1. Identificaves el següent material elemental de laboratori?

	SI	NO
Tub d'assaig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erlenmeyer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bureta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proveta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pipeta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kitazato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Büchner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refrigerant de serpenti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Sabies utilitzar correctament el material de laboratori següent?

	SI	NO
Tub d'assaig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erlenmeyer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bureta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proveta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pipeta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kitazato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Büchner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Refrigerant de serpenti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Coneixies les normes bàsiques de seguretat de laboratori i els riscos associats als processos?

SI NO

4. Havies utilitzat abans i coneixies les tècniques bàsiques de laboratori següents?

	SI	NO
Filtració	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Destil·lació	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centrifugació	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extracció	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volumetries	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Preparació de dissolucions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mètodes de pesada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

També voldríem saber si, una vegada dins dels laboratoris de la Universitat, vas disposar d'informació prèvia a la realització d'experiments de laboratori, en referència als aspectes que s'indiquen a continuació. Si la resposta és afirmativa, indica en quin format vas rebre aquesta informació prèvia:

	SI	NO	Format paper	Format digital (vídeo-DVD-Multimèdia)
5. Identificació del material elemental de laboratori	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Utilització de material elemental de laboratori	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Normes de seguretat al laboratori	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Tècniques bàsiques de laboratori	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En cas que les quatre respostes anteriors siguin afirmatives:

9. Creus que aquest material previ et va ser d'utilitat per desenvolupar-te amb més agilitat als laboratoris de Química?

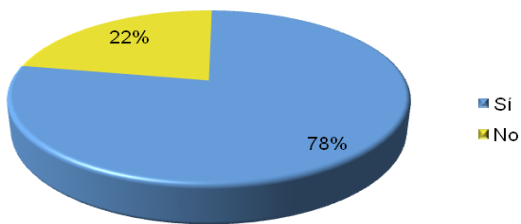
SI NO

10. Valora de l'1 al 5 (on 1 és el mínim i 5 és el màxim) els aspectes següents, relatius al material en format paper o digital que et van proporcionar:

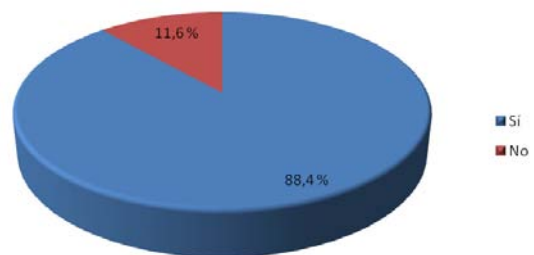
	1	2	3	4	5
Qualitat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Claredat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilitat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fig. 10. Encuesta que se ha realizado al alumnado.

La misma encuesta se formuló de nuevo a los estudiantes del curso 2009-10 (diciembre de 2009) que ya habían utilizado los materiales elaborados en este proyecto.



(a)



(b)

Fig. 11. Resultados de la pregunta 9. (a) Mayo de 2009, (b) Diciembre de 2009.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Los resultados han sido similares a los obtenidos en mayo de 2009 en cuanto al conocimiento sobre identificación y uso de material de laboratorio, normas de seguridad y técnicas básicas, correspondiente a las preguntas de la 1 a la 8. Donde ha habido diferencias significativas ha sido en las preguntas 9 y 10:

9. *¿Crees que este material previo te fue de utilidad para desenvolverte mejor en los laboratorios de Química?*

10: *Valora del 1 al 5 (donde 1 es el mínimo y 5 es el máximo) los siguientes aspectos, relativos al material en formato papel o digital que te proporcionaron.*

En las Figuras 11 y 12 se pueden evaluar las diferentes opiniones.

