

# PRODUCCIONES DIGITALES PARA LA FASE PRE-LABORATORIO DE EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA

*M. Dolors Grau; Aureli Calvet; Adriana Farran; Roser Gorchs; Ester Guaus; María Martínez; Núria Salán*

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

## RESUMEN

El Grupo de Recursos para la didáctica de la Química (GReDiQ) pertenece al proyecto: RIMA de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC) y tiene, como objetivo general mejorar el aprendizaje de la química dentro de nuestra universidad. Uno de sus objetivos específicos es la obtención de material docente propio que pueda ser utilizado en las distintas materias de Química. Dentro de este contexto, el GReDiQ ha trabajado en la preparación de producciones digitales para ser utilizadas como material pre-laboratorio en asignaturas de Experimentación en Química. En este tipo de asignaturas, para aumentar el aprendizaje, el alumnado debe adquirir una serie de conocimientos sobre seguridad y hábitos en el laboratorio, manipulación de material y de instrumentación, entre otros, cómo paso previo a su llegada a los laboratorios.

En este trabajo se presenta la metodología seguida para elaborar producciones de calidad en formato Flash, tanto en forma de vídeo como en forma de material multimedia, aptas para ser colocadas en abierto en la red. Dichas producciones abarcan tres grandes grupos de temas: Técnicas Básicas de Experimentación en Química, Seguridad en los Laboratorios de Química y Técnicas Avanzadas de Experimentación en Química.

Asimismo se valoran los primeros resultados obtenidos sobre su aceptación y utilidad.

**Palabras clave:** Producciones Digitales, Material Multimedia, Fase pre-laboratorio, Experimentación en Química

## 1. INTRODUCCIÓN

La Química aparece como formación básica en la mayoría de planes de estudio de los nuevos Grados de Ingeniería implantados en la Universidad Politécnica de Catalunya durante el curso 2009-2010 en una primera fase, y durante el curso 2010-2011 en una segunda fase. Dentro de esta materia aparecen las asignaturas basadas en la experimentación en el laboratorio químico. En el método de enseñanza por competencias, se considera el trabajo autónomo pre-laboratorio como fundamental [1], ya que es necesario que el alumnado conozca los hábitos de manipulación de material y las normas de seguridad, previamente a su llegada a los laboratorios. Aunque en la actualidad ya se utilizan algunas presentaciones (por ejemplo en formato vídeo) con esta finalidad, la mayoría se consideran obsoletas o sustancialmente mejorables [2]. Muchas de ellas muestran laboratorios poco actualizados, e incluso, en algunos casos, se indican hábitos y metodologías no aceptables en la actualidad.

El Grupo de Recursos para la Didáctica de la Química (GReDiQ), integrado en el proyecto RIMA (Investigación e Innovación en Metodologías de Aprendizaje [3]) del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Catalunya (ICE-UPC), manifestó su interés en disponer de

material propio y en formato digital, para ser utilizado como material pre-laboratorio.

Desde el GReDiQ, se optó por preparar producciones, en la mayoría de los casos, en formato de filmación. Para facilitar su seguimiento, por parte del alumnado, en lugar de unas pocas filmaciones de larga duración, se decidió realizar un número mayor de filmaciones cortas (con una duración de entre 4 y 10 minutos). Por otra parte, también se propuso realizar producciones en formato multimedia para presentaciones más estáticas, como el glosario de material de laboratorio, o para la descripción de técnicas avanzadas como la espectrofotometría ultravioleta-visible y la espectroscopia de absorción atómica. La preparación de estas producciones se ha distribuido entre los diferentes grupos de profesorado del GReDiQ, de modo que estén representados los distintos centros universitarios de la Universidad Politécnica de Catalunya.

En este trabajo se presentarán los objetivos, la metodología y los resultados obtenidos, de la puesta en marcha de la utilización de una serie de producciones digitales, para utilizar en la fase pre-laboratorio de las asignaturas de experimentación en química. Se trata de filmaciones y material multimedia de corta duración, apto para ser colgado en la red y disponible para toda la comunidad universitaria, tanto para el profesorado como para el alumnado, a través del campus virtual de la UPC.

