



PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA
2008

**MATERIAL DOCENT EN FORMAT DIGITAL PER A
ASSIGNATURES D'EXPERIMENTACIÓ EN QUÍMICA**

*Professor responsable: M. Dolors Grau Vilalta.....
dolors@emrn.upc.edu, Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals,
Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa*

*Professorat: M. Pilar Almajano; M. Dolors Alvarez; Margarita Calafell; Aureli
Calvet; Anna Cardona; Adriana Farran; Núria Garrido; Roser Gorchs; Moisès
Graells; Ester Guaus; María Martínez; Margarita Morillo; Patricia Pardo; Núria
Salán*

*Estudiants becaris: Núria Torras, Elisabet Quintana, Rocio Erdmann, Laura
Bover.*

Tipus d'ajut rebut: Projecte de Millora de la Docència UPC 2008

Data de la comunicació de resultats: 11 de febrer de 2010

Resum

En aquesta comunicació es presenta un projecte elaborat arran de l'interès mostrat per un grup de professorat en disposar de material audiovisual propi i comú per a assignatures experimentals de química de diferents titulacions impartides per diferents centres de la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC). Els autors d'aquest treball pertanyen al Grup de Recursos per a la Didàctica de la Química (GReDiQ), integrat en el projecte RIMA (<http://www.upc.edu/rima>) de l'Institut de Ciències de l'Educació de la UPC. L'elaboració de material audiovisual digital constitueix un dels objectius principals plantejats pel GReDiQ i pretén generar tant un material de suport per a les activitats pre-laboratori, com un element motivador i que faciliti l'aprenentatge de l'alumnat en les sessions de laboratori de les matèries de Química i Enginyeria química, que apareixen com assignatures de formació bàsica en gairebé tots els plans d'estudi dels nous Graus d'Enginyeria que s'estan implantant a la UPC. La utilització del material audiovisual digital possibilita que l'alumnat prengui consciència de les activitats de laboratori, així com dels hàbits bàsics de manipulació i seguretat en el laboratori, del fonament d'operacions bàsiques o instrumentació a utilitzar.

Paraules clau

Experimentació química, Hàbits i tècniques, Material digital

Catalogació

-ús de metodologies docents actives

-integració de les competències transversals definides per la UPC: aprenentatge autònom

Àmbit o matèria

Experimentació en química

Destinatari

El material va adreçat a alumnat de primers cursos universitaris, per assignatures d'Experimentació en química i Enginyeria química de qualsevol titulació de la UPC. En alguns casos també pot ser apte per alumnat de Batxillerat.

Aquest projecte s'ha portat a terme en col·laboració entre professorat, personal d'administració i serveis i becaris de diversos centres i departaments de la UPC, integrats en quatre Campus diferents.

6 Centres participants

- Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM)
- Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB)
- Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa (ETSEIAT)
- Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB)
- Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (EUETIT)
- Escola Universitària d'Òptica i Optometria de Terrassa (EUOOT)

3 Departaments participants

- Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals
- Departament d'Enginyeria Química
- Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica

L'equip humà que, de manera directa o com a col·lectiu de suport, ha dut a terme les tasques associades al desenvolupament del projecte, es pot resumir com s'indica a continuació:

- 12 membres PDI
- 9 membres PAS (Laboratoris, Centre de càlcul i Factories de recursos docents)
- 8 becaris i becàries (4 amb beca)
- Equip de filmació
- Equip de doblatge
- Serveis de llengües i terminologia de la UPC

Atès que l'acció afecta a diverses titulacions de la UPC, en les que hi intervé més professorat que el que ha portat a terme el projecte i que en aquests moments estan convivint dos plans d'estudi, es va plantejar en el moment de sol·licitar el projecte que l'impacte directe podia ser del següent ordre:

Nombre de PDI: 76:

Nombre d'alumnat: 1981

Nombre d'assignatures: 26

Atès que durant el curs actual, en molts dels centres participants en aquest projecte, han conviscut les noves titulacions de Grau amb les de Plans d'Estudi anteriors, apareixen assignatures de tots dos escenaris, si bé, majoritàriament, la implementació s'ha dut a terme en els nous estudis de Grau. La relació d'assignatures i titulacions en què s'han utilitzat aquests materials durant el primer quadrimestre del curs 2009-10, han estat:

Assignatures:

- Química
- Química Aplicada als materials Òptics i Ciències Visió
- Fonaments químics a l'enginyeria
- Experimentació en química II

Titulacions:

- Grau en Enginyeria Mecànica
- Grau en Enginyeria Elèctrica
- Grau en Enginyeria Electrònica i Automàtica
- Grau en Enginyeria Química
- Grau en Enginyeria de Recursos Minerals
- Grau en Enginyeria de l'Energia
- Grau en Enginyeria Biomèdica
- Grau en Enginyeria de Tecnologia i Disseny Tèxtil
- Diplomatura d'Òptica i Optometria
- Enginyeria Química
- Enginyeria Tècnica de Mines
- Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat Química Industrial
- Enginyeria Industrial
- Enginyeria Aeronàutica

Aquestes titulacions s'imparteixen en els centres que s'han indicat més amunt. Si bé fins a gener de 2010, el nombre total d'estudiants/es de la UPC que han visualitzat aquests vídeos, és superior a 1000, tan bon punt entrin en funcionament els estudis de Grau a tots els centres de la UPC, aquest nombre augmentarà significativament.

Resultat

Desenvolupament del projecte

Una vegada realitzada la selecció de continguts, es van distribuir les produccions a realitzar en funció de les preferències de cada Campus que hi ha intervingut, anomenant un responsable de Campus que ha coordinat les tasques de la resta de professorat. D'aquesta forma, el disseny del pla de treball s'ha elaborat classificant les produccions, tant les de llarga durada com els vídeos més curts, en tres grans grups, associats a la categoria del contingut. En principi s'havia optat per produir filmacions sobre hàbits, seguretat als laboratoris i tècniques bàsiques, però posteriorment també es va creure oportú afegir-hi alguna producció sobre tècniques més avançades:

- I. Tècniques bàsiques d'experimentació en química (Campus Manresa i Campus Terrassa):
- Mesura de massa (pesada directa i pesada per diferència)
 - Mesura de volum
 - Preparació de dissolucions (solut sòlid, solut líquid)
 - Mètodes volumètrics: volumetries àcid-base
 - La filtració (a pressió atmosfèrica i al buit)
 - La centrifugació
 - La destil·lació (simple i fraccionada)
 - L'extracció (líquid-líquid i sòlid-líquid)
 - La reacció química (en tub d'assaig)
 - Neteja de material de vidre
 - Glossari de material de laboratori
- II. Seguretat en els laboratoris de química (Campus Barcelona Urgell):
- Normes generals de seguretat al laboratori
 - Emmagatzematge de productes químics al laboratori
 - Manipulació de productes químics al laboratori
 - Gestió de residus químics al laboratori (I) Classificació de residus
 - Gestió de residus químics al laboratori (II) Manipulació de residus
 - Actuacions en cas d'emergència al laboratori
- III. Tècniques avançades d'experimentació en química (Campus Barcelona Sud i Campus Manresa):
- Espectrofotometria d'absorció molecular (UV-Visible)
 - Espectrofotometria d'absorció atòmica
 - Cromatografia I (de capa prima)
 - Cromatografia II (Cromatografia de gasos / espectrometria de masses)

Feta la selecció de produccions es va optar per les filmacions com a format idoni per dur-les a terme, de manera que, a partir d'una imatge d'elevada qualitat es poguessin veure els detalls del procés. Un punt molt clar del projecte ha estat que es farien produccions de curta durada (entre 4 i 10 minuts). Tot i així, per a produccions més estàtiques o bé per aquelles en què l'usuari pugui triar el ritme d'observació, s'ha considerat l'opció del document multimèdia. Aquest ha estat el cas del glossari de material de laboratori, o la descripció de tècniques avançades com l'espectrofotometria ultraviolat-visible i la d'absorció atòmica.

