
PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA
2008

Experiència de pràctiques personalitzades i xerrades professionals en el màster interuniversitari en fotònica.

*Professor responsable: Santiago Royo Royo
santiago.royo@upc.edu*

Professorat que ha intervingut Ramon Vilaseca, Ferran Laguarda, Carles Pizarro, Crina Cojocar, Josep Trull, José Lázaro, Josep Prat, Gaspar Orriols, Ignasi Juvells

Tipus d'ajut rebut: UPC_2008

Data de la comunicació de resultats: 11.12.2009

Resum

S'ha posat en funcionament una doble estratègia innovadora orientada a potenciar competències transversals en el Màster en Fotònica. Per una banda, s'ha engegat una assignatura de pràctiques personalitzades, que permet ajustar les pràctiques disponibles als diferents perfils dels estudiants (segons la formació prèvia però també segons els seus interessos). Així, els estudiants poden triar entre cinc de les tretze sessions pràctiques de vuit hores cadascuna que s'oferten, seleccionant de entre la oferta disponible per part de tots els grups de recerca que donen suport al màster aquelles pràctiques que poden potenciar més el seu procés d'aprenentatge. Per una altra banda, s'ha reforçat el caràcter pràctic de la titulació potenciant l'esperit emprenedor dels estudiants mitjançant una sèrie de xerrades de persones actualment en l'àmbit empresarial de la Fotònica per acostar l'estudiant a aquest món. Les dues experiències han estat un èxit i tenen una valoració molt positiva per part de professors i estudiants, en un clar exemple de coordinació entre els interessos dels estudiants i el desenvolupament de competències transversals no "convencionals" en plans d'estudi anteriors al plantejament de Bolònia.

Paraules clau

Pràctiques personalitzades, emprenedoria, xerrades professionals, competències transversals

Catalogació

-pràctiques professionalitzadores
-desenvolupament de competències
-integració de les competències transversals definides per la UPC: emprenedoria i innovació; sostenibilitat i compromís social; tercera llengua; comunicació eficaç oral i escrita; treball en equip; ús solvent dels recursos d'informació; aprenentatge autònom

Àmbit o matèria

Pràctiques de laboratori, empenedoria, competències transversals

Destinatari

Estudiants del màster en fotònica, i dels programes de doctorat relacionats amb el programa (set programes de doctorat de diferents universitats) que cursin crèdits en el màster. Photonics laboratory és una assignatura troncal de pràctiques que cursen tots els estudiants que fan el màster. Photonics and business es una optativa semi-obligatòria que cursa la majoria dels estudiants del màster.

Resultats

a) Introducció: El Màster Interuniversitari en Fotònica

El curs 2007-2008 va engegar-se el Màster Interuniversitari en Fotònica. La Fotònica és una nova tecnologia d'àmbit transversal i amb grans capacitats tecnològiques, que inclou camps tan diversos com l'òptica clàssica, la enginyeria òptica la òptica no lineal o la física quàntica més avançada. Ha estat recentment reconeguda per la Unió Europea com una de les cinc "enabling technologies" del segle XXI [1].

A Catalunya es va detectar l'existència d'una voluntat d'engegar ensenyaments parcialment relacionats amb la Fotònica en les principals universitats del territori, tant en la Universitat Politècnica de Catalunya, com en la Universitat Autònoma de Barcelona, com en la Universitat de Barcelona, així com en l'Institut de Ciències Fotòniques. Les quatre institucions van acordar, després d'una sèrie d'anades i tornades vinculades a les modificacions normatives que s'anaven introduint, una proposta conjunta de titulació i pla d'estudis que s'ha implementat des de llavors i s'ha acreditat davant l'ANECA, finalment en el format de màster de 60ECTS amb un projecte de final de màster de 25ECTS que es desenvolupa durant el tercer trimestre del curs.