## 2. ANTECEDENTES

Cabe remarcar que las ventajas de las presentaciones audiovisuales, no son nada nuevo 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] mostrado en la Figura 1, estas presentaciones garantizan una mayor retención de la información que formatos más estáticos, como imágenes fijas o texto.

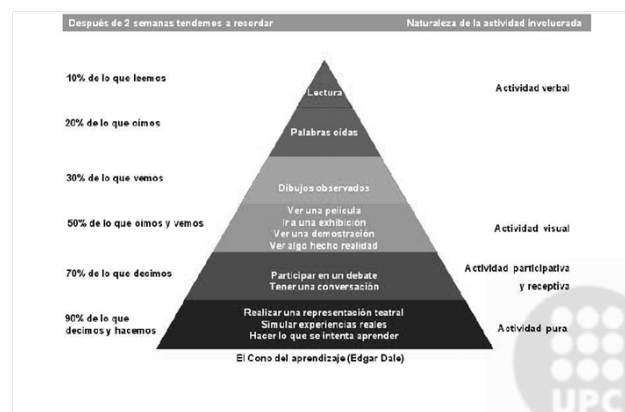


Figura 1. Cono del aprendizaje de Dale

En realidad, se encuentran en el primer apartado de lo que serían los métodos en que el alumnado no participa directamente en la acción.

La novedad radica en el hecho de adaptar estos materiales audiovisuales a las nuevas metodologías de aprendizaje. No se trata de mostrar el video en una sesión presencial de clase, sino de que el alumnado se prepare antes de realizar la sesión experimental [5], con el objetivo de evitar que se limite a seguir una receta sin más y así aumentar y favorecer su aprendizaje.

En el caso particular de la química, existen diversos autores que hacen referencia a las ventajas de la utilización de los medios audiovisuales a nivel más básico e incluso antecedentes sobre el tema [6], a la vez que estudios sobre los métodos de enseñanza-aprendizaje de la química a nivel universitario [7]. A su vez existen trabajos que analizan la utilización de *Video stream* [8], que permite la inclusión de nuevas tecnologías y permite enriquecer los medios docentes de la educación universitaria. La incorporación progresiva de recursos como la Red, con plataformas como *Moodle*, también agiliza este proceso.

Hasta hace poco, era frecuente que el alumnado fuese a las sesiones de laboratorio sin ninguna preparación o información previa. En cambio actualmente hay bastante acuerdo en considerar que, para conseguir que el alumnado aprenda de forma significativa en los laboratorios de química, debe haber tres fases o momentos importantes y diferenciadores:

- Pre-laboratorio
- Laboratorio
- Post-laboratorio
- 

tal y como queda reflejado 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 del primer momento son varios, 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 sería de gran utilidad la utilización de herramientas de e-learning, para facilitar el proceso de aprendizaje autónomo del alumnado, además de favorecer el aprendizaje durante las sesiones de laboratorio [9].

### 3. OBJETIVOS

Los objetivos fundamentales del proyecto son:

- Disponer de material digital uniforme elaborado por profesorado del GReDiQ de la UPC para facilitar el acceso del alumnado a las asignaturas de experimentación en química. Por lo tanto, el material va dirigido a primeros cursos universitarios, aunque, en algunos casos, también puede ser apto para Bachillerato.
- Elaborar producciones que hagan referencia a la seguridad y hábitos en el laboratorio de química, material, técnicas, etc., de conocimiento imprescindible antes de realizar cualquier práctica de química, como material

complementario, de modo que en ningún momento pueda considerarse sustitutivo de la práctica a realizar.

- Sintetizar la información asociada a cada producción, lo cual requiere de un esfuerzo importante de selección de la información, para garantizar que el material que se produzca sea conciso y breve (límite de duración de 4 a 10 minutos por producción), que contenga sólo la información necesaria.
- Producir material de calidad, mayoritariamente en formato video (Flash) y también alguna producción multimedia, apto para ser colocado en la red, de forma que pueda ser utilizado por toda la comunidad universitaria, y que permita al alumnado utilizarlo en horario no presencial.