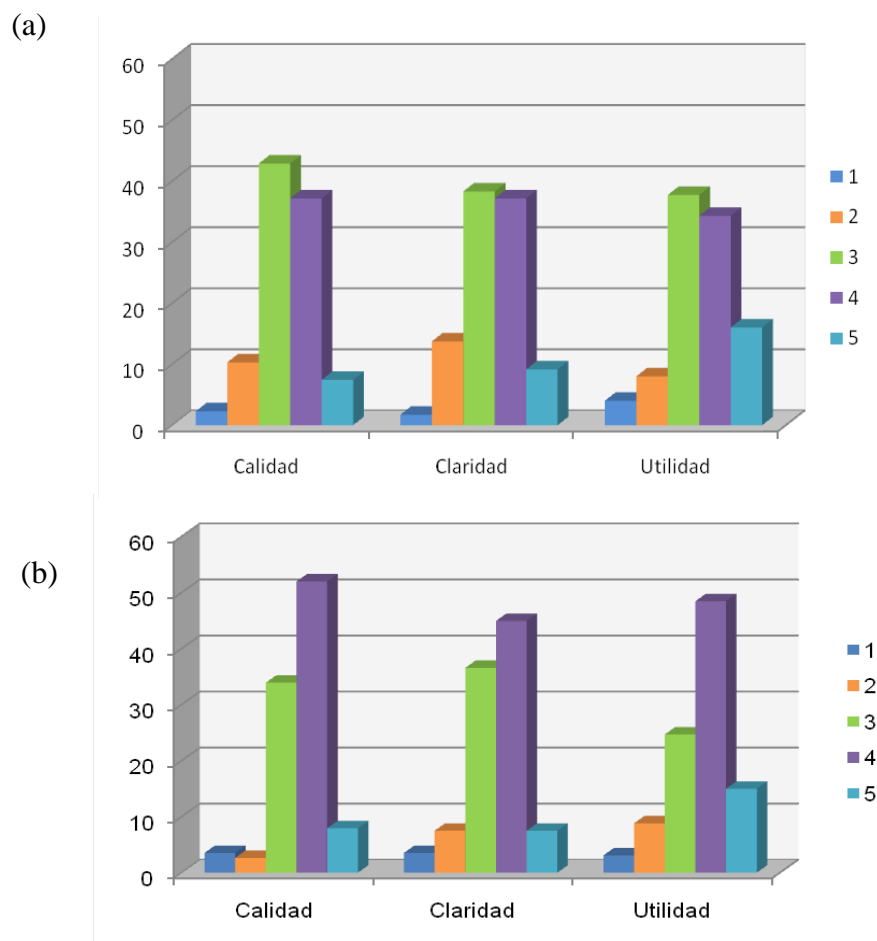


Fig. 12. Resultados a la pregunta 10 antes y después de haber utilizado el material: (a) Curso 2008-09; (b) Curso 2009-10.

Se comprueba como el porcentaje en la respuesta afirmativa se ha incrementado de forma significativa (un 88,4 % frente a un 75 %). También se observa un cambio



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

importante en la opinión del alumnado, ya que se han incrementado significativamente las respuestas con valoración 4 respecto a las valoradas con 3.

Otro parámetro que nos ha permitido determinar la aceptación del material producido es el número de descargas de las diferentes producciones. Una ventaja de tener los vídeos alojados en UPCommons es el control del volumen de descargas, así como el lugar desde donde el usuario realiza la descarga, a fin de distinguir entre usuario-UPC y usuario-NO UPC (Fig. 13).