Dins el disseny original de la titulació ja es van contemplar tres àrees de competència "no convencional" pels estudiants del màster en Fotònica, que es van valorar com aportacions imprescindibles al currículum dels estudiants:

- El màster s'impartiria en anglès en la seva totalitat, desenvolupant en profunditat la competència de tercera llengua. El coneixement de terceres llengües és una prioritat reconeguda de totes les universitats, possibilita la incorporació d'estudiants internacionals (actualment al voltant del 30% dels estudiants de cada edició no són de nacionalitat espanyola, i la majoria no hispanoparlants) i els grups de recerca que donen suport al màster estan totalment internacionalitzats.
- El màster estaria clarament orientat a desenvolupar competències de treball en laboratori, que es desenvoluparien en el marc d'una assignatura de pràctiques i també en unes setmanes d'activitats que

tindrien lloc durant una setmana després de cada bloc de les primeres cinc setmanes de classe més convencional.

- El màster tindria una clara vocació d'estímul de l'emprenedoria i la innovació professional. El retorn a la societat en forma de tècnics ben formats amb capacitat de generar riquesa, incorporats al mercat de treball del país, era una prioritat dels estudis.

Aquestes competències eren transversals a totes les assignatures del màster, com es comprova en el fet que totes les assignatures tenen una finestra per incloure activitats pràctiques en les esmentades "setmanes d'activitats", o en el desenvolupament de la totalitat del màster en anglès. Per reforçar aquesta component de desenvolupament de competències, però, en el pla d'estudis es va considerar important incloure un "bloc transversal", que inclouria matèries específiques en redacció i comunicació en anglès científic (*Transversal skills*), i emprenedoria (*Photonics and business*). Una tercera matèria tècnica transversal relacionada amb computació (*Computing in photonics*) completava aquest bloc de matèries transversals, de 2.5 crèdits cadascuna. L'estudiant ha de cursar dos de les tres assignatures esmentades. Aquest enfoc transversal ha donat lloc a comunicacions en congressos d'àmbit internacional [2].

Adicionalment, i dins l'assignatura de *Photonics laboratory*, es va detectar l'oportunitat que oferia el fet de tenir els laboratoris de pràctiques de tres universitats en titulacions molt diferents (Física a la UB i la UAB, Òptica i Optometria, Enginyeria de Telecomunicacions i Enginyeria Industrial a la UPC), combinats en més d'una desena de laboratoris de recerca de primera línia en tots els àmbits del màster.

b) Experiència de pràctiques personalitzades

L'oportunitat que oferia l'existència d'una gran varietat de pràctiques potencials disponibles relacionades amb la Fotònica per titulacions diverses oferia la possibilitat de fer un itinerari a mida pels interessos i capacitats de cada estudiant. Es tractava d'una potencialitat que calia coordinar a partir de les aportacions que cada institució posés a disposició del màster. Només calia inventariar les principals pràctiques, relacionar-les temàticament, i classificar-les en quant a participació de l'estudiant (sessions pràctiques participatives o demostratives) i en quant a nivell de formació prèvia (introductor, intermedi o avançat). Es tractava, doncs, de coordinar el professorat de quatre institucions i de diferents grups dins de cada institució, i de complementar amb petit equipament aquelles que fossin excessivament bàsiques per tal de portar-les al nivell exigít per un màster d'excel·lència.

Tot i l'esforç de coordinació que ha requerit aquesta combinació de grups i laboratoris, els estudiants a partir del curs 2008-2009 han disposat de la possibilitat de realitzar 5 pràctiques de 8 hores cadascuna, en els marcs horaris que detalla la Taula 1. Cada pràctica

s'ha desenvolupat en dues sessions separades en dos dies de la setmana, de quatre hores cadascuna, en les cinc setmanes d'activitats definides al llarg del curs. Cal esmentar que la implementació d'aquestes setmanes d'activitats va ser objecte d'un altre projecte d'innovació docent desenvolupat satisfactòriament en la convocatòria 2007 [3]. Les dues sessions es desenvolupaven en dies consecutius (dijous i divendres) i en general era possible ajustar els continguts desenvolupats en la sessió en funció dels coneixements previs dels estudiants. L'èxit de l'experiència ha aconsellat repetir aquesta distribució en el curs actual, com pot veure's en la segona part de la taula, on s'indica la distribució de les pràctiques en el curs actual. L'única modificació, a petició dels estudiants, va ser el separar les dues sessions atenent a que en les enquestes que es fan des de la direcció del màster es va valorar que el fer-les en dies consecutius dificultava la comprensió dels continguts, ja que es preferia deixar uns dies entremig per donar temps per treballar a fons els continguts de cada sessió.

Taula 1: Franges horàries de realització de sessions pràctiques en els cursos 2008-2009 i 2009-2010

Curs 2008-09		
Sessió 1	05 Nov 2008	06 Nov 2008
Sessió 2	18 Dec 2008	19 Nov 2008
Sessió 3	08 Gen 2009	09 Gen 2009
Sessió 4	19 Feb 2009	20 Feb 2009
Sessió 5	02 Abr 2009	03 Abr 2009
Curs 2009-10		
Sessió 1	01 Nov 2009	05 Nov 2009
Sessió 2	14 Dec 2009	18 Nov 2009
Sessió 3	15 Feb 2010	19 Feb 2010
Sessió 4	29 May 2010	01 Abr 2010
Sessió 5	16 Abr 2010	23 Abr 2010

Cadascun dels 32 estudiants nous del màster el curs 2008-09 va poder triar 5 de les 13 sessions pràctiques que es detallen en la Taula 2. Aquests estudiants provenien de 11 països diferents, 6 d'ells de fóra de la Unió Europea, i completaven fins a 10 titulacions diferents de diversos orígens i nivells, de l'enginyeria (electrònica, telecomunicacions) a les ciències bàsiques (especialment física i matemàtiques, tant a nivell de grau com de llicenciatura) passant per l'optometria.

El llistat de pràctiques detectat i proposat als estudiants des de la intranet docent de la UPC [4] es presenta a la Taula 2. Aquest llistat es presenta als estudiants amb anterioritat a una primera reunió en que es presenta l'assignatura, i s'intenten encaixar els interessos dels alumnes, les capacitats a priori esperables de la seva titulació, i una distribució tan uniforme com és possible dels estudiants entre les pràctiques, per evitar acumulacions d'estudiants en algunes pràctiques més atractives que

d'altres. Tot i que el treball inicial és important, ja que es tracta d'una distribució a generar pràcticament persona a persona, s'ha de dir que l'àmplia oferta d'assignatures ajuda a aconseguir una distribució satisfactòria per tothom. Durant que cada sessió dura quatre hores i és la única activitat del màster en aquell dia, el fet de tenir una dispersió significativa de les pràctiques en el territori no suposa un problema important.

Taula 2: Llistat de pràctiques, amb detall de la seva ubicació

Nom	CAMPUS
1. Interference & coherence (1)	Campus UAB
2. Interference & coherence (2)	Campus UB
3. Diffraction	Campus UB
4. Polarization & polarizing materials	Campus UAB
5. Light-matter interaction phenomena	Campus UAB
6. Active and nonlinear optical media	UPC-ETSEIAT
7. Optical instruments	Campus UB
8. Photoemitters & photodetectors	UPC – ETSEIAT
9. CCD measurements	UPC – CD6
10. Optical fibers: hands-on & characterization	UPC – Campus Nord
11. Optical fiber transmission: network & devices	UPC – Campus Nord
12. Optical fiber communication systems	UPC – Campus Nord
13. Optical image processing	UPC – EUOOT

Finalment, més enllà de la coordinació general de l'assignatura, és va fer evident que era necessari un coordinador local per part de cadascuna de les institucions i grups participants, i una informació concreta i coherent per oferir als estudiants. Aquesta informació, i els coordinadors locals, es detallen als estudiants en la presentació de l'assignatura per tal que serveixi de punt de contacte als estudiants, que a l'inici de les sessions requereixen de certa orientació (típicament de mobilitat: transports públics a cada Campus, aparcament, entrega de resultats, etc.). Les adreces dels diferents campus i els correus electrònics de les persones de contacte pels cursos 2008-09 i 2009-2010 es presenten en la Taula 3.

Amb els recursos procedents d'aquest projecte d'innovació es va adquirir material per complementar tres pràctiques ja existents, en especial la pràctica 8 (adquisició d'un espectròmetre per fer mesures fotomètriques espectrals, i d'un mesurador de distàncies làser) i la pràctica 13 (adquisició d'una càmera Stringray per aplicacions de processat d'imatge digital). Aquestes pràctiques, que provenien de pràctiques d'estudis de grau, han vist molt millorada la seva qualitat, i en especial la de l'equipament que s'hi utilitzava. Volem destacar la petita inversió que ha estat necessària per adequar les tretze pràctiques existents a nivell de grau i llicenciatura per passar-les a un nivell digne de màster, evidentment susceptible de possibles millores.

Taula 3: Informació als estudiants: ubicació de les practiques i coordinador

Nom	Adreça	Coordinador local
Campus UAB	Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) Laboratori d'òptica C3/-116 Grup d'Òptica Facultat de Ciències Campus de Bellaterra	Prof Gaspar Orriols
Campus UB	Universitat de Barcelona (UB) Facutat de Física de la Universitat de Barcelona Edifici Aulari de Física. Laboratori A31L C/ Martí i Franquès 1	Prof. Ignasi Juvells
UPC Campus Nord	Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) Campus Nord. Building D5, Laboratori D5-001 (Línea de edificios más alta del campus, junto a c/ Sor Eulalia de Anzizu) Laboratorio D5-001 Campus Nord, Barcelona	Prof. José Lázaro
UPC Campus Terrassa ETSEIAT	Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) - ETSEIAT Laboratorio de láseres ETSEIAT, building TR5, underground, room S37 Departament de Física i Enginyeria Nuclear Colom 11 Terrassa.	Prof. Crina M.Cojocar
UPC Campus Terrassa CD6	Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) – CD6 CD6, building TR11, first floor, laboratorio 12. Rambla Sant Nebridi 10 Terrassa.	Prof Carles Pizarro
UPC Campus Terrassa EUOOT	Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) – EUOOT Laboratorio de procesado de imágenes Building TR8, floor 0, room 048. Violinista Vellsolá 37 Terrassa.	Prof Elisabet Pérez

En l'actualitat l'experiència es dona per consolidada, i s'està plantejant l'extensió del nombre de pràctiques implicades per cobrir més camps d'especialització. Això possiblement impliqui la necessitat d'altres vies de finançament, però més en la filosofia de la millora contínua dels estudis, ja que la qualitat actual de les sessions pràctiques ha quedat assegurada, com reflecteixen les enquestes internes que es fan des de la direcció del màster als estudiants de cada assignatura.

c) **Experiència de xerrades professionals**

La competència transversal d'emprenedoria, com s'ha dit, es considera una de les claus del futur èxit del màster en quant a la seva qualitat i al

seu retorn cap a la societat. Existeixen a Catalunya fins a 6 empreses spin-off de centres de recerca relacionats amb la òptica i la fotònica, procedents de dos centres vinculats amb la UPC i implicats en el màster (l'Institut de Ciències Fotòniques –ICFO- i el Centre de Desenvolupament de Sensors, Instrumentació i Sistemes –CD6-, que ha desenvolupat al llarg de la seva història un total de 5 companyies spin-off). Existeixen, per aquesta raó, sòlides relacions amb les institucions locals vinculades al món de l'emprenedoria.

Per aquesta raó, es va encarregar a un professor del CD6, a la vegada professor i emprenedor, la preparació de l'assignatura Photonics and Business. En Ferran Laguarda, fundador de la spin-off de la UPC Sensofar SL, va proposar a l'equip de direcció del màster la preparació d'una assignatura en que els estudiants elaboressin un pla de negoci relacionat amb la seva expertesa en fotònica, a la vegada que rebien formació aplicada per part d'especialistes del món de l'empresa. La idea es va portar a la pràctica parcialment amb el suport del màster, i parcialment amb la col·laboració dels ponents implicats. La Taula 4 mostra el llistat de xerrades impartides durant el curs 2008-09 en l'assignatura *Photonics and Business*. Les xerrades cobreixen aspectes diferents de l'emprenedoria per personal que s'ha trobat amb problemes reals en l'exercici de la seva activitat professional. S'han inclòs temes des del finançament al màrqueting, passant per la propietat intel·lectual.

Invited Speaker	Subject of the talk	Date
Gerald Nitsch	From Idea to Enterprise. Critical Success Factors. Case Study: Mikropack and Ocean Optics	19.01.09
David Castrillo	Organization of a technology based company. Case Study: Hamamatsu	21.01.09
Sara Otero	Strategic and Product Marketing Case Study: Radiantis	26.01.09
Carles Puente	Overview of Intellectual Property (IP) protection Case Study: Fractus	02.02.09
Ramon Morera	Gathering Resources. Venture Capital. Case Study: Innova 31	04.02.09
Xavier Ferras	Regional Economic Development Case Study: Photonics Cluster	11.02.09

El nivell de participació d'estudiants en els darrers anys, el interès dels estudiants en les xerrades (sovint el nombre de qüestions que es plantegen és molt elevat i de gran qualitat) ha mostrat que la presentació d'aspectes bàsics de l'activitat emprenedora per part d'experts que han superat problemes dels que comentem, complementats amb un anàlisi del cas de cada companyia, és una eina que els estudiants valoren, i que fa que s'impliquin. La valoració que els estudiants fan de l'assignatura és molt positiva.

També ha estat molt positiva l'experiència per als emprenedors que participen en les xerrades, que valoren la proximitat a uns estudiants internacionals, interessats en les ponències, i d'avançada formació tècnica en l'àrea de competència de les seves empreses. Tanmateix,

durant el darrer curs ha estat possible començar a establir acords d'esponsorització del màster per part de diferents companyies (veure [5]), que permetran garantir la viabilitat d'aquest plantejament de l'assignatura més enllà de la disponibilitat pressupostària de màster o de l'existència de projectes d'innovació docent que en donin suport.

Avaluació del projecte

L'implementació de les dues estratègies d'aprenentatge que es plantejaven en el projecte s'ha executat completament, i ha permès l'establiment d'estratègies de viabilitat (esponsorització) que permetran el manteniment de l'estratègia en cursos futurs, més enllà del present projecte. El projecte ha resultat un èxit rotund, tant en quant a l'assoliment de competències per part dels estudiants com quant a satisfacció del professorat implicat.

Per al futur queda la implementació d'estratègies de millora contínua en aquests aspectes del màster. Tanmateix, el recent reconeixement del nostre màster com Erasmus Mundus (*Euromicrophotonics: MSc in Photonics Engineering, Nanophotonics and Biophotonics*) [6] permetrà una més gran internacionalització i exigència pels estudiants, que redundarà en una necessitat d'aquest procés de millora contínua.

Conclusions

L'assoliment de competències transversals en els màsters universitaris requereix de la implementació d'estratègies intel·ligents i econòmicament viables per la seva implementació. En aquest sentit, la integració de les pràctiques ja disponibles per ensenyaments de grau i llicenciatura, amb millores molt concretes, per la seva adaptació al màster, és una estratègia molt intel·ligent en ensenyaments interuniversitaris en que diferents grups disposen de material de laboratori per l'execució d'un gran nombre d'experiments diferents, el que permet la personalització de les pràctiques. Creiem que es tracta d'una experiència que dona viabilitat a la realització de pràctiques de qualitat en ensenyaments d'aquest tipus.

D'altra banda, la realització de xerrades per part d'experts que tenen experiència pràctica en diferents aspectes de l'emprenedoria permet atansar aquesta realitat als estudiants de manera molt efectiva. La realització d'una sèrie de xerrades per diferents experts en permet l'especialització sota la direcció d'un professor coordinador, i fa compatible presentar-los un món proper a la seva formació i una possible sortida professional amb els requeriments dels experts del món empresarial, en que la impartició d'un curs acadèmic estable seria un impediment insuperable.

El projecte és susceptible d'estendre's en successives convocatòries de projectes d'innovació docent mitjançant tècniques de millora contínua, tot i que la seva viabilitat ha quedat garantida al llarg d'aquest projecte. Les millores

introduïdes s'aplicaran directament al màster Erasmus Mundus relacionat, el *Euromphotonics: MSc in Photonics Engineering, Nanophotonics and Biophotonics*).

Referències

[1]

http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/files/communication_key_enabling_technologies_sec1_257_en.pdf

[2] R. Vilaseca, S. Royo, J. Mompert, M. Montes, J. Martorell, A. Carnicer "Photonics BCN: a master in Photonics in the Barcelona area, inclusion of transversal competences" Workshop on Education in Optics, European Optical Society Annual Meeting, Paris, 2008

[3] J Martorell, S Royo, R.Vilaseca, F.Laguarta, J.Pladellorens, A. Comerón, "Tallers en Fotònica" Projectes UPC per la millora de la docència 2006-2007.

[4] <http://atenea.upc.edu>

[5] <http://photonicsbcn.eu/seccion.php?ID=35>

[6] <http://euromphotonics.org>