

Les vocacions científiques i tècniques a Catalunya*

LLUÍS JOFRE

Els darrers anys, i amb més intensitat els cinc darrers, s'ha produït una disminució continuada del nombre d'estudiants de ciència i tecnologia a Catalunya, tant en l'àmbit de secundària com d'universitat. Això s'ha traduït en una disminució anual del 4 % de mitjana en ciències i del 3 % en enginyeries, que pot arribar al 6 % anual en algunes enginyeries concretes.

Catalunya necessita incrementar el percentatge de joves que es graduen a secundària i incrementar la xifra absoluta dels estudiants que cursen cicles formatius. En l'àmbit universitari, cal millorar els percentatges de graduació en el temps previst. I, en general, es necessita invertir la tendència de disminució dels candidats a ciències i tecnologia, molt especialment en el cas de les dones.

* Vull fer constar el meu agraïment, per la seva ajuda inestimable en la recerca i la recopilació de la informació necessària per a aquest treball, al Comissionat per a Universitats i Recerca, i a Joan Francesc Córdoba i Lluís Gasull en particular; a la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació, especialment a Jordi Mas, i al Servei de Biblioteques de la UPC, concretament a Miquel Cortada i Marta Hernández-Bastida.

Introducció

Perquè Catalunya esdevingui competitiva en el marc d'una societat del coneixement en els termes definits per la Declaració de Bolonya del 2000, cal encarar diversos reptes i, sens dubte, un dels fonamentals és el de l'educació de les noves generacions en els diferents camps del saber. En aquest context, els darrers anys diversos governs i institucions¹ han insistit en la necessitat d'incrementar substancialment el nombre de persones que accedeixen als estudis de ciència i tecnologia per fer possible els objectius de la Declaració de Barcelona del 2002. Això requereix un esforç intens i continuat durant un bon nombre d'anys.

Avui dia, el nostre país forma part de les zones d'Europa en què els ciutadans estan més satisfets amb la vida que porten (a l'Eurobaròmetre de 2005, Espanya, amb el 90 % de satisfacció, estava només per darrere d'Holanda, amb el 97 %, i Dinamarca i Finlàndia, amb el 93 %), i això ens exposa a les tendències socials d'aquests entorns, entre les quals hi ha les que afecten el nivell i el tipus d'estudis.

En informes dels darrers anys s'analitza aquesta qüestió i se n'extreuen bàsicament els aspectes següents:

► A escala internacional, i europea² en particular, durant la dècada dels anys noranta, en un nombre significatiu de països com ara Alemanya, França, Itàlia i Holanda es percebia una sensació de crisi de vocació científica entre els joves, i el nombre d'alumnes matriculats en universitats científiques es va anar reduint any rere any. Entre les causes hi pot haver un patró comú de sentiment que es tracta de carreres difícils en les quals la recompensa social amb relació a l'esforç és percebuda com a menys interessant per la població estudiantil que s'incorpora a la universitat. Les causes, però, no sempre són les mateixes a cada país. Com a exemple, la baixada significativa d'estudiants de química que es va produir simultàniament a França i Alemanya, podria ser deguda a la competència de noves carreres tècniques en el primer cas i a mals senyals emesos pel mercat laboral en el segon, és a

dir, una causa acadèmica a França i una de més lligada al mercat de treball en el cas d'Alemanya.

► A Espanya,³ durant la dècada dels anys noranta, el percentatge d'alumnes que van optar per les ciències en el darrer curs d'ensenyament secundari va disminuir del 56,3 % el 1989-1990 al 51,8 % el 2000-2001 (del 64,2 % al 61,1 % en els homes i del 52,8 % al 44,0 % en les dones). El percentatge d'alumnes que van escollir estudis universitaris en ciències va augmentar, en canvi, del 35,7 % el 1989-1990 al 42,1 % el 2000-2001 (del 46,9 % al 53,2 % en els homes i del 25,7 % al 32,8 % en les dones). Una possible interpretació de l'aparent contradicció pot respondre al fet que els estudiants de lletres a secundària, per contrast amb els de ciències, passen cada cop en proporció menor a la universitat.

A la dècada dels anys noranta, a Catalunya i al conjunt de l'Estat s'observà un cert estancament o disminució de l'àrea de ciències i un creixement en la d'enginyeries.

► Quan s'analitza l'accés a la universitat per branca d'estudis, s'observa que el percentatge que trià ciències experimentals, entre els cursos 1990-1991 i 2000-2001 va baixar del 8,4 % al 7,3 % (del 8,9 % al 6,5 % en els homes i del 8,9 % al 8,0 % en les dones); i el que es decantava per carreres tècniques va variar del 21,0 % del 1990-1991 al 25,8 % del 2000-2001 (del 32,0 % al 41,8 % en els homes i del 9,8 % al 12,5 % en les dones). Això indica una disminució de 0,1 punts percentuals per any (una disminució interanual de l'1,4 %) en ciències experimentals i un increment de 0,5 punts percentuals per any (increment interanual del 2 %) en carreres tècniques. Com a conclusió, s'estableix que, tot i que s'observava una certa disminució en el cas de ciències experimentals, durant el període no es pot parlar d'una crisi greu a Espanya.

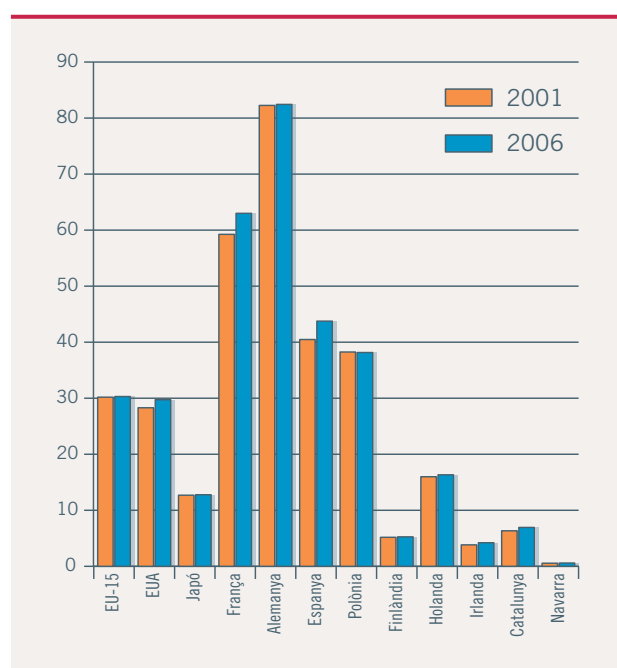
► A Catalunya, la població universitària va experimentar una progressió molt significativa, passant de 154.799 estudiants el 1989-1990 a 210.000 el 1999-2000. Per àmbit d'estudis, en ciències experi-

mentals es va passar de 13.075 alumnes el curs 1992-1993 a 15.124 el curs 1995-1996 i 14.970 el curs 1999-2000; en enginyeries, les xifres van ser de 37.271, 42.282 i 52.000 estudiants, respectivament. A la dècada dels anys noranta, a Catalunya

es va observar, doncs, un comportament equivalent al del conjunt de l'Estat, amb un cert estancament o disminució de l'àrea de ciències i un creixement de l'àrea d'enginyeries. A continuació analitzem què està passant a Catalunya a la primera dècada del 2000, contextualitzant-ho en l'àmbit nacional i internacional.