### 4. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Tal como se ha indicado en la introducción, este proyecto ha surgido de la colaboración entre varios centros docentes de la UPC. Por este motivo, a la hora de elaborar el plan de trabajo se han clasificado las producciones en tres grandes grupos, asociados a los Campus en que se realizarán las producciones:

#### 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)
- Glosario de material de laboratorio

#### 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

#### 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)

Para cada producción, ha sido necesario diseñar una portada y un detalle de créditos, asimismo se ha realizado una búsqueda bibliográfica previa sobre el tema, y se ha elaborado un documento de trabajo para cada filmación. A continuación se ha elaborado el guión (revisado por los coordinadores de cada Campus), se ha llevado el experimento en el laboratorio para controlar la duración y al final se ha realizado la filmación, post-producción y doblaje.

En las Figuras 2 y 3, se muestran, respectivamente y a modo de ejemplo, la portada y los créditos de una de las producciones en las que se pueden observar:

- El Logotipo del Grupo de Recursos para la Didáctica de la Química (GReDiQ).
- El título del proyecto a raíz del cual se ha desarrollado este trabajo: "Materiales multimedia en formato digital para asignaturas de experimentación en química".
- El título de la filmación.



Figura 2. Portada de la filmación de la Filtración

Además, en la misma figura puede observarse el logotipo del centro del Campus que ha participado y las personas que han colaborado en la producción.



Figura 3. Pantalla de créditos con participantes en la filmación

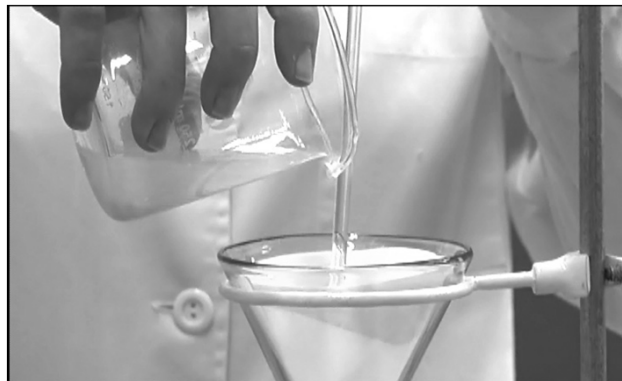
A modo de ejemplo se muestra el Guión que se ha elaborado para la filmación de la Filtración y se muestran dos momentos del video correspondiente a la filtración a presión atmosférica y la filtración al vacío.

## La Filtración

La filtración es la separación de las partículas sólidas del fluido donde se encuentran mediante un medio permeable y poroso, denominado filtro. El fluido, ya sea líquido o gaseoso, atraviesa el medio permeable a través de los poros, mientras que el sólido queda retenido. La filtración de productos químicos en el laboratorio se puede llevar a cabo por diferentes métodos: a

presión atmosférica o al vacío. A continuación, veremos el procedimiento a seguir en una filtración a presión atmosférica.