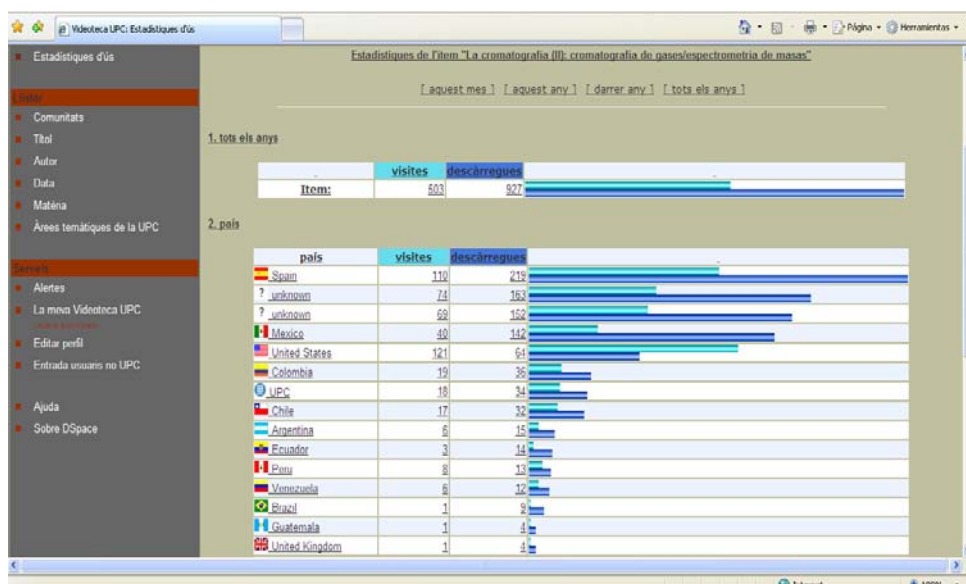


Fig. 13. Registro en UPCommons del volumen de descargas efectuadas, por meses y por procedencia.

Si se considera que el número de descargas de las producciones es un indicador de la aceptación del material elaborado, cabe destacar que en el período comprendido entre Septiembre de 2009 y Marzo de 2010, la cifra supera las 15000 descargas, realizadas desde diversos países (mayoritariamente España, Estados Unidos, México, Brasil y Argentina,).

Un 44 % se han descargado en catalán y el resto en castellano (Fig. 14), los dos idiomas en que se han producido los vídeos.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

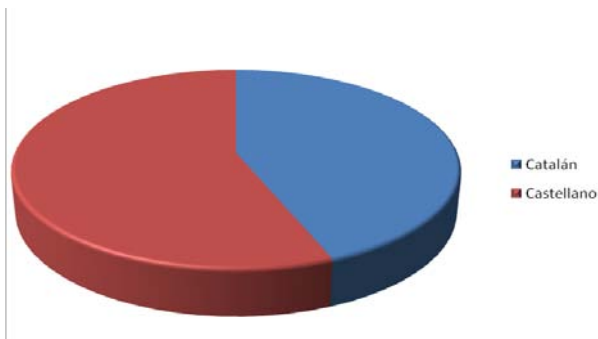


Fig. 14. Estadísticas de descarga septiembre 2009 - marzo 2010, por idioma.

En la figura 15 se indica los lugares de habla catalana e hispana que más descargas han efectuado.

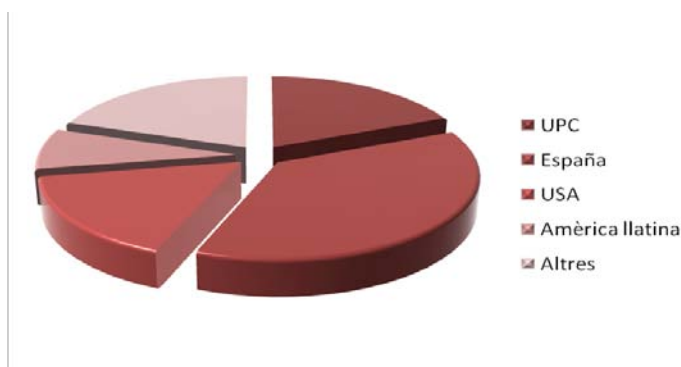


Fig. 15 Países que más han consultado los vídeos, septiembre 2009 - marzo 2010.