Figura 1. Població total en milions d'habitants

UE-15, EUA i Japó en unitats de 10 milions



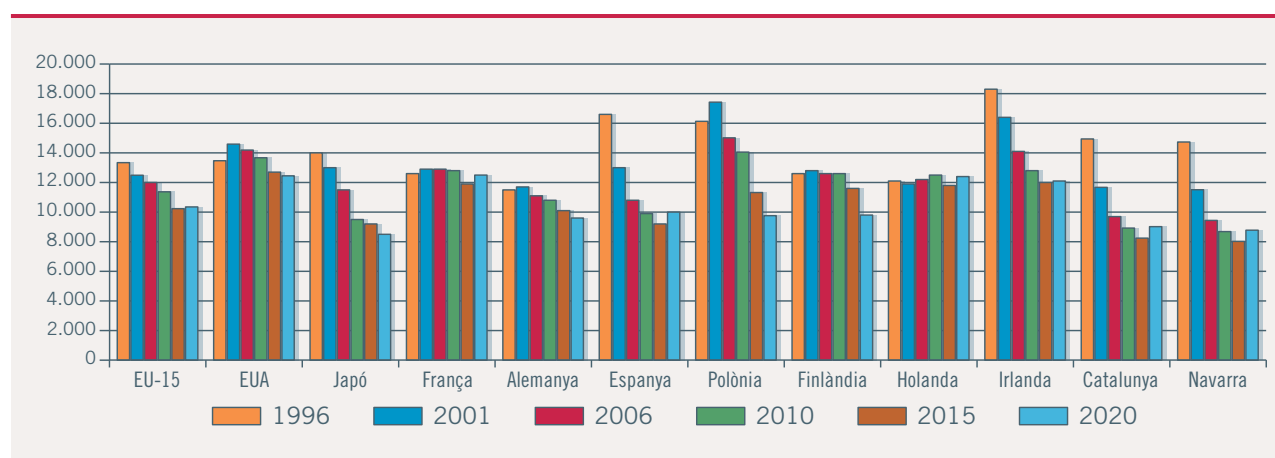
Font: Eurostat.⁴

Elements de context demogràfic

L'anàlisi se centrarà en els estudis de ciències i enginyeria (ECT), que es componen d'un ventall ampli de diplomes, anys d'estudi, habilitats i coneixements associats, segons els diferents països i nivells. Per poder tenir una visió comparativa, s'han analitzat en paral·lel les dades de tres entorns internacionals –l'Europa dels Quinze (UE-15), els Estats Units d'Amèrica (EUA) i el Japó–, les d'un conjunt de països europeus de dimensió gran, com ara França, Alemanya, Espanya i Polònia, i de dimensió més reduïda, com Finlàndia, Holanda i Irlanda, i, finalment, dades corresponents a Espanya, i dins d'Espanya, Navarra, amb uns indicadors destacats respecte a la mitjana.

Com que les dimensions demogràfiques dels països són molt diferents, s'ha optat per representar variables normalitzades referides a un milió

Figura 2. Població de divuit anys per milió d'habitants



Font: SCHERBOV, S. et al.⁵

Taula 1. Evolució de la població de divuit anys durant el període 2001-2007

en milers de persones

Zona	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Espanya	543,7	516,1	499,0	485,9	476,5	469,7	469,0
Catalunya	76,4	72,6	70,3	68,5	67,3	67,3	67,4
Navarra	6,4	6,2	6,0	5,7	5,55	5,55	5,5

Font: INE.

d'habitants o a la població de la franja d'edat de divuit anys (cohorte d'edat de divuit anys). A la figura 1 es representa la població, i a la figura 2, la cohorte de la franja d'edat de divuit anys i la seva evolució en el període considerat.

Es pot identificar que, tot i que hi ha dos patrons d'evolució diferenciats, un de corresponent a països més estabilitzats, com ara França i Holanda, i un altre amb variacions més fortes, com és el cas d'Espanya, Polònia, Irlanda i Catalunya, tots presenten, amb vista al 2015, una variació de la població de divuit anys amb tendència a la baixa o a l'estabilització. Això vol dir que les necessitats de gent qualificada hauran de venir bàsicament d'un increment de la intensitat de l'educació més que no pas del creixement en la dimensió de les cohorts d'edat.

Tots presenten, amb vista al 2015, una variació de la població de divuit anys amb tendència a la baixa o a l'estabilització.

Ara analitzarem més detalladament el període 2001-2007. Per situar el context, a la taula 1 es presenten les dades de la població de la cohorte de divuit anys durant el període 2001-2007. S'observa una mateixa tendència per a tot l'Estat, que consisteix en el decreixement del 2 % anual de mitjana durant la primera meitat del període, que es va suavitzant en la segona meitat. Per al conjunt de l'Europa dels Quinze (UE-15), el nombre de joves està decreixent a una velocitat del voltant de l'1 % anual, mentre que als estats membres incorporats

a partir del 2004 el nombre es manté força més estable. A més, aquestes diferències poden ser significatives dins d'un mateix estat. D'aquesta manera, a Espanya, la proporció de joves és lleugerament més important a les regions del sud i a Canàries.