Finalment es va veure la necessitat de realitzar les produccions en dos idiomes: català i castellà, per tal de donar al projecte una major projecció, tot garantint la difusió dels continguts al major nombre possible d'usuaris.

Un aspecte fonamental, de cara a la uniformitat del projecte, ha estat seguir per a totes les produccions un mateix format de guió, que ha estat lliurat a la persona que coordinava les tasques a cada Campus per tal de supervisar els continguts entre tothom. Finalment s'han enviat els guions al Servei de

Llengües i Terminologia, per tal de garantir una correcta utilització del llenguatge.

A partir d'aquí s'ha executat l'experiment en el laboratori per controlar la durada, identificar el material necessari i comprovar que el desenvolupament de l'activitat és possible en les condicions indicades.

Finalment s'ha realitzat la filmació. En aquest apartat s'ha tingut molt clar que es volia un tipus de filmació força diferent al que s'havia vist en les produccions ja existents. És per això que els documents filmats contenen un gran nombre de plans curts, que permeten la captura d'imatges en primer pla, per minimitzar el risc d'obsolescència, ja que la forma de vestir i l'aspecte de les persones és el que més delata l'edat d'una filmació.

A la Figura 1 es mostra un exemple d'imatge d'una filmació, i a la Fig. 2 el resultat d'una producció multimèdia.



Fig. 1. Imatges de la filmació de La filtració.

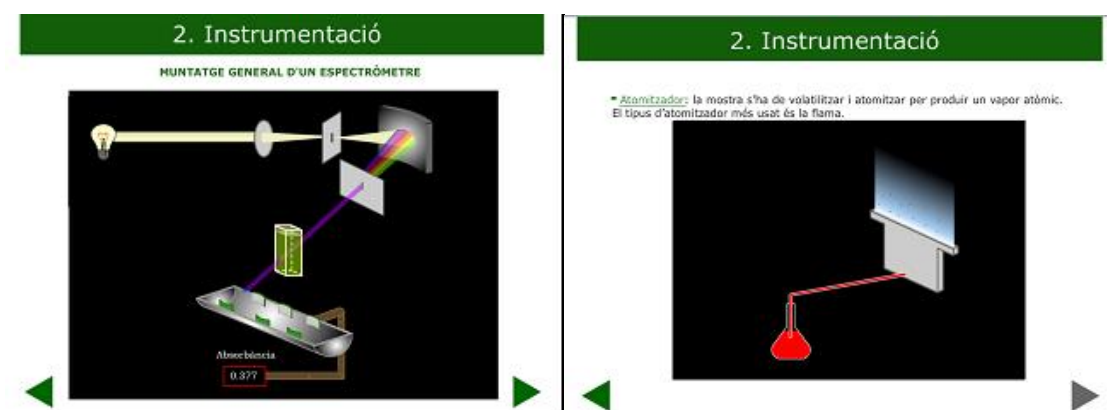


Fig. 2. Produccions multimèdia de l'Espectrometria d'absorció molecular (UV-Visible) i de l'Espectrometria d'absorció atòmica.

Allotjament de les produccions a UPCommons

Per tal que quedi garantit l'abast dels documents per a tota la comunitat universitària i de la societat en general, tot el material produït s'ha allotjat dins el portal d'accés obert al coneixement de la UPC, UPCommons, que garanteix adreces permanents.