El análisis de visualización de los vídeos producidos en este proyecto, permite observar cuáles han sido los documentos más descargados (Fig. 16). A la vez, en la figura 17 se recoge el volumen de descargas totales registradas en los siete meses en que se ha llevado a cabo el seguimiento. Se ha detectado que en los meses de actividad “normal” el volumen de visualizaciones y descargas se mantiene siempre en un nivel cercano a las 2000 descargas/mes, mientras que en los meses de septiembre y diciembre el valor es menor, coincidiendo con los meses que contemplan períodos de vacaciones. Excepcionalmente en el mes de marzo nos aproximamos a las 3000 descargas.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

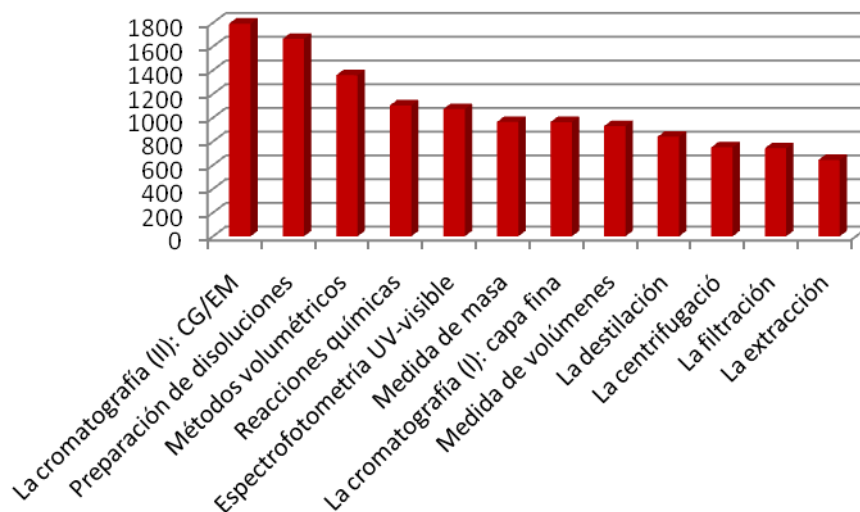


Fig. 16. Clasificación de los vídeos según el volumen de descargas.

Algunos vídeos no aparecen en las estadísticas, ya que se colgaron en UPCommons antes o más tarde. Se ha preferido para llevar a cabo la comparación indicar sólo los que han estado colgados en la red estos siete meses. En este sentido el número de descargas, si se tienen en cuenta además los materiales colocados en UPCommons en el apartado de “Materiales docentes” y los mismos vídeos colgados en Canal UPC.tv, superan las 15000 descargas.

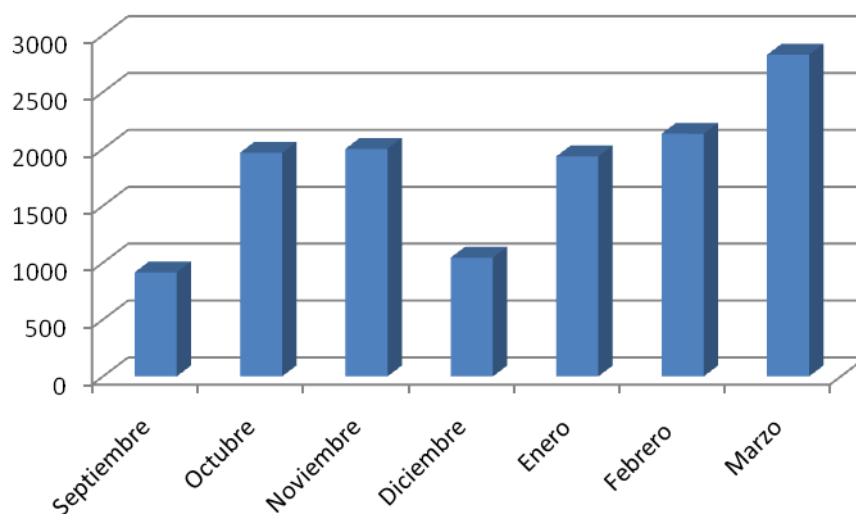


Fig. 17 Clasificación de las descargas por meses.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

A la vista de los resultados obtenidos y mostrados en este apartado, se planteó la necesidad y la conveniencia de elaborar estos materiales en inglés. Actualmente, ya se pueden encontrar en UPCommons, tanto en Videoteca como en Materiales docentes, un total de nueve producciones en este tercer idioma.

