

UNA NOVA EXPERIÈNCIA DOCENT: CURSOS VOLUNTARIS DE PREPARACIÓ ALS ESTUDIS DE GRAU EN ENGINYERIA

M. Botey; O. Alcaraz
Departament de Física i Enginyeria Nuclear
Universitat Politècnica de Catalunya
olga.alcaraz@upc.edu

RESUM

Descrivim una nova experiència iniciada a l'EUETIB el setembre de 2010: un curs de física de preparació als estudis de grau en enginyeria. En descrivim la organització, el finançament, funcionament i resultats. Constatem la bona acollida de l'experiència i la necessitat de repetir-la. Analitzem també el perfil dels estudiants que accedeixen a l'EUETIB i avaluem els seus coneixements inicials en física. El 70 % dels nous estudiants procedents de cicles formatius de grau superior no assoleix els mínims desitjats.

PARAULES CLAU: Coneixements inicials, anivellament, moodle.

INTRODUCCIÓ

L'Escola d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB) és un centre adscrit a la Universitat Politècnica de Catalunya amb una llarga trajectòria en la formació de titulats en enginyeria. El curs 2009-2010 s'hi van implantar els nous plans d'estudi de grau en les titulacions d'Enginyeria Mecànica, Electrònica Industrial i Automàtica, Electricitat, Química, Energia i Biomedicina. En els nous plans d'estudi els dos primers cursos són comuns a les 6 titulacions i, entre d'altres assignatures, s'hi troben matèries formatives bàsiques com la Física, la Química i les Matemàtiques. A més a més, les assignatures del primer curs formen part del bloc curricular de Fase Inicial que els estudiants, per tal d'assegurar la seva continuïtat en el centre, han de superar en un termini màxim de 2 anys.

Cada curs ingressen a l'escola de l'ordre de 600 estudiants. El perfil d'aquests estudiants és sensiblement diferent i a més a més any rere any sembla que la diferència de nivell entre els estudiants d'entrada va en augment. Aquesta diferència de nivell seria especialment preocupant en les matèries bàsiques. Malgrat que ja feia anys que els professors de l'àrea de física teníem la percepció d'aquesta diferència, mai no l'havíem quantificada ni havíem fet un estudi a fons de quina en podia ser la causa. Per aquest motiu a l'inici del curs 2009-2010 ens vam plantejar la possibilitat de fer-ne un estudi amb l'objectiu de tenir arguments per buscar fórmules i recursos per afrontar aquesta problemàtica. A l'apartat 1 d'aquesta comunicació en presentem els resultats.

Al mateix temps que en molts centres s'engegaven els nous plans d'estudis, el curs 2009-2010 la Generalitat de Catalunya va iniciar el programa Enginycat [1]. La missió d'aquest programa és apropar l'enginyeria al jovent del país amb actuacions al llarg de les diferents etapes formatives fins arribar a la seva inserció professional. Una de les accions d'aquest programa és el cofinançament de beques per tal que estudiants dels últims cursos de la carrera facin de mentors d'estudiants de primer. A l'EUETIB els professors de les àrees de Física, Matemàtiques i Química vam aplaudir la iniciativa i vam fer el possible per aprofitar aquest recurs en les nostres assignatures. Des d'aleshores, a la secció de Física de l'EUETIB disposem de 6 estudiants mentors que tenen beques de vuit mesos per fer classes de repàs de les assignatures de Física-I i Física-II. Això ens permet oferir gratuïtament als estudiants matriculats a aquestes assignatures classes de repàs de dues hores setmanals al llarg de les 15 setmanes que dura cada un dels quadrimestres. La finalitat d'aquestes classes és la de reforç, principalment a base d'anar fent problemes, dels temes que es van explicant a classe.

A l'edició 2009-2010 del programa Enginycat vam tenir de l'ordre de 190 estudiants apuntats a les classes de repàs de Física. L'alt grau d'implicació dels estudiants que fan de mentors i els resultats de les enquestes de satisfacció que es van passar als estudiants que van apuntar-se al programa van posar de relleu l'èxit d'aquesta iniciativa.

Els bons resultats obtinguts amb el programa Enginycat i la constatació de les mancances formatives que un grup important dels estudiants de nou ingrés té, ens va fer considerar la possibilitat de engegar un curs, previ al inici del curs, que vam anomenar curs "pre-Enginycat de Física" i que és l'objecte de la present comunicació.