Concretament els materials s'han allotjat en dos apartats:

- Videoteca/Grup de Recursos per a la didàctica de la química: espai que conté les produccions en format filmació (fig. 3). Dins aquest apartat, els vídeos s'han classificat en tres apartats per tal de que l'usuari els localitzi amb més facilitat:
 - Seguretat al laboratori
 - Tècniques bàsiques al laboratori
 - Tècniques avançades al laboratori



Fig. 3. Imatge de com apareixen els vídeos a la Videoteca de UPCOMMONS:

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

- Materials docents UPCOpenCourseware. En aquest apartat el material es troba dins de ICE/RIMA/GReDiQ (fig. 4), i s'hi troben produccions multimèdia (Flash) i recursos web (<http://descartes.upc.es/adminmat/grediq/index.php?ap=0>). Aquesta darrera és la que correspon al Glossari de Material de Laboratori.



Fig. 4. Aspecte del material multimèdia dins de Materials docents a la UPCOMMONS:

http://upcommons.upc.edu/ocw/gestor/index.php?propia=yes&id_assig=410-1055-ICE002&idcentre=410&idtit=1055

Avaluació del projecte

Els indicadors d'avaluació s'agrupen en les enquestes efectuades a l'alumnat, i d'altra banda en el nombre de descàrregues de cada producció comptabilitzades a UPCommons i CanalUPC.tv.

L'avaluació dels primers resultats s'ha efectuat durant el segon quadrimestre del curs 2008-09 (maig de 2009) mitjançant una enquesta d'avaluació dels coneixements previs de química (tècniques bàsiques i normes de seguretat) de l'alumnat, abans i després de la seva visita al laboratori per tal de determinar l'efecte del material audiovisual a la realització de les sessions pràctiques. A aquesta enquesta es pretenia avaluar, bàsicament, els coneixements previs, abans d'entrar en un laboratori de química de la universitat, quant a material de laboratori, tècniques bàsiques de laboratori i hàbits i normes de seguretat. Simultàniament, es demanava opinió sobre el tipus de material utilitzat per iniciar-los en els diferents temes (format paper, format vídeo, multimèdia ...).

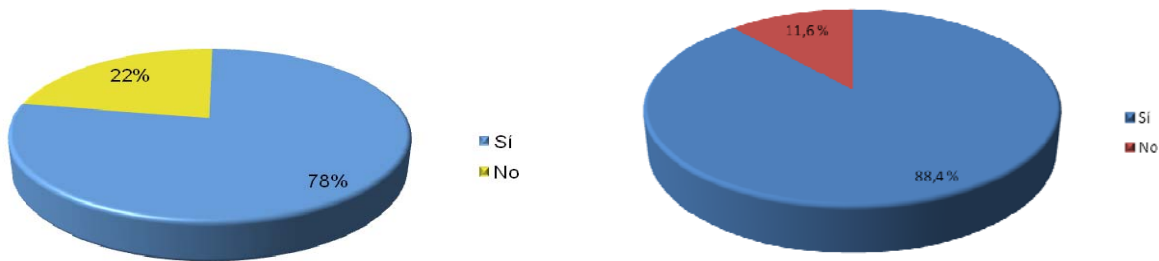
Els resultats de les diferents qüestions de l'enquesta formulada el maig de 2009 mostren que més de la meitat de l'alumnat si que identifica el material més elemental de laboratori, però aquesta proporció s'inverteix en el cas de material més específic, com és el cas del Kitasato o refrigerant. Així mateix es pot arribar a la conclusió que un percentatge elevat sap utilitzar el material elemental de laboratori i coneix les normes bàsiques. L'anàlisi de les respostes posa en evidència que una proporció molt elevada ha utilitzat alguna vegada la tècnica de la filtració o ha preparat dissolucions. En canvi el coneixement de tècniques bàsiques com la centrifugació o l'extracció és molt baix. En les respostes també s'evidencia que en una proporció major del 50 % si que reben informació bàsica de laboratori, però en concret sobre tècniques bàsiques de laboratori, el percentatge és menor. En quant al format, en general, és més habitual en paper.