## Filtración a presión atmosférica



1. En este caso, se acostumbra a utilizar el papel de filtro como medio filtrante. Existen dos tipos de filtros de papel: el papel de filtro de tipo liso y el de pliegues.
2. El filtro de pliegues se dobla diametralmente en cuatro cuadrantes, cada uno de los cuales se pliega por la mitad y estas mitades se dividen de nuevo en dos partes. Las 16 secciones que quedan se pliegan por la mitad en sentido contrario, de forma que finalmente se obtienen 32 pliegues.
3. El papel de filtro de tipo liso se pliega en cuatro cuadrantes y se corta una punta para evitar que el aire entre por la parte doblada. Finalmente, se abre el papel de forma que la parte no doblada forme un cono, es decir, que haya tres pliegues a un lado y uno en el otro.
4. El filtro liso es el más indicado cuando lo que nos interesa es recoger el sólido. En cambio, es mejor utilizar el filtro de pliegues cuando nos interesa recuperar la solución líquida, puesto que dispone de más superficie y, por lo tanto, permite una filtración más rápida.
5. Situamos el embudo en un aro montado en un soporte y debajo colocamos un vaso de precipitados para recoger la fase líquida. El extremo inferior de la punta del embudo debe tocar la pared interna del vaso, de forma que el líquido que desciende deslice por la pared del recipiente y se eviten las salpicaduras; pero debe estar a una altura tal que siempre esté por encima del nivel del líquido. Una vez doblado el papel de filtro, se coloca en el embudo, de forma que no sobresalga, ya que si no el líquido podría caer por fuera. Por este motivo hace falta adaptarlo a la medida del embudo. Seguidamente se moja el papel de filtro con unas gotas de agua destilada para lograr que las paredes del interior del embudo tengan una buena adherencia.
6. Transferimos la mezcla encima del papel de filtro y utilizamos una varilla de vidrio para dirigir el flujo y evitar pérdidas en salpicaduras. La varilla no debe tocar el papel de filtro, porque podría agujerarlo. Se debe procurar no llenar más de la mitad del embudo, ya que se podría perder precipitado como resultado del deslizamiento.
7. Dejamos que la fase líquida se escurra en cada adición y la recogemos en el vaso de precipitados.
8. Si se observa que el precipitado atraviesa el papel de filtro se debe volver a realizar la operación con otro papel menos poroso.

9. Arrastramos las últimas trazas de precipitado que quedan en el interior del vaso con la ayuda de la varilla de vidrio.
10. Una vez lavado el vaso, el resto de precipitado se recoge en el fondo del papel de filtro y se deja escurrir totalmente.
11. La fase líquida que obtenemos de la filtración se denomina filtrado mientras que los componentes sólidos que quedan retenidos en la superficie del papel de filtro se denominan precipitado.

### Filtración al vacío



12. Veamos una filtración al vacío: en este caso, la fuerza que hace caer el filtrado es la succión que se genera al crear una zona de depresión. En esta situación, la fuerza que empleamos es mucho más grande que el peso de la solución que se filtra. Por este motivo, este tipo de filtración se utiliza cuando la filtración a presión atmosférica es casi imposible debido a que el precipitado que queremos filtrar es muy compacto o el líquido es muy denso.
13. Se encaja el embudo Büchner en el matraz Kitasato mediante un tapón agujerado. Un matraz Kitasato es un matraz de vidrio grueso muy parecido al matraz Erlenmeyer pero que tiene un tubo en la parte superior que permite sujetar una goma para comunicarlo con una bomba de vacío o una trompa de agua.
14. La trompa de agua es un tubo de plástico o de vidrio que por un lado se conecta al grifo y por el otro al matraz Kitasato mediante un tubo de goma grueso. La salida se conduce a un desagüe de agua. Se utiliza un recipiente de seguridad entre la trompa y el Kitasato.
15. El agua del grifo entra por la parte superior de un tubo recto que tiene un final muy estrecho. Este hecho aumenta la velocidad del líquido, que provoca la succión del aire que lo rodea. El aire y el agua van a parar en un tubo más ancho que los expulsa hacia el exterior. Debido a que el chorro de agua es continuo, durante el proceso se extrae el aire del interior del Kitasato, que provoca una depresión que succiona el líquido que se encuentra en el Büchner.
16. El embudo Büchner tiene una placa filtrante con orificios grandes, de forma que se debe colocar un papel de filtro circular que quede totalmente plano y cubra todos estos orificios. Se puede utilizar el mismo embudo Büchner como plantilla: se marca con un lápiz el perímetro encima de un trozo de papel de filtro y se acaba de recortar hasta que se adapte perfectamente.
17. Una vez colocado el papel de filtro, lo mojamos con unas gotas de agua destilada y abrimos el grifo del agua para que quede bien adherido a la placa filtrante. Del mismo

modo que en la filtración a presión atmosférica, se arrastra el sólido con la ayuda de la varilla.

18. A continuación, vertemos la mezcla en el centro del embudo Büchner y esperamos a que se escurra el líquido.
19. Una vez finalizada la filtración, se desconecta el Kitasato de la trompa de agua y después se cierra el grifo. Es muy importante llevar a cabo la operación en este orden, ya que si se hace en el orden contrario el agua del grifo entraría en el Kitasato, debido a la baja presión a la que se encuentra, y deberíamos repetir la filtración.