Los objetivos iniciales se han conseguido, tanto desde el punto de vista del profesorado como del alumnado. El material elaborado, al profesorado le permite introducir aspectos metodológicos específicos relativos al diseño experimental y al alumnado identificar cuestiones o dudas sobre los procedimientos, técnicas o instrumentos con los que se desarrollará la actividad posterior además de favorecer la adquisición de competencias genéricas como el conocimiento de normas de seguridad o la utilización de tecnologías TIC entre otras.

La respuesta del alumnado y el número de descargas en UPCommons nos han indicado que la idea o suposición previa de que hacía falta material en este formato ha quedado totalmente confirmada.

La evolución en las respuestas del alumnado respecto a la calidad del material utilizado en las sesiones pre-laboratorio han confirmado que el material elaborado ha mejorado significativamente la calidad, respecto al que existía. Concretamente el cambio más importante ha quedado reflejado en la respuesta a la pregunta: “9. *¿Crees que este material previo te fue de utilidad para desenvolverte mejor en los laboratorios de Química?*”, ya que ha aumentado significativamente el porcentaje de respuestas afirmativas.

Como conclusión final se puede decir que el proyecto es extrapolable a otras disciplinas de la UPC. Ha sido una experiencia en la disciplina de experimentación en química totalmente aplicable a otras materias. El esfuerzo conjunto del profesorado de diferentes centros que tiene una problemática común, ha dado unos buenos resultados para la resolución de la misma. Ha sido fundamental la voluntad integradora del profesorado de diferentes centros y de diferentes Campus para producir un material que pueda ser utilizado por todos.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

### 6. Agradecimientos

Proyecto RIMA (ICE-UPC), <http://www.upc.edu/rima>

Convocatoria de ayudas para Proyectos de Mejora de la Docencia 2007-08 ICE-UPC.

2ª Convocatoria de ayudas a proyectos innovadores para promover el inglés en los estudios de la UPC.

Factorías de recursos docentes de la UPC.

### 7. Referencias Bibliográficas

1. M. R. Martínez y otros, *Guia per a l'avaluació de competències als laboratoris en l'àmbit de Ciències i Tecnologia*, AQU Catalunya, Barcelona (2009).

[http://www.aqu.cat/publicacions/guies\\_competencies/guia\\_laboratoris.html](http://www.aqu.cat/publicacions/guies_competencies/guia_laboratoris.html)

2. A. Galan Giró, *Anàlisi de documents audiovisuals des de la didàctica de la química*, Tesi Doctoral Universitat de Barcelona, URL <http://www.tdx.cat/TDX-0302106-091528>, Barcelona (2006)

3. <https://www.upc.edu/rima>

4. E. Dale, *Audio-visual methods in teaching*, Holt, Rinehart and Winston, New York (1963).

5. B. Amante; P. Simo; I. Algaba; V. Fernandez; S. Rodriguez; M. Rajadell; D. Garcia; N. Salán, M. Enache; M. Albareda; E. Bravo; A. Suñé; P. Serrano, Introducción de “*Videos de bajo coste*” para la enseñanza enfocados en la semi-presencialidad. *VI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, Madrid (2009).

6. G. Jiménez y A. Llitjós, *Educación química*, **2006**, Vol. 17, 158-163.

7. P. Simo; N. Salán; V. Fernandez; I. Algaba; M. Enache; A. Suñé; E. R. Bravo; M. Albareda; F. Garriga; M. Rajadell; B. Amante; D. Garcia, *Video stream y canales docentes: Análisis de la utilización de vídeos docentes de bajo coste en la Red*, 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIII Congreso de Ingeniería de Organización, Terrassa (2009).

8. <http://upcommons.upc.edu/video/handle/2099.2/1042>

9. [http://upcommons.upc.edu/ocw/gestor/index.php?propia=yes&id\\_assig=410-1055-ICE002&idcentre=410&idtit=1055](http://upcommons.upc.edu/ocw/gestor/index.php?propia=yes&id_assig=410-1055-ICE002&idcentre=410&idtit=1055)