La mateixa enquesta es fa formular de nou pels estudiants del curs 2009-10 (desembre de 2009) que ja havien utilitzat els materials elaborats en aquest projecte. Els resultats han estat similars als obtinguts al maig en quant a les preguntes de la 1 a la 8. On hi ha hagut diferències significatives és en les preguntes 9 i 10:

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

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".

A les Figures 5 i 6 es poden avaluar les diferents opinions.



(a) (b)
Fig. 5. Resultats de la pregunta 9. (a) Maig de 2009, (b) Desembre de 2009.

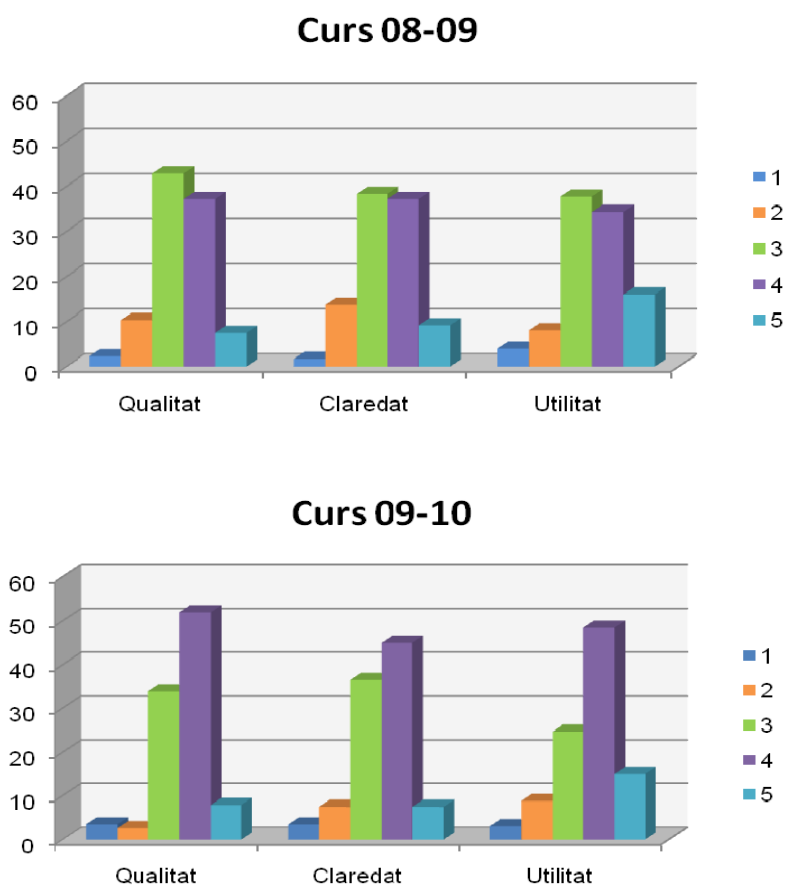


Fig. 6. Resultats a la pregunta 10 abans i després d'haver utilitzat el material.

Es comprova com el percentatge en la resposta afirmativa s'ha incrementat de forma important (un 88,4 % enfront d'un 75 %). També s'observa un canvi important en l'opinió de l'alumnat, ja que s'han incrementat significativament les respostes amb valoració 4 respecte a les valorades amb 3.

Un altre paràmetre que ens ha permès determinar l'acceptació del material produït és el nombre de descàrregues de les diferents produccions. Un avantatge de tenir els vídeos allotjats a UPCommons és el control del volum de

descàrregues, així com el lloc de l'usuari que fa la descàrrega, a fi de distingir entre usuari-UPC i usuari-NO UPC.

A la figura 7 es poden veure les estadístiques de les descàrregues realitzades en el període comprés entre setembre de 2009 i gener de 2010 (un total de 7862), classificades per idioma. Un 42 % s'han descarregat en català i la resta en castellà, els dos idiomes en que s'han produït els vídeos.