Una vez elaborado el guión, y comprobada en el laboratorio la duración del experimento, se realiza la filmación. Posteriormente, se llevarán a cabo los apartados de post-producción y doblaje. En el doblaje, se irán explicando los puntos indicados en el guión a medida que se vaya proyectando la filmación.

## 5. IMPLANTACIÓN Y RESULTADOS

El material, que se ha empezado a utilizar durante el curso 2009-2010, se aloja en los repositorios, en abierto, de la UPC: UPCommons, dentro de la Videoteca y en el apartado de Grupo Recursos para la Didáctica de la Química [10]. Se espera que con estas filmaciones se consiga provocar el interés y motivación por parte del alumnado para que antes de llevar a cabo la sesión experimental, consulte este material y así aumentar el rendimiento de la propia sesión de laboratorio. Este material permitirá al profesorado incentivar la fase correspondiente al trabajo pre-laboratorio, ya que es un medio mucho más atractivo que los formatos habituales, en papel o presentaciones PowerPoint y está comprobado que los jóvenes consultan muchísimas presentaciones en Flash y audiovisuales a través de la red [8, 11].

A su vez, se espera que el profesorado lo utilice de la forma más versátil posible, colgándolo en el Campus digital de la universidad (ATENEA - Moodle), para que el alumnado lo pueda consultar tantas veces como sea necesario. En la Figura 4 se puede ver, a modo de ejemplo, una cita en el Campus digital, de los vídeos a consultar antes de realizar la sesión de laboratorio.

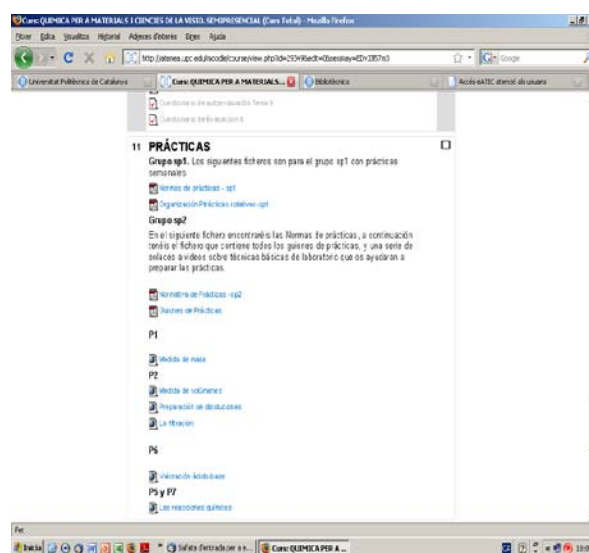


Figura 4. Cita en el campus digital ATENEA-Moodle



Para la evaluación de los resultados, durante el último mes del curso 2008-09 se pasó al alumnado una encuesta para comprobar la situación en aquel momento y poder compararla con los resultados obtenidos después de la utilización del material producido. En la encuesta se evaluaron básicamente sus conocimientos previos, antes de entrar en un laboratorio de química de la universidad, en cuanto a: material de laboratorio, técnicas básicas de laboratorio y hábitos y normas de seguridad. A su vez, se evaluó el tipo de material utilizado para iniciarlos en los distintos temas (formato papel, formato vídeo, multimedia,...). Concretamente se formulaban 10 preguntas, como se indica en la Figura 5.