L'objectiu del curs pre-Enginycat de Física és fer un repàs de conceptes molt bàsics de física que els estudiants haurien de conèixer abans de començar la carrera. La primera edició d'aquest curs es va fer els dies 1, 2, 3, 6 i 7 de setembre del 2010. El curs era gratuït per als estudiants inscrits. Durant aquests 5 dies els estudiants, que s'hi van apuntar lliurement, van rebre 2 h de classe diàries de Física. Els mateixos dies també es va posar en marxa un curs "pre-Enginycat de Matemàtiques" amb la mateixa filosofia.

L'estructura de la present comunicació és la següent: A l'apartat 1 presentem els resultats de l'estudi sobre el nivell d'entrada dels estudiants. Tot seguit, a l'apartat 2, explicarem com es va organitzar el curs pre-Enginycat i a l'apartat 3 en farem l'avaluació. Finalment l'últim apartat és el de conclusions.

1. RESULTAT DE L'ESTUDI SOBRE EL NIVELL D'ENTRADA DELS ESTUDIANTS.

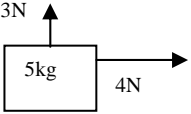
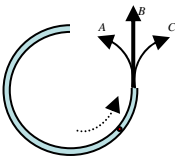
El primer dia lectiu del curs 2009-2010 els professors de l'àrea de Física vam passar un test de coneixements previs als estudiants que hi havia a classe. El test era anònim però es demanava als estudiants que indiquessin la via

d'accés a l'escola (batxillerat, cicles formatius de grau superior (CFGS), majors de 25 anys, o d'altres) i si treballaven o no.

El test el van contestar 475 estudiants un 72% dels quals provenia de batxillerat, un 20% de CFGS i un 8 % d'altres vies. Un 20% dels estudiants enquestats va declarar que estava professionalment actiu.

A la Taula 1 hi ha les 10 preguntes del test amb el percentatge de persones que les van encertar. Les preguntes pitjor contestades van ser les 6, 10 i 2. Entre elles, la 6 i la 2 eren les dues úniques en les que no s'havia d'aplicar directament una fórmula i que requerien un doble raonament. Per altra banda, les qüestions de derivació i integració (4 i 5) només les van encertar al voltant d'un 60 % dels estudiants, la qual cosa ens confirma que un bon nombre dels estudiants que arriben a l'Escola no tenen cap coneixement de càlcul diferencial i integral.

Taula 1: Test de coneixements previs i a la columna de la dreta percentatge de respostes encertades

1.- L'àrea d'un cercle de radi R és igual a: a. $2\pi R$ b. πR^2 c. $4/3 \pi R^2$ d. $4\pi R^2$		80%
2.- Sobre un cos de 5 kg de massa actuen les dues forces representades al dibuix. El valor de l'acceleració sobre el cos és: a. 5 m/s^2 b. 1 m/s^2 c. $5/7 \text{ m/s}^2$ d. $7/5 \text{ m/s}^2$		40%
3.- La solució de l'equació $x+2/3=5$ és: a. $13/3$ b. $7/3$ c. $3/5$ d. $10/3$		91%
4.- Troba la derivada, $y'(x)$ de la funció $y(x) = \sin(3x^2)$ a. $y'(x) = 6x \cos(x)$ b. $y'(x) = -6x^2 \cos(3x^2)$ c. $y'(x) = -6x \sin(3x^2) \cos(x)$ d. $y'(x) = 6x \cos(3x^2)$		65%
5.- El resultat de la integral $\int (3x^2 + 2) dx$ és: a) $x^3 + 2x + C$ b) $3x^3 + 2x + C$ c) $6x + C$ d) $3/2 x^3 + 2x + C$		61%
6.- Llançem verticalment una pilota contra el terra des d'una alçada de $h = 5\text{ m}$ i amb una velocitat $v = 4\text{ m/s}$. Si admetem que no es perd energia en rebotar a terra, a quina alçada arribarà? (preneu $g = 10 \text{ m/s}^2$) a. 4,6 m b. no es pot calcular c. 5 m d. 5,8 m		29%
7.- Una bala circula per una guia com la que mostra la figura. La guia està sobre una taula horitzontal. Quina de les següents trajectòries seguirà la bala un cop abandoni la guia? a. la trajectòria A b. la trajectòria B c. la trajectòria C d. cap de les anteriors		70%
8.- Un tren avança a velocitat constant. Dins un vagó, hi ha una noia asseguda amb una pilota de tennis a la mà. En un determinat instant, la noia llança la pilota verticalment cap a munt (respecte d'ella). És correcte afirmar que la pilota cau:		73%

a. sobre la mà de la noia. c. avançada respecte la mà de la noia.	b. endarrerida respecte la mà de la noia. d. cap de les anteriors.	
9.- L'energia és una magnitud molt important a física, i també a altres matèries...digueu quina d'aquestes expressions NO correspon a l'energia: a. $\frac{1}{2}mv^2$ b. mv c. mgh d. $\frac{1}{2}kx^2$		78%
10.-En general, en una col·lisió es conserva... a. l'energia cinètica, E_c b. la quantitat de moviment, p c. les dues d. cap de les dues		34%