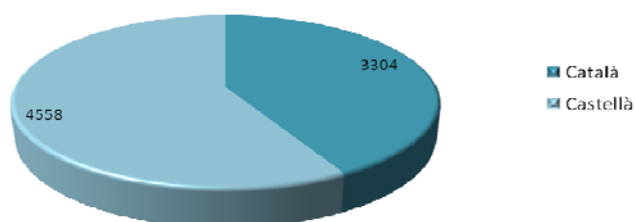


Fig. 7. Estadístiques de descàrrega setembre 2009 - gener 2010, per idioma.

A la figura 8 s'indica els llocs de parla catalana i hispana que més descàrregues han efectuat.

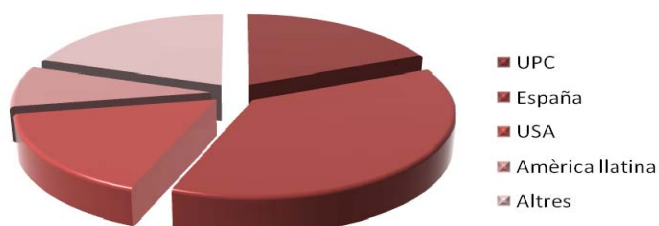


Fig. 8. Països que més han consultat els vídeos, setembre 2009 - gener 2010.

Tal com es pot observar es distingeixen a part les descàrregues efectuades des de la UPC, que no vol dir per alumnat de la UPC, sinó des de la nostra universitat.

Val a dir que UPCommons també porta un control dels 75 vídeos més vistos el darrer mes. S'ha anat seguint aquest control, i gairebé cada mes dins d'aquests 75 vídeos, uns 15 corresponen a produccions del GReDiQ.

L'anàlisi de visualització dels vídeos produïts en aquest projecte, permet observar quins han estat els documents més descarregats (fig. 9). A la fig. 10 es recull el volum de descàrregues totals enregistrades en els 5 mesos en què s'ha fet el seguiment, i s'ha detectat que en els mesos d'activitat "normal" (octubre, novembre i gener) el volum de visualitzacions i descàrregues es manté sempre en un nivell proper a les 2000 descàrregues/mes, mentre que als mesos de setembre i desembre el valor és menor, coincidint amb mesos que contempen períodes de vacances.

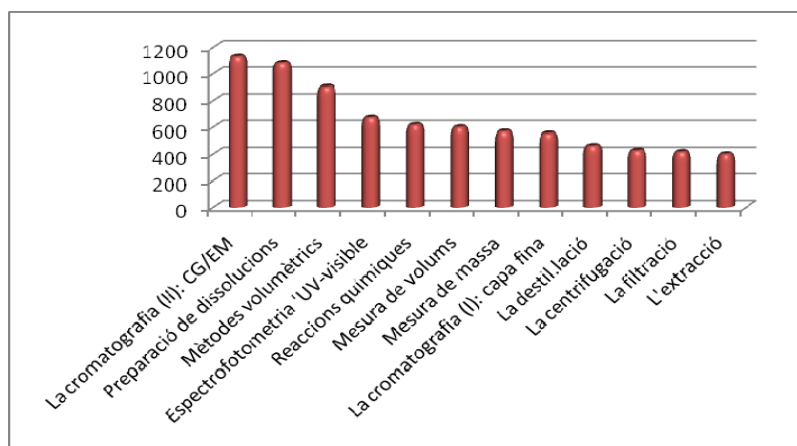


Fig. 9. Classificació dels vídeos segons volum de descàrregues.