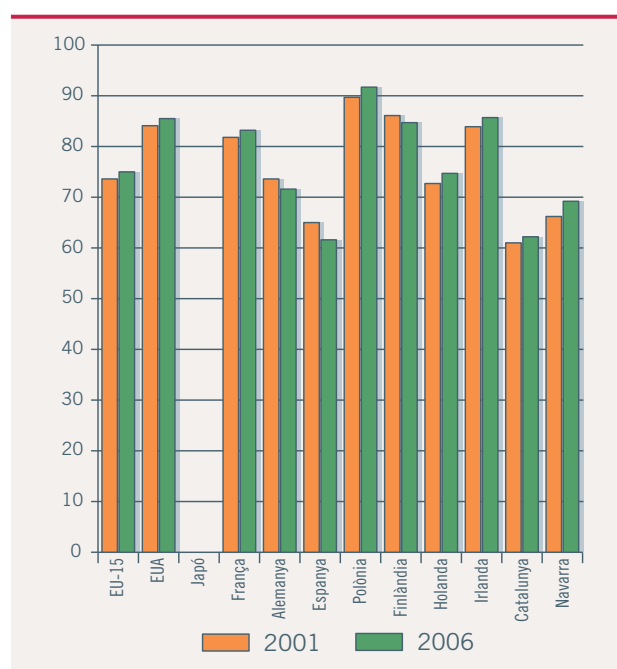
L'etapa preuniversitària

Analitzem a continuació l'evolució de les dades de la població preuniversitària. A la figura 3 es representa el percentatge de joves que van acabar la secundària els anys 2001 i 2006. Veiem que, per a Catalunya, tot i que hi ha una lleugera millora (es passa del 61 % al 62,2 %), els percentatges estan 10 o 20 punts per sota dels de països com ara França i Irlanda. Aquest comportament, que és comú per al conjunt d'Espanya, no és tan accentuat a Navarra, que està gairebé 6 punts percentuals per sobre de Catalunya.

Per poder contrastar paràmetres que puguin donar informació en termes de preparació dels estudiants, utilitzarem els resultats de la prova PISA (Programme for International Student Assessment),⁶ que mesura la capacitat dels estudiants de quinze anys en ciències, comprensió lectora i matemàtiques. En la darrera edició (2006), hi van participar més de 400.000 nois i noies en representació d'uns 20 milions d'estudiants de 57 països (30 de l'OECD i 27 de països associats). La prova consisteix en un test de dues hores amb preguntes obertes i tancades de múltiples respostes. Cada prova pot contenir fins a un centenar de preguntes que cobreixen des del més essencial fins a temes avançats. Cada estudiant obté una puntuació que

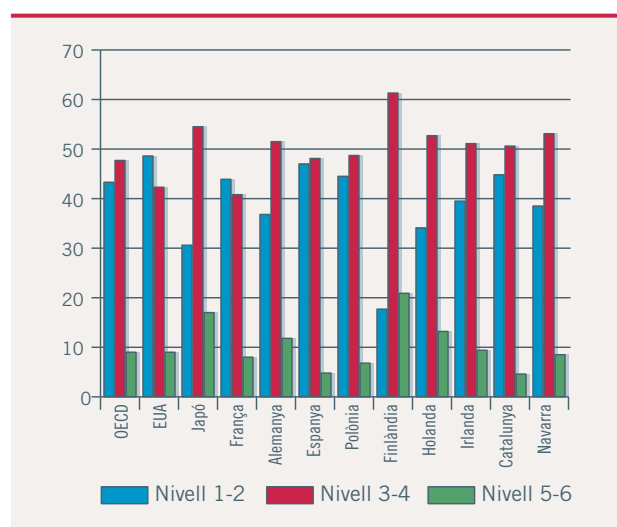
representa el nivell de dificultat que pot superar. L'escala ha estat construïda de tal manera que l'estudiant mitjà obtingui una puntuació de 500 i els

Figura 3. Percentatge de joves que han completat secundària



Font: Eurostat i INE.

Figura 4. Distribució percentual dels nivells de coneixement de ciències



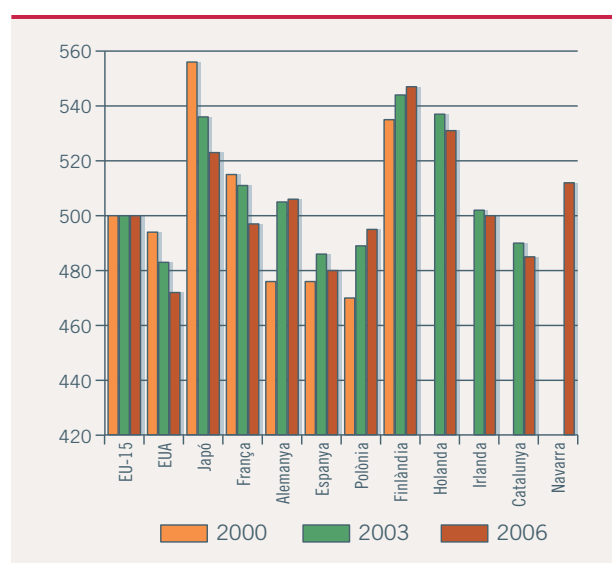
Font: PISA, 2006.

dos terços dels estudiants quedin compresos entre 400 i 600 (una desviació estàndard de 100 punts). Les puntuacions dels estudiants i els nivells de dificultat de les qüestions es van dividir en sis nivells de dificultat. Al nivell 6, els estudiants poden identificar, explicar i aplicar coneixement de conceptes complexos. Al nivell 1, tenen un coneixement limitat a unes poques situacions que els són familiars.

A la figura 4 es representa la distribució dels estudiants de la prova **PISA 2006** en els sis nivells de capacitat, agrupats de dos en dos, pel que fa a qüestions de ciències. En el cas de Catalunya, veiem que a la franja alta (nivells 5 i 6) només hi ha el 4,6 % dels estudiants, mentre que a la franja més baixa (nivells 1 i 2) hi ha el 44,8 %. En el cas de Finlàndia, el 17,7 % són a la franja alta i només el 20,9 % se situen a la franja baixa. Aquest fet s'agreuja en el cas de les matemàtiques, ja que no únicament el nivell és baix, sinó que, a més a més, l'evolució és lleugerament negativa entre els anys 2003 i 2006 (figura 5).

Per observar de prop l'evolució de les preferències dels joves un cop acabada la secundària obligatòria, podem veure com ha canviat l'elecció, en el batxiller-

Figura 5. Evolució dels indicadors dels coneixements de matemàtiques a la prova PISA



Font: PISA, 2006.⁷

rat, de l'àmbit d'estudi els darrers cinc anys. A la taula 2 es presenta l'evolució de l'elecció d'especialitat, i es pot observar una tendència de disminució

similar a la del període dels anys noranta, tant en l'àmbit de Ciències + Salut com en l'àmbit de Tecnologia. Com que la disminució és percentual res-