The image shows a survey form with the following questions and options:

- Identifica d'aquesta encuesta el valor de utilitat que heu pogut tenir per a tu el material dissenyat en format digital per a la identificació de material de laboratori previ a la seva utilització, tècniques bàsiques de laboratori i hàbits de seguretat.
  - 1. Voldria saber si el que ve acompanyar, per primera vegada, a un laboratori de química de LA UNIVERSITAT.
    - 1. Identificació del registre material elemental de laboratori?
      - SI  NO
      - Tubi d'ensaiig
      - Entonnymer
      - Barrils
      - Provetes
      - Pipetes
      - Hissats
      - Bidons
      - Indicador de seguretat
    - 2. Sabes utilitzar correctament el material de laboratori següent?
      - SI  NO
      - Tubi d'ensaiig
      - Entonnymer
      - Barrils
      - Provetes
      - Pipetes
      - Hissats
      - Bidons
      - Indicador de seguretat
  - 2. Sabes utilitzar correctament el material de laboratori següent?
    - SI  NO
    - Tubi d'ensaiig
    - Entonnymer
    - Barrils
    - Provetes
    - Pipetes
    - Hissats
    - Bidons
    - Indicador de seguretat
  - 3. Conesces les normes bàsiques de seguretat de laboratori i les riscos associats als processos?
    - SI  NO
  - 4. Heves utilitzat abans conesces les tècniques bàsiques de laboratori següent?
    - SI  NO
    - Centrifugació
    - Centrifugació
    - Extracció
    - Volúmenes
    - Preparació de dissolucions
    - Mèlodes de pesada
  - 5. Identificació del material elemental de laboratori?
    - SI  NO
  - 6. Utilització del material elemental de laboratori?
    - SI  NO
  - 7. Normes de seguretat al laboratori?
    - SI  NO
  - 8. Tècniques bàsiques de laboratori?
    - SI  NO

El/Les que les quatre respostes anteriors siguin afirmatives:

9. Crees que aquest material previ et va ser d'utilitat per desenvolupar te amb més seguretat al laboratori de Química?
 

- SI  NO

10. Valora de 1 al 5 (on 1 és el mínim i 5 el màxim) els aspectes següents, relatius al material en format paper o digital que et vas 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"/>

Figura 5. Encuesta que se pasó al alumnado

En diciembre de 2009 se volvió a pasar una nueva encuesta, prácticamente idéntica a la anterior, para comparar los resultados.

Al comparar los resultados de ambas encuestas se observó que las respuestas a las 8 primeras cuestiones fueron similares. Es decir que la mayoría de alumnado identifica y sabe utilizar el material más elemental de laboratorio así como que una proporción elevada ha utilizado técnicas básicas de laboratorio como la filtración, sin embargo pocos han utilizado la extracción o centrifugación. La pregunta 9 se refería en concreto a si les resultó de utilidad este material previo, y el porcentaje que respondió que si, en la segunda encuesta fue mayor (84% frente al 78%). La pregunta 10 se refería a la calidad, claridad y utilidad del material que se le proporcionaba previamente a la sesión de laboratorio, las respuestas debían valorarse en una escala del 1 al 5. Mientras que los resultados de la primera encuesta pusieron en evidencia que alrededor de un 50% tiene una opinión ambigua, es decir una puntuación de 3, los de la segunda encuesta pusieron de manifiesto un incremento significativo en la puntuación de 4.

Otro parámetro que ha permitido evaluar la aceptación del material producido es la determinación del número de descargas de las distintas producciones. En la Figura 6 se puede ver el volumen de las descargas realizadas en el período comprendido entre septiembre de 2009 y enero de 2010, un total de 7862, de las que el 58% representan descargas en castellano, ya que los videos se han producido en los dos idiomas oficiales de Cataluña: catalán y castellano. Cabe remarcar que en este momento se está trabajando en la versión en inglés y está previsto que en junio de 2010 estén todas las producciones traducidas a este idioma.

Se ha podido observar que las descargas corresponden a diversos países: España (se distingue la UPC del resto de descargas de España); Estados Unidos; y diferentes países de habla hispana.

En la Figura 7 se puede apreciar estas estadísticas. También se ha hecho un seguimiento de las descargas por meses, y se puede ver en la Figura 8 que en los meses de actividad normal (octubre, noviembre y enero) el volumen se ha mantenido en un nivel cercano a las 2000 mientras que los meses de septiembre y diciembre el nivel es menor, coincidiendo con periodos de vacaciones.