Aplicant una penalització de 0,25 punts a les respostes mal contestades, la distribució de les notes obtingudes va ser la que es presenta a la Figura 1. Els resultats globals de la prova van ser els següents:

-un 74 % dels estudiants va aprovar el test de coneixements previs.

En funció de la via d'entrada la distribució d'aprovat és la següent:

- un 73% dels estudiants que provenen de batxillerat supera el test.

- només un 30% dels estudiants que provenen de CFGS supera el test.

Tenint en compte el nivell, en alguns casos elemental, de les qüestions que es plantejaven, trobem especialment preocupant l'escàs percentatge d'estudiants que provenen de CFGS que supera la prova. Estudis recents evidencien que aquestes diferències es mantenen al llarg de tot el bloc curricular de fase inicial. [2]

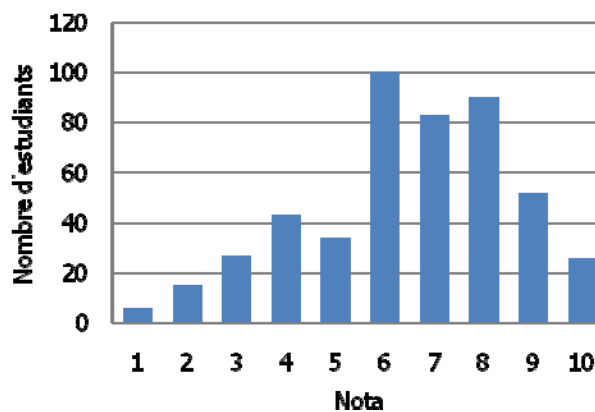


Figura 1: Distribució de les qualificacions obtingudes al test de coneixements previs

2. ORGANITZACIÓ DEL CURS PRE-ENGINYCAT

Atenent els resultats del test de coneixements previs, semblava que calia fer quelcom per ajudar als estudiants que arriben al centre amb carències de formació. Cal remarcar, que paradoxalment tots els estudiants que van suspendre el test de coneixements previs havien superat la nota de tall

exigida per accedir a les diferents titulacions de grau de l'EUETIB. Aquesta nota de tall fou d'un 5,76, comuna per als 6 graus de l'EUETIB, la cinquena més alta dels 42 graus que va ofertar la UPC el curs acadèmic 2009-2010 [3]. D'altra banda, pel que fa a competències científiques, l'informe PISA de 2006 situa Catalunya entre Croàcia i Letònia (empatada amb Islàndia) i amb una puntuació significativament més baixa que la de la mitjana de l'OCDE [4]. A més, la necessitat de la formació pre-inicial dels estudiants universitaris és avalada per diferents estudis [5].

Després de valorar amb la direcció de l'Escola quines accions es podien emprendre i quins eren els recursos materials i personals dels que podíem disposar, vam posar en marxa el curs d'anivellament inicial "pre-Enginyat de Física" abans de l'inici de curs acadèmic, el setembre del 2010. És important destacar que aquest curs d'anivellament fou de només 10 hores i, a diferència d'altres iniciatives [6], no va tenir cap compensació en forma de reconeixement de crèdits.

Els estudiants que van tenir accés al curs pre-Enginyat van ser aquells que es van matricular a l'Escola durant el mes de juliol (de l'ordre de 500). Les classes les van dur a terme els 6 mentors Enginyat de Física que ja tenien experiència com a mentors del curs 2009-2010. Es van oferir un total de 90 places, és a dir, 6 grups de 15 alumnes per mentor. Cada grup tenia dues hores diàries de classe, en les franges de 10h a 12h, 12h a 14h o bé 16h a 18h. Les professores coordinadores de l'assignatura Física-I ens vam encarregar de l'organització, la programació de les classes i de facilitar tant als mentors com als estudiants el material necessari per al curs.