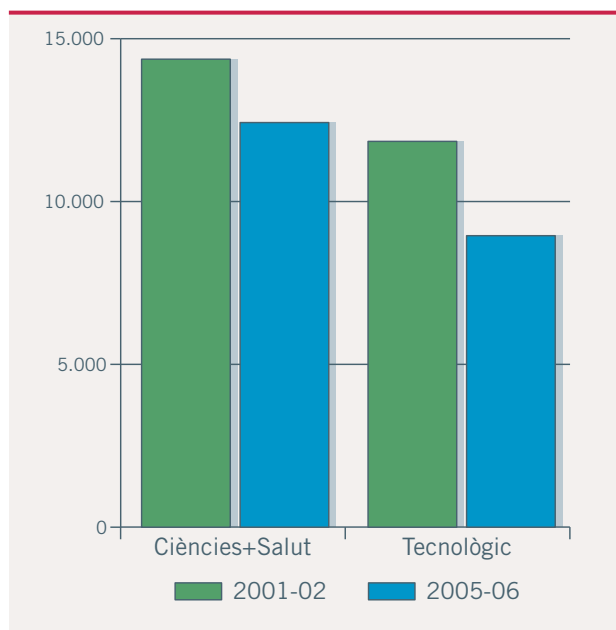
Taula 2. Estudiants de segon curs de batxillerat per especialitat

en percentatge de la població de la franja d'edat

		2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007
Espanya	Ciències + Salut	26,2	25,67	24,7	24,3	23,9	23,9
	% dones	52,6	52,7	52,5	51,37	50,9	50,9
	Tecnologia	7,5	7,0	6,3	5,85	5,4	5,0
	% dones	18,2	22,5	22,0	20,7	21,1	21,2
Catalunya	Ciències + Salut	18,9	17,5	16,3	15,8	15,6	15,9
	% dones	64,2	64,8	64,4	63,7	62,5	61,8
	Tecnologia	13,3	14,3	14,1	13,8	12,9	12,1
	% dones	16,8	18,9	19,6	18,6	19,4	18,6
Navarra	Ciències + Salut	31,2	29,6	29,6	29,9	30,6	31,1
	% dones	53,2	53,4	50,3	51,7	52,7	51,4
	Tecnologia	6,6	6,1	4,9	4,4	4,0	3,9
	% dones	7,6	12,9	10,1	9,5	9,7	8,9

Font: Ministerio de Educación.⁸

Figura 6. Estudiants matriculats al primer curs de batxillerat a Catalunya



Font: Departament d'Educació.

Figura 7. Estudiants matriculats en cicles formatius per milió d'habitants



Font: UNESCO i INE.

pecte a la de la franja de població, la disminució absoluta és la combinació de totes dues disminucions i, per tant, encara més intensa (figura 6). L'aspecte positiu seria que el percentatge de dones, especialment en el de Ciències + Salut, és alt, tot i que també presenta una certa tendència a la baixa. En l'àmbit de les tecnologies, aquest percentatge, tot i que es manté estable, és més baix. Veiem, doncs, que en l'àmbit dels estudis tècnics hi ha un potencial de creixement, en percentatge de dones, important quan es compara amb el de les Ciències + Salut.

A la figura 7 s'analitza la situació dels ensenyaments de cicles formatius, i es pot veure que, tot i que a Catalunya hi ha un cert increment entre els anys 2001 i 2006, les xifres són molt baixes, menys de la meitat, comparades amb les dels països de referència.

L'etapa universitària

En l'àmbit universitari, els darrers sis anys el percentatge d'estudiants que ingressen a la universitat i opten per estudis de ciències està baixant lleugerament al conjunt de l'Estat i a Catalunya (entre 1 i 2 punts percentuals en cinc anys), i més notablement a Navarra (5 punts percentuals en cinc anys), tal com es presenta a la taula 3.

En tecnologies, s'observa una evolució similar al conjunt de l'Estat i a Catalunya, mentre que a Navarra hi ha un cert increment (sembla que hi pot haver hagut un transvasament entre la disminució en ciències i l'increment en tecnologies). A Catalunya, especialment en el cas de les enginyeries, cal destacar el pes creixent dels ingressats a la **UOC**

Taula 3. Estudiants nous inscrits a la universitat per especialitat

en percentatge de la població de la franja d'edat

		2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007
Espanya	Ciències % cohort	4,0	3,8	3,9	3,8	3,7	3,6
	Ciències % promoció	7,3	6,0	6,0	6,1	6,0	5,7
	Ciències % dones	59,5	59,2	59,5	58,3	57,4	56,5
	Tecnologia % cohort	14,2	16,6	15,6	14,6	13,9	13,7
	Tecnologia % promoció	25,8	26,1	24,4	23,8	22,6	21,3
	Tecnologia % dones	26,5	24,8	29,3	25,2	24,7	24,2
Catalunya	Ciències % cohort	4,3	4,3	4,6	4,4	4,7	4,7
	Ciències % promoció	6,8	6,0	6,1	5,8	5,9	5,7
	Ciències % dones	60,5	63,3	63,5	62,3	61,9	56,7
	Tecnologia % cohort	16,0	18,4	19,9	17,6	18,1	16,6
	Tecnologia % promoció	25,1	25,6	26,4	23,5	22,6	20,4
	Tecnologia % dones	22,8	21,7	21,1	21,7	20,0	20,0
Navarra	Ciències % cohort	6,5	4,0	4,4	2,9	3,4	3,0
	Ciències % promoció	9,9	7,1	7,2	4,9	5,7	4,9
	Ciències % dones	71,7	68,7	71,3	69,5	65,8	66,1
	Tecnologia % cohort	18,1	17,8	19,1	19,0	19,0	18,7
	Tecnologia % promoció	27,3	31,3	31,6	31,8	32,2	30,8
	Tecnologia % dones	31,5	34,1	32,8	33,4	29,6	26,0

Font: Ministerio de Educación.⁹

respecte al conjunt dels estudiants universitaris (el 17 % de les matrícules de nou ingrés en estudis de tecnologia el curs 2006-2007).

A Catalunya, cal destacar el pes creixent dels ingressats a la UOC respecte al conjunt dels estudiants universitaris.