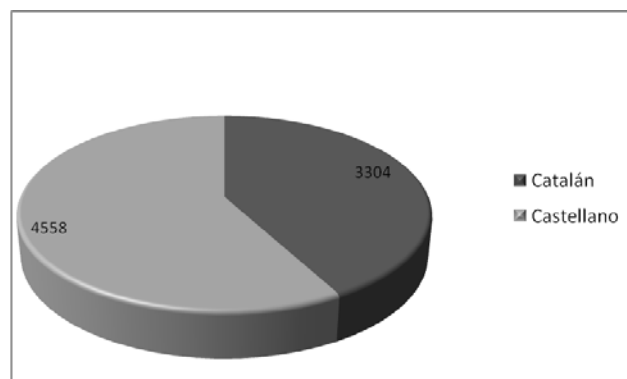


Figura 6. Estadísticas de descarga septiembre 2009-enero 2010

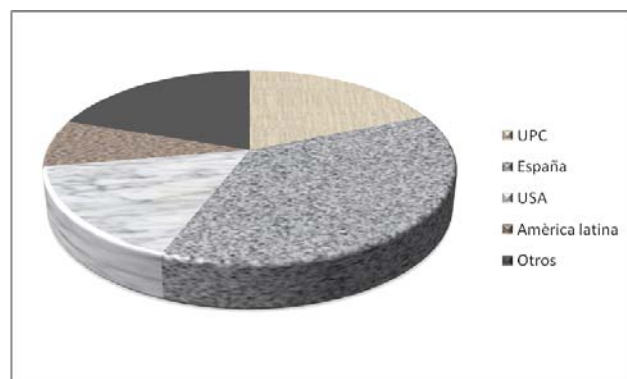


Figura 7. Países que más han consultado los videos entre septiembre 2009-enero 2010

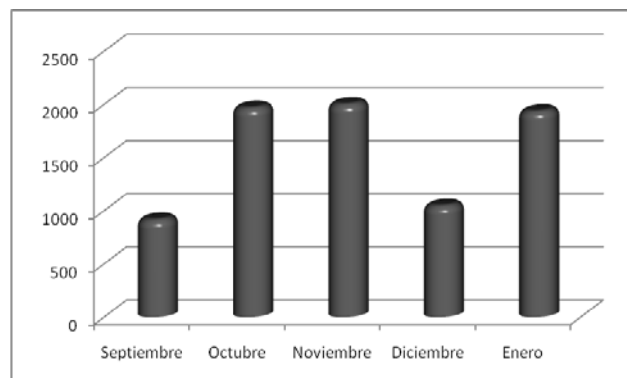


Figura 8. Clasificación de descargas por meses

Como conclusión general se puede decir que este proyecto es extrapolable a otras disciplinas tanto de la UPC como de otras universidades y que ha sido fundamental la voluntad integradora del conjunto de profesorado participante para producir un material uniforme conjuntamente.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto RIMA (ICE-UPC), <http://www.upc.edu/rima>  
Convocatoria de ayudas para Proyectos de Mejora de la  
Docencia 2007-08 ICE-UPC.  
Factorías de recursos docentes de la UPC.

## REFERENCIAS

- [1] M.R. Martínez y otros, “Guía para la evaluación de competencias en los laboratorios en el ámbito de Ciencias y Tecnología”, AQU Catalunya, Barcelona, 2009. **URL** ([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”, Tesis Doctoral. Universidad 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. Fernández; S. Rodríguez; M. Rajadell; D. García; 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”, Vol. 17, 2006, pp. 158-163.
- [7] G. Pintó, “Anales de la Real Sociedad Española de Química”, 2001, pp. 29-36.
- [8] 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.
- [9] M. Martínez, M. Graells, A. Cadenato, B. Amante, J. Jordana, R. Gorchs, M.N. Salán, M.D. Grau, I. Gallego, M.J. Pérez, “Cómo aplicar el método científico en los laboratorio de ciencias y tecnología”, 17 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, ETSID-UPV (2009).
- [10] <http://upcommons.upc.edu/video/handle/2099.2/1042>
- [11] A. Caspi; P. Gorsky; M. Privman, “Viewing comprehension: Students' learning preferences and strategies when studying from video”. Instructional Science, Vol. 33, No. 1, 2005, pp. 31- 47.