Els dies que els estudiants s'estaven matriculant al centre es va fer publicitat del curs mitjançant cartells als taulells d'anuncis i al campus virtual ATENEA. Al moment de matricular-se, es va proporcionar també informació del curs als estudiants i de l'existència d'una assignatura específica al campus virtual. Un cop es va tancar la matrícula dels estudiants de nou ingrés, es va obrir l'assignatura pre-Enginyat a ATENEA on es van carregar les dades d'aquests estudiants. Quan l'estudiant es connectava a l'assignatura virtual tenia accés a un test de coneixements previs on-line fet en moodle i també accedia a tota la informació relativa al curs: una consulta per a inscriure-s'hi i el material del curs.

L'objectiu del test era proporcionar als nous estudiants una eina d'autoavaluació del seu nivell d'entrada que els permetés valorar si els calia inscriure's al curs de pre-Enginyat. El test, de característiques semblants al que s'ha presentat anteriorment, constava de 6 preguntes de física bàsica, amb quatre respostes, i s'havia de contestar en menys de 15 minuts.

Dels 512 alumnes matriculats el juliol, un 43% va fer el test on-line. La nota mitjana fou d'un 4,67 (quan no es penalitzaven les respostes incorrectes), i d'un 2,5 considerant una penalització del 33% per a les preguntes incorrectes. El mètode de qualificació escollit fou el de primer intent, no retroactiu. A la figura 2 s'il·lustra el nombre d'estudiants que va encertar un determinat nombre de preguntes.

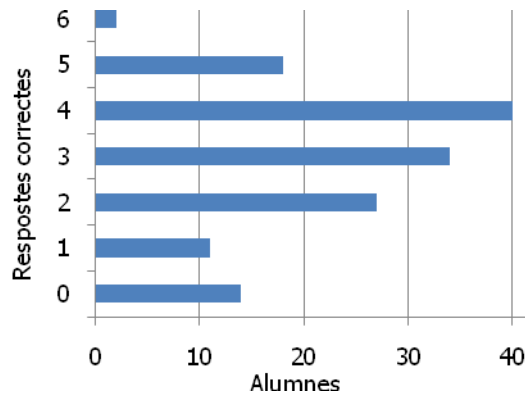


Figura 2: Número d'estudiants que van encertar un determinat nº de preguntes del test on-line.

La inscripció al curs també es va fer on-line a través d'ATENEA. Un parell de setmanes després d'obrir la inscripció es van haver ocupat les 90 places oferides.

Els continguts del curs van estar centrats en la cinemàtica. El primer tema de *Moviment unidimensional* permetia fer un repàs de conceptes bàsics de cinemàtica així com de càlcul de derivades i integrals senzilles. El segon, de *Moviment en dues i tres dimensions* donava peu a fer un bon repàs de càlcul vectorial.

Com hem comentat anteriorment, a ATENEA també hi havia tot el material que els estudiants i els mentors necessitaven. Aquest material estava organitzat de la següent forma:

Tema 1. Moviment unidimensional: resum de Teoria, col·lecció de problemes per als estudiants. La mateixa col·lecció de problemes amb els problemes resolts per als mentors.

Tema 2. Moviment en dues i tres dimensions: resum de Teoria, col·lecció de problemes per als estudiants. La mateixa col·lecció de problemes amb els problemes resolts per als mentors.

Material complementari: resums de fórmules matemàtiques (àrees, volums i trigonometria, funcions exponencials i logarítmiques, integració i derivació)

Cada tema es va desenvolupar en dues sessions. En cada sessió el mentor feia un breu resum de la teoria, posava algun exemple i proposava problemes per a que els estudiants resolguessin a classe sota la seva supervisió i també per a que fessin a casa. L'última sessió estava íntegrament dedicada a la resolució de problemes.

3. AVALUACIÓ DEL CURS PRE-ENGINYCAT.

La publicitat del curs pre-Enginycat deia de forma molt clara que el curs era voluntari, gratuït i que l'assistència a les classes era obligatòria. Els mentors

van portar un control estricte de l'assistència, podeu veure'n el resum a la Taula 2. Cal recordar que hi havia 6 grups amb 15 estudiants per grup i que cada estudiant havia d'assistir a 5 classes, això fa un total de 6 grups x 15 estudiants x 5 dies = 450 assistències. En total es van produir 34 faltes d'assistència. Va haver-hi dos estudiants que el primer dia no van comparèixer, un dels quals va ser substituït per un altre estudiant. Això correspon a un aprofitament del 91,3% (considerant 34+5=39 faltes sobre 450)