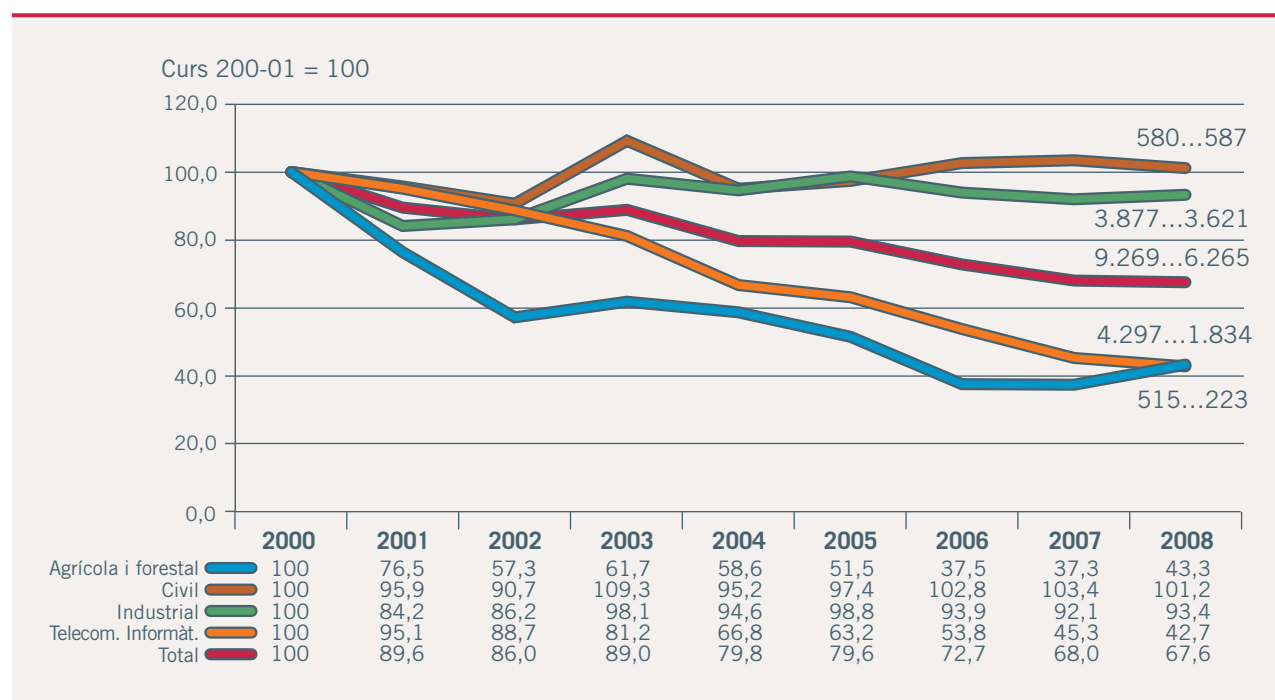
En el cas català, es pot parlar, doncs, d'una disminució de 0,2 punts percentuals per any (disminució interanual del 3 %) en les ciències i d'un punt percentual per any (disminució interanual del 2 %) en les tecnologies. Sense estar davant d'una crisi profunda, es tracta d'una crisi greu, ja que es combinen la reducció de la dimensió de la cohort d'edat (1 % interanual) i la disminució del percentatge dins de la promoció (3 % interanual en el cas de les ciències i 2 % en el cas de les tecnologies), la qual cosa proporciona unes disminucions interanuals en termes agregats del voltant del 4 % en el cas de les ciències i del 3 % en el de les tecnologies.

La figura 8 representa l'evolució de la demanda d'estudis en primera preferència a l'àmbit de l'enginyeria, i mostra l'existència d'una disminució de la demanda, concentrada en algunes especialitats, com ara informàtica i telecomunicacions.

Si ens fixem ara en les xifres d'estudiants matriculats en ciències i enginyeries, les dades de la figura 9 expressen una disminució gradual en la majoria de països europeus, excepte en aquells que ja havien patit una certa crisi durant la dècada dels anys noranta. Es pot veure que els valors s'incrementen lleugerament als Estats Units, França, Alemanya, Polònia i Finlàndia. En canvi, s'observa una lleugera disminució a Espanya, Irlanda, Catalunya i Navarra. Japó i Holanda mantenen uns valors estables, però molt baixos.

El progrés acadèmic dels estudiants durant la seva etapa universitària és un element clau per millorar el rendiment del sistema i la percepció que acaben tenint dels seus estudis. Per avaluar-ho, s'ha fet el seguiment de la cohort que va iniciar estudis tècnics a Catalunya el curs 2000-2001, analitzant el

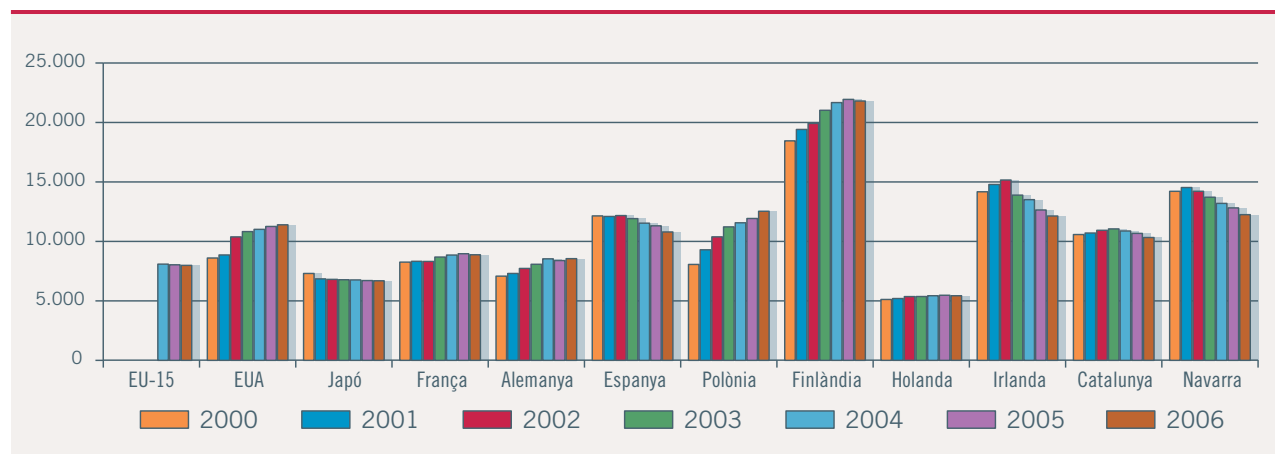
Figura 8. Evolució de la demanda d'estudis en primera preferència. Curs 2000-2001



Font: Oficina de Preinscripció Universitària

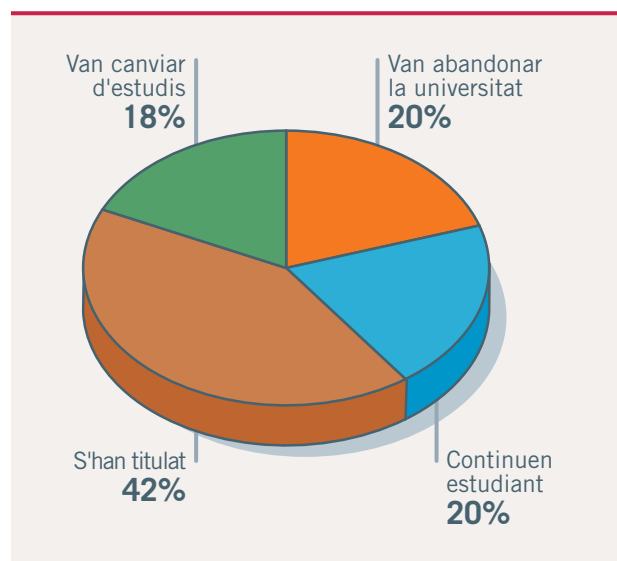
Figura 9. Estudiants matriculats en ensenyaments universitaris de ciències i enginyeria (ISCED 5-6, universitaris)

per milió d'habitants.