Alguns vídeos no apareixen a les estadístiques, ja que es van penjar a UPCommons abans o més tard. S'ha preferit per a portar a terme la comparació indicar només els que han estat a la xarxa aquests cinc mesos. En aquest sentit el nombre de descàrregues, si es tenen en compte a més a més els materials col·locats a UPCommons a l'aparat de "Materials docents" i els mateixos vídeos penjats a Canal UPC.tv, superen les 9000 descàrregues, en aquests cinc mesos

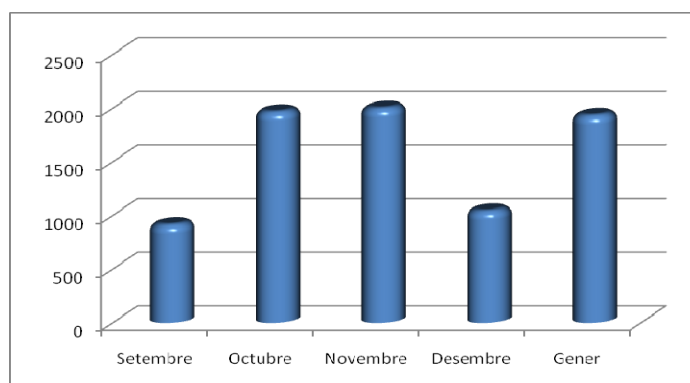


Fig. 10. Classificació de les descàrregues per mesos.

Conclusions

Els objectius inicials s'han aconseguit, tant des del punt de vista del professorat com de l'alumnat. El material elaborat, al professorat li permet introduir aspectes metodològics específics relatius al disseny experimental i a l'alumnat identificar qüestions o dubtes sobre els procediments, tècniques o instruments amb els que es desenvoluparà l'activitat posterior a més d'afavorir l'adquisició de competències genèriques com el coneixement de normes de seguretat, la utilització de tecnologies TIC entre d'altres.

La resposta de l'alumnat i el nombre de descàrregues a UPCommons ens han indicat que la previsió prèvia de que feia falta material en aquest format ha quedat totalment confirmada.

L'evolució en les respostes de l'alumnat respecte a la qualitat del material utilitzat en les sessions pre-laboratori ha confirmat que el material elaborat ha millorat significativament la qualitat, respecte al que existia. Concretament el canvi més important ha quedat reflectit en la resposta a la pregunta: "9. Creus que aquest material previ et va ser d'utilitat per desenvolupar-te més als laboratoris de Química?", ja que ha augmentat significativament el percentatge de respostes afirmatives.

Com a conclusió final es pot dir que el projecte és extrapolable a altres disciplines de la UPC. Ha estat una experiència en la disciplina d'experimentació en química totalment aplicable a altres matèries. L'esforç conjunt del professorat de diferents centres que té una problemàtica comú, ha donat uns bons resultats per a la seva resolució. Ha estat fonamental la voluntat integradora del professorat de diferents centres i de diferents campus per tal de produir un material uniforme conjuntament.

Referències/més informació

Bibliografia

- <https://www.upc.edu/rima>
- A. Galan Giró, *Anàlisi de documents audiovisuals des de la didàctica de la química*, Tesi Doctoral Universitat de Barcelona (2006) (<http://www.tdx.cat/TDX-0302106-091528>)
- E. Dale, *Audio-visual methods in teaching*, Holt, Rinehart and Winston, New York (1963).
- 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)
- Caspi; P.Gorsky; M. Privman, Viewing comprehension: Students' learning preferences and strategies when studying from video. *Instructional Science*, **2005**, Vol. 33, No. 1, 31-47.
- G. Jiménez y A.Llitjós, *Educación química*, **2006**, Vol. 17,158-163.
- G. Pintó, *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, **2001**, 29-36
- 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) (<http://hdl.handle.net/2117/6263>).
- P.Simo; N.Salán; V.Fernandez;I.Algaba; M.Enache;A. Suñe; 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).
- B.Amante; P.Simo; I.Algaba; V. Fernandez; S.Rodríguez; M.Rajadell; D.Garcia; N.Salán, M. Enache; M.Albareda; E.Bravo;A.Suñe; P.Serrano, Introducción de "Vídeos de bajo coste" para la enseñanza enfocados en la

semi-presencialidad. VI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Madrid (2009).