Taula 2. Taula d'assistència a cadascun dels 6 grups del curs pre-Enginyat de Física

	1/9	2/9	3/9	6/9	7/9	TOTAL
grup 1	15	15	15	13	11	69
grup 2	14	12	13	12	11	67
grup 3	14	14	13	14	14	69
grup 4	15	15	15	15	11	71
grup 5	15	15	11	14	13	68
grup 6	15	15	13	12	12	67

En acabar el curs, el professor Joan Domingo, com a delegat del programa Enginyat a l'EUETIB va passar a tots els estudiants una enquesta de satisfacció. L'objectiu de l'enquesta era copsar la seva opinió respecte els continguts del curs, el paper dels mentors, els espais on s'havia impartit el curs, etc. L'enquesta la van contestar 50 estudiants. La Figura 3 recull de forma gràfica la valoració dels continguts del curs, on un 36% contesta que li ha servit clarament per compensar mancances formatives –resposta a– i un 56% per refrescar-les –respostes b i c–, així que un 89% considera haver aprofitat el curs. Es detecta també un 6% d'estudiants –resposta d– amb un nivell clarament superior al del curs i la presència d'un estudiant –resposta e– que es confessa incapaç de seguir-lo per considerar-lo massa complicat.

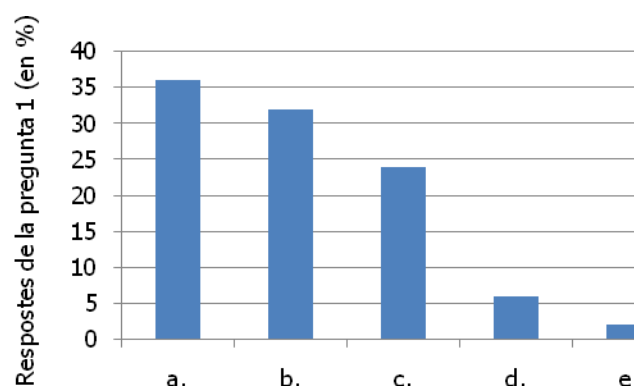


Figura 3: Respostes de la pregunta 1 de l'enquesta de satisfacció

A la Taula 3 presentem les preguntes i els resultats més significatius del test, d'on l'altre aspecte a destacar és que un 88% dels participants recomanarien el curs a nous estudiants.

Taula 3: Resultats de l'enquesta de satisfacció del curs pre-Enginyat

1. En relació als continguts que s'han treballat en les sessions del programa pre-Enginyat, crec que:			
a. M'han ajudat molt per entendre el que no sabia o no havia entès prou bé als meus estudis previs			36 %
b. Alguna cosa m'ha estat d'utilitat, la majoria ja les dominava			32 %
c. Penso que és una repetició de coses que ja sabia			24 %
d. Quasi no m'han servit per a res perquè ja ho sabia fer quasi tot			6 %
e. Quasi no m'han servit per a res perquè n'he sortit com havia entrat: no he entès quasi res			2 %
2. La meua valoració dels estudiants mentors que m'han fet les classes d'Enginyat és:			
a. Molt positiva	b. Positiva	c. Neutre	d. Negativa
38 %	52 %	10 %	0 %
3. Penso que el programa pre-Enginyat... (en aquesta pregunta pots marcar més d'una resposta)			
a. M'ha animat a iniciar els meus estudis d'Enginyeria			60 %
b. M'ha ajudat a comprendre que m'he d'esforçar molt per seguir el ritme universitari			31 %
c. Si no hagués participat en aquest programa, jo, estaria igual			10 %
4. En relació al programa pre- Enginyat...			
a. El recomanaria a qualsevol estudiant que accedeixi a l'EUETIB			88 %
b. Ni el recomanaria ni el deixaria de recomanar			12 %

El test permetia també una pregunta oberta on destaquem el contrast entre la resposta d'un estudiant procedents de CFGS: "Per la gent que procedeix de cicles formatius, el nivell de física des del principi és una mica massa elevat" mentre que diversos estudiants procedents de Batxillerat demanen tot el contrari, un exemple en seria: "Aniria bé repassar un temari més difícil, com per exemple el treballat a segon de Batxillerat".