Font: Eurostat i MEC (UNESCO).¹⁰

Figura 10. Progrés acadèmic fins al curs 2006-2007 de la cohort 2000-2001 d'estudiants universitaris d'ensenyaments tècnics a Catalunya



Font:

seu progrés durant set anys. Transcorregut aquest període, 3.689 estudiants s'havien titulat (el 42 % de la cohort), 1.561 (18 %) havien abandonat els estudis inicials per uns altres estudis universitaris, 1.796 (20 %) havien abandonat els estudis universitaris i 1.733 (20 %) continuaven estudiant

(figura 10). En termes de progrés en els estudis, sis de cada deu estudiants s'acaben graduant, però quatre agafen altres camins.

El resultat final de tot el procés educatiu són els titulats i és en la seva dimensió que cal observar l'existència, o no, d'una crisi de vocacions en ciències i tecnologies. La taula 4 presenta les dades de titulats universitaris a Catalunya comparades amb les del conjunt de l'Estat i amb les de Navarra. Per al cas dels graduats en ciències, s'observa una disminució progressiva, tot i que a Catalunya no és tan marcada. En el cas de les tecnologies, s'observa una estabilitat fins a l'any 2005 i, a partir de llavors, comença la disminució. Un cop més, veiem que en els darrers dos o tres anys es comença a notar una minva en el nombre de graduats, en un període en el qual la demanda ha anat creixent, cosa que pot produir una percepció de manca.

Quan ho comparem amb les dades dels països de referència (figura 11), veiem que el nombre agregat de graduats en ciències i tecnologies a Catalunya és relativament alt, però hi ha una disminució clara, mentre que la majoria de països estan experimentant un creixement suau. La distribució per sexes mostra, en el cas de Catalunya, un lleuger increment en percentatge del nombre de dones graduades, la qual cosa podria suggerir una millor

Taula 4. Nombre de graduats (ISCED 5-6) per any en ciències i tecnologia

		2001- 2002	2002- 2003	2003- 2004	2004- 2005	2005- 2006	2006- 2007
Espanya	Ciències 1r	899	940	859	929	1.134	1.085
	Ciències 2nC	14.408	14.006	13.504	12.607	11.888	10.391
	Total 1r+2n	15.307	15.346	14.363	13.536	13.022	11.476
	% promoció	7,4	7,1	7,0	6,8	6,8	6,4
	Tecnologia 1r	24.462	24.421	24.867	24.260	23.573	23.031
	Tecnologia 2n	17.694	18.962	18.728	19.041	18.247	17.999
	Total 1r+2n	42.156	43.383	43.595	43.301	41.820	41.030
	% promoció	20,3	20,7	21,3	21,8	21,8	22,7
Catalunya	Ciències 1r	191	243	216	195	278	259
	Ciències 2n	1.967	2.015	2.019	1.850	1.924	1.715
	Total 1r+2n	2.158	2.258	2.235	2.045	2.201	1.974
	% promoció	6,9	7,0	7,0	6,5	7,0	6,6
	Tecnologia 1r	4.419	4.201	3.792	4.152	4.063	3.850
	Tecnologia 2n	3.185	3.408	2.901	2.960	3.232	3.071
	Total 1r+2n	7.604	7.609	6.693	7.112	7.295	6.921
	% promoció	24,1	23,5	20,9	22,6	23,1	23,0
Navarra	Ciències 1r	88	98	106	87	66	35
	Ciències 2n	253	255	218	187	189	232
	Total 1r+2n	341	353	324	274	255	267
	% promoció	9,0	9,4	9,2	8,2	8,3	9,8
	Tecnologia 1r	353	289	364	434	335	315
	Tecnologia 2n	630	528	552	622	566	502
	Total 1r+2n	983	817	916	1.056	901	817
	% promoció	26,0	21,8	25,9	31,7	29,4	30,0

Font: INE.¹¹

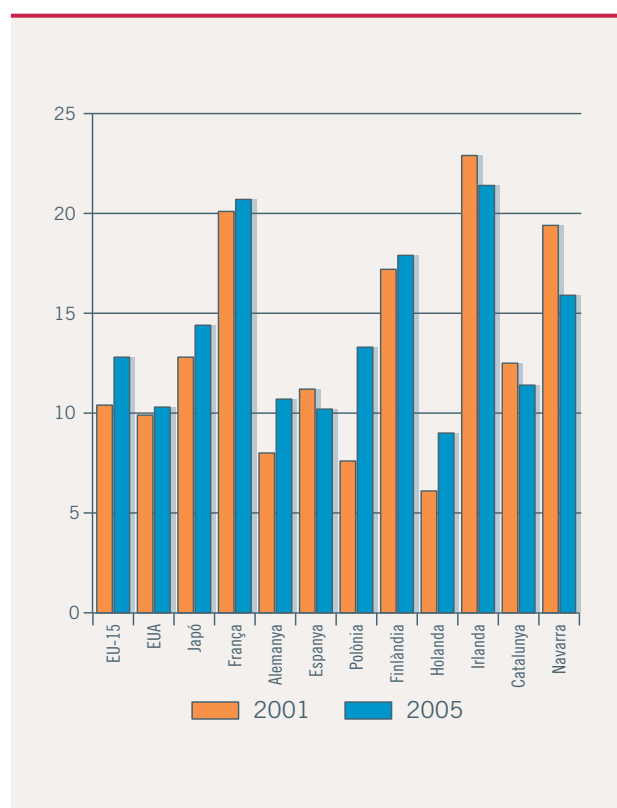
eficiència de graduació en la població femenina (figura 12).

Quan analitzem la distribució per subàrees temàtiques dins de les ciències i les enginyeries (figura 13), observem que a Catalunya hi ha un equilibri entre els graduats en ciències i en enginyeries, i que els pesos de les altres àrees podrien estar en línia amb la dels països de referència, si bé amb valors inferiors, especialment en matemàtiques.

Les xifres de doctors en l'àmbit de les ciències i les enginyeries mostren, per a Catalunya, uns nivells estabilitzats i relativament alts comparats amb la mitjana europea i el conjunt de l'Estat (figura 14).