Mitjans de difusió del projecte

La difusió del projecte s'ha realitzat tant per connexions a diferents pàgines d'internet (centres, departaments, GReDiQ, etc.) com per publicacions d'articles i ponències en congressos i jornades, nacionals i internacionals.

Connexions a pàgines d'internet

En aquest moment el projecte disposa d'enllaços des d'UPCommons, des de diferents centres i departaments de la pròpia UPC, des de l'espai del GReDiQ, a RIMA i també des d'altres entitats relacionades amb la recerca i l'ensenyament:

UPCommons - Videoteca

<http://upcommons.upc.edu/video/handle/2099.2/1040>

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

UPCommons-Materials docents-UPCOpenCourseware

http://upcommons.upc.edu/ocw/gestor/index.php?tota=yes&id_assig=410-1055-ICE002&idcentre=410&idtit=1055

CanalUPC.tv

<http://www.canalupc.tv/channels/materials-per-al-coneixement>

ICE-UPC

<http://www.upc.edu/ice/professorat-no-universitari/recursos-didactics>

ICE-RIMA-GReDiQ

<https://www.upc.edu/rima/grups/quimica/activitats-del-grup-1/>

Universia

http://biblioteca.universia.net/html_bura/vernivel/params/nivel/23/start/460.html

*XTEC - CSIRE – CEDEC – Generalitat de Catalunya – Departament d'educació
Centre de documentació i experimentació en ciències*

<http://www.xtec.cat/cdec/portada.htm>

*FUNDACIÓ CATALANA PER A LA RECERCA I LA INNOVACIÓ - Programa
IMAE (Innovació en Metodologies per a l'Aprenentatge i l'Ensenyament)*

<http://imae.wikispaces.com/UPC-qu%C3%ADmica>

Publicacions d'articles i ponències en congressos i jornades

- Jornada d'Innovació docent UPC 2009 - Barcelona: Presentació del Grup d'interès GReDiQ dins de la plataforma RIMA, i exposició dels treballs que s'estan portant a terme: Material docent en format digital per a assignatures

- d'experimentació en química, com a exemple del que es pot aconseguir a través dels grups d'interès, aglutinant esforços de diferents Campus de la UPC. *M. Dolors Grau* (<http://hdl.handle.net/2099/7206>)
- Jornada sobre la química como materia básica de los Grados de Ingeniería – UPM 2009 - Madrid: Técnicas básicas de experimentación en química. *M. Dolors Grau y Roser Gorchs* (http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/actividades/libro_2009.pdf)
 - Jornada d'Innovació Docent UPC 2010 - Barcelona: Presentació dels resultats del Projecte de la Millora de la Docència UPC-2008: Material docent en format digital per a assignatures d'experimentació en química. *Grau, M. Dolors; Gaus, Ester; Martínez, Maria; Calvet, Aureli; Salán, Núria; Farran, Adriana; Gorchs, Roser; Alvarez, M. Dolors; Garrido, Núria; Morillo, Margarita; Almajano, M. Pilar; Cardona, Anna*
 - Séptimo Simposio Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática: SIECI 2010 – Orlando – Florida - EEUU: Producciones digitales para la fase pre-laboratorio de experimentación en química. *M. Dolors Grau; Aureli Calvet; Adriana Farran; Roser Gorchs; Ester Gaus; María Martínez; Núria Salán*
 - Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación: CIDUI 2010 – Barcelona: Material docente en formato digital para asignaturas de experimentación en química de la UPC. *Grau, M. Dolors; Gaus, Ester; Martínez, Maria; Calvet, Aureli; Salán, Núria; Farran, Adriana; Gorchs, Roser; Alvarez, M. Dolors; Garrido, Núria; Morillo, Margarita; Almajano, M. Pilar; Pardo, Patricia; Calafell, Margarita; Graells, Moisès; Cardona, Anna*