4. CONCLUSIONS

Podem concloure que la formació dels estudiants que accedeixen als estudis de grau en enginyeria a l'EUETIB és molt heterogènia, i que només un 30% dels estudiants provinents de CFGS supera un test de coneixements inicials en física. Aquest fet és especialment rellevant tenint en compte que l'entrada d'estudiants que provenen de CFGS és com a mínim del 20%. Entre els estudiants procedents de batxillerat, un 27% tampoc no acredita prou coneixements en física malgrat haver superat la nota de tall, però també s'observa un 16% de molt bons estudiants, amb una nota de 9 o 10 al test de coneixements inicial.

Aquestes constatacions potser podrien provocar una revisió sobre els actuals mecanismes d'accés a aquests estudis o bé sobre l'adequació de la

formació necessària per accedir-hi. També una pregunta a plantejar-se és si no s'estan malgastant fons públics permetent l'accés a estudiants que en molts casos acabaran formant part del 7% d'abandonament dels estudis (segons dades de l'EUETIB).

En tot cas, a l'EUETIB, aquesta anàlisi va provocar que es posés en marxa una nova experiència: un curs voluntari d'anivellament en física, previ a l'inici del curs acadèmic 2010-2011. Tenint en compte que el curs era totalment voluntari i que els alumnes no rebien, per seguir-lo, cap altra compensació en crèdits, pensem que un aprofitament del 91,3% és un èxit contundent. D'altra banda, en una enquesta de satisfacció realitzada als que van seguir el curs, la valoració dels estudiants va superar també totes les expectatives: un 91% dels estudiants van considerar que els seria d'utilitat per als seus posteriors estudis universitaris, i un 88% van respondre que el recomanarien a futurs estudiants. Pensem que queda constatada així tant la utilitat com la necessitat d'aquest tipus d'experiències. Malgrat tot, també un 6% dels que van decidir seguir el curs va dir que el seu nivell inicial era molt superior i per tant no els havia estat de massa utilitat. Aquest percentatge el podem associar clarament al 16% de molt bons estudiants que accedeixen al centre i que, ara com ara, no reben cap tipus d'atenció específica que potenciï les seves aptituds. Pensem que, per completar l'atenció a la diferència de nivells de forma democràtica potser caldria també una iniciativa paral·lela adreçada a aquests bons estudiants.

Finalment, comentar que els dies 8, 9 i 10 de febrer del 2012 es va reeditar el curs pre-Enginycat per a les assignatures de Física-I i Matemàtiques-I, i també es va estendre la iniciativa a les assignatures de Física-II, Ciència i Tecnologia de Materials i Química. En aquest cas el curs es va programar coincidint amb els dies de matrícula del quadrimestre de primavera. Una quarantena d'estudiants van seguir les classes de repàs de continguts bàsics de mecànica i electromagnetisme i a l'igual que a l'edició anterior en van acabar fent una valoració positiva tant dels continguts com de la feina feta pels mentors.

5. AGRAÏMENTS

Volem expressar el nostre agraïment al professor Germinal Camps per l'ajuda que ens va donar a l'hora d'analitzar les dades del test de coneixements previs. També volem agrair al professor Joan Domingo que ens facilités les dades de l'enquesta de satisfacció sobre el curs pre-Enginycat.

6. REFERÈNCIES

[1] L. Jofre, *Què és Enginycat?*

<http://www.enginycat.cat/queesenginycat.php>, consulta 18 de juny de 2012.

[2] J. López, P. Buenestado, V. Pérez, J. A. García-Alzórriz, R. Torres, J. Martínez, *Correlación entre la nota de ingreso a los estudios de grado de ámbito industrial y los resultados académicos obtenidos en el primer año de estudios de grado*, Actes del CUIEET XIX, 2010, 1296-1307.

[3] *Evolució de les notes de tall per accedir als graus*.
<http://www.upc.edu/dades/2010/Indicator/1.2.2>, consulta: 18 de març 2011.

[4] Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, Generalitat de Catalunya, *Avaluació de l'educació secundària obligatòria 2006*.
<http://www20.gencat.cat/docs/Educacio/Home/Consell%20superior%20d%27avalua/Pdf%20i%20altres/Static%20file/sintesi2006.pdf>, consulta 18 de juny de 2012.

[5] X. Bohigas, S. Estradé, M. Madrueño, L. Porquer, *Què pensen el professorat i l'alumnat de primer curs universitari sobre la Física de batxillerat?*, *Revista de Física*, 4 (4), 2008, 31-43.

[6] *Formació complementària. Cursos de preparació als estudis*. Univeritat Autònoma de Barcelona. <http://www.uab.es/servlet/Satellite/estudiar/cursos-preparacio-estudis-1094798003038.html>, consulta 18 de juny de 2012.