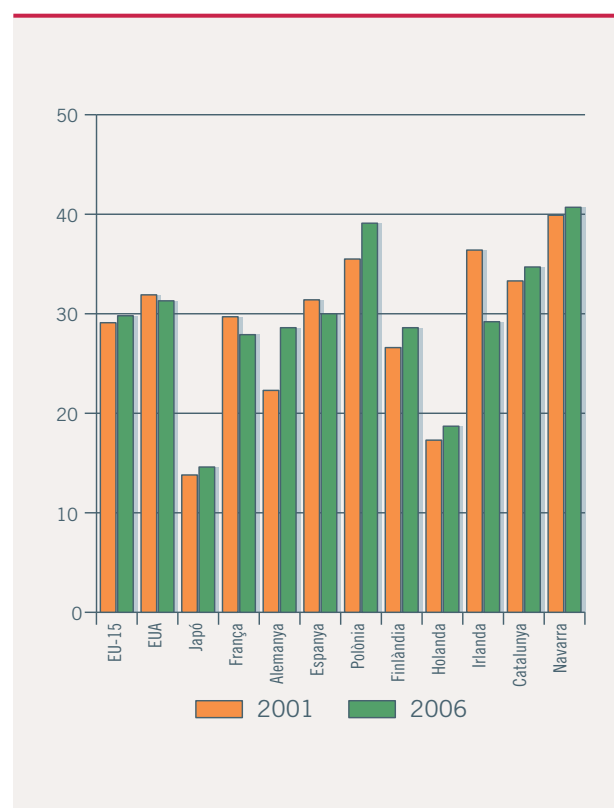
A la figura 15 s'analitzen les dades de distribució dels graduats en els tres cicles d'ensenyament. Per fer-ho, s'ha fet l'assimilació següent: diplomatures i enginyeries tècniques s'han associat amb els *bachelors*; llicenciatures i enginyeries superiors s'han

Figura 11. Nombre de graduats (ISCED 5-6) per any en matemàtiques, ciències i tecnologia per mil habitants de 20-29 anys



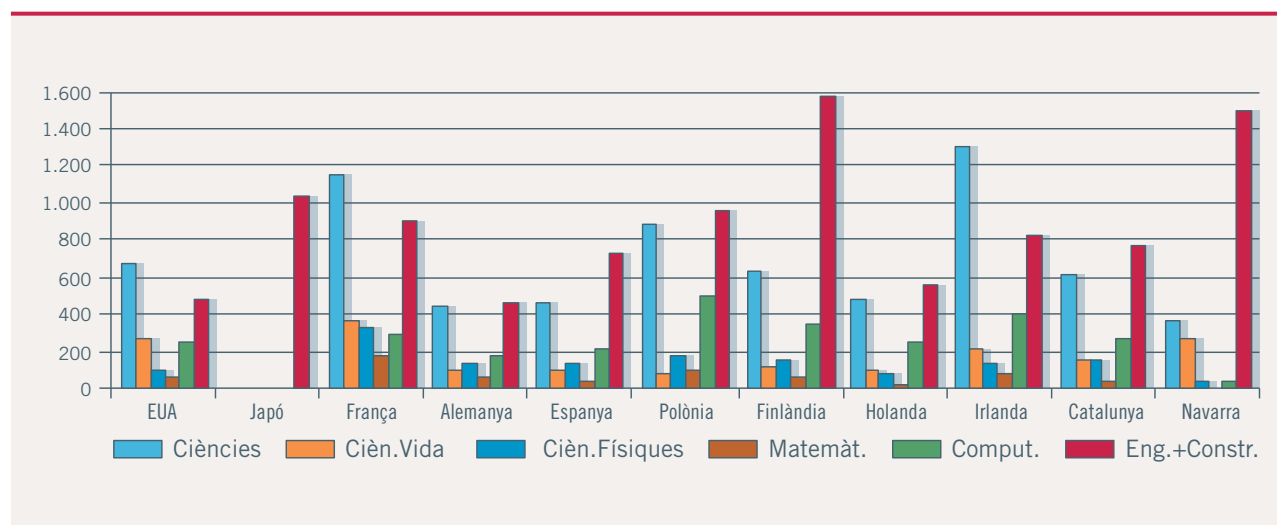
Font: Eurostat i INE.

Figura 12. Nombre de dones graduades (ISCED 5-6) en matemàtiques, ciències i tecnologia com a percentatge del nombre total de dones i homes graduats



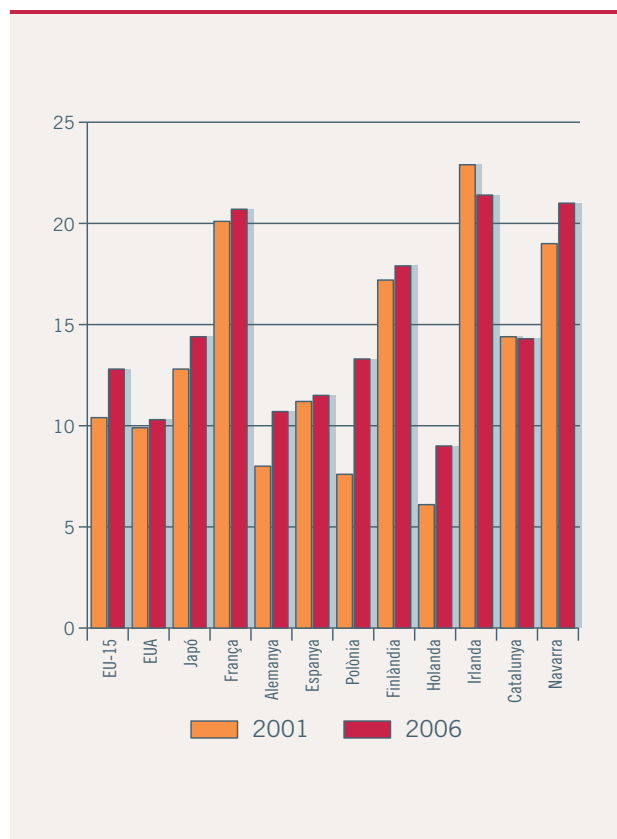
Font: Eurostat i INE.

Figura 13. Nombre de graduats a l'any (2005) per milió d'habitants



Font: OECD¹² i INE.

Figura 14. Nombre de doctors en ciències i tecnologia per cada mil habitants de 25-34 anys



Font: Eurostat i INE.

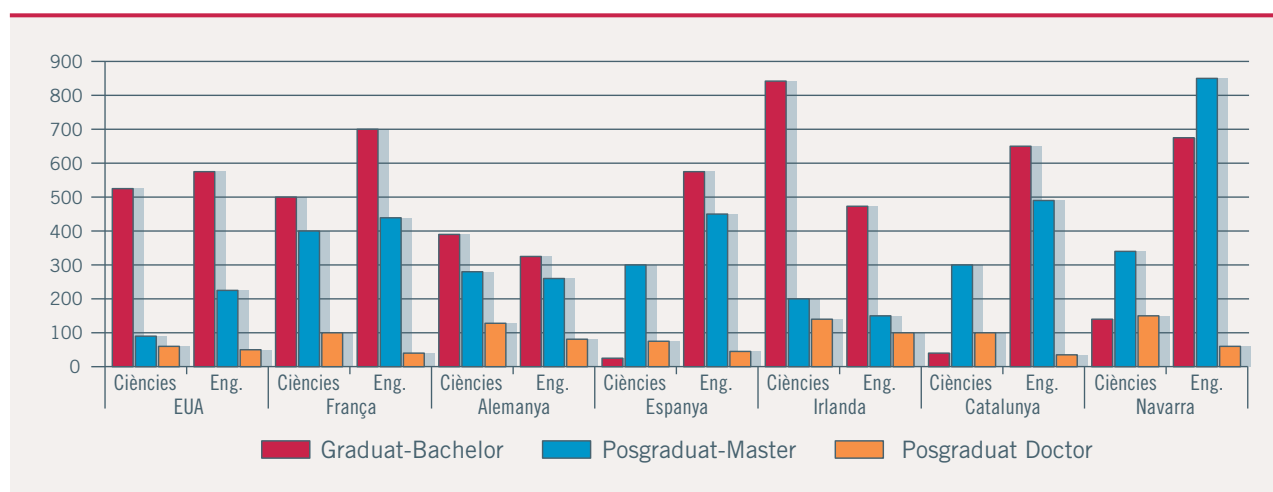
associat amb els màsters, i els doctors han estat associats amb els PhD. Per tenir una visió més precisa, hem separat els estudis de ciències dels d'enginyeria. Les dades mostren un patró bastant establert a escala internacional, amb una proporció decreixent en el nombre de graduats quan es passa del primer al segon cicle, que a Catalunya i al conjunt de l'Estat estaria clarament invertit en el cas de les ciències.

Un dels elements que condicionen el ritme de progrés dels estudiants és la seva dedicació als estudis, i en això els ajuts en forma de beques i crèdits (figura 16) hi poden influir de manera significativa. En l'àmbit de l'Estat, els ajuts estan molt per sota dels nivells que hi ha als països europeus quant a beques, i el recurs als préstecs està molt poc desenvolupat. A Catalunya, aquestes dades són encara molt inferiors. Cal esmentar, però, que Catalunya destaca¹⁴ pel que fa al nombre de beques internacional rebudes.

La percepció dels estudis de ciències i enginyeria

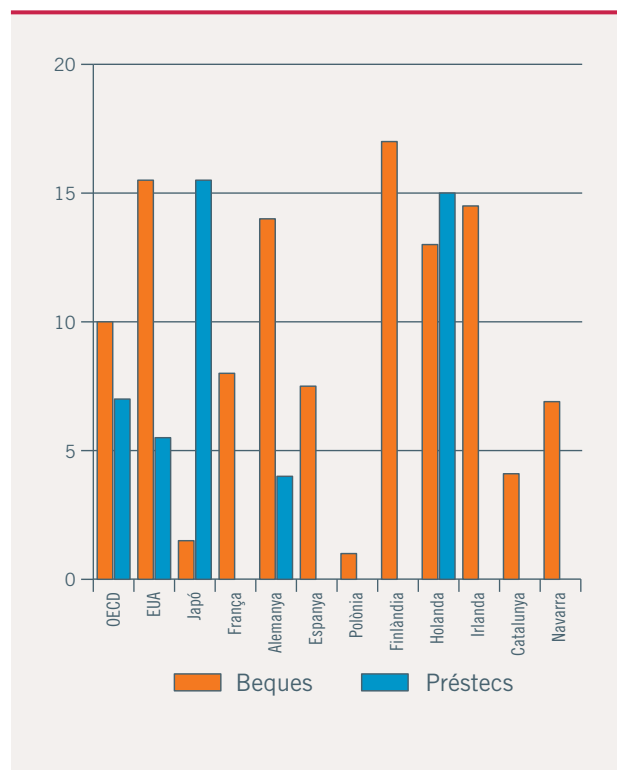
El nivell educatiu contribueix quantitativament al percentatge d'ocupació (figura 17), i també qualita-

Figura 15. Nombre de graduats a l'any per milió d'habitants en matemàtiques, ciències i tecnologia per nivells d'estudi l'any 2005



Font: Research and Development Statistics in Ireland.¹³

Figura 16. Volum de pressupost destinat a subsidis a l'estudi en l'àmbit universitari (beques i préstecs) com a percentatge del pressupost total destinat a l'educació universitària OECD

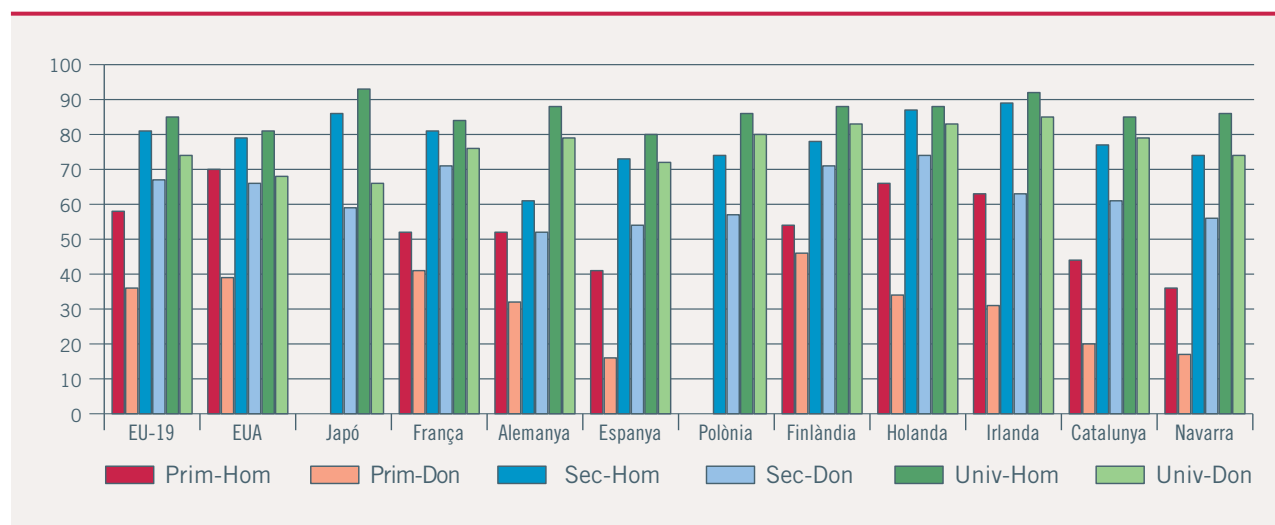


Font: OECD.¹⁵

tivament en forma de retribucions. Estudis realitzats als Estats Units¹⁶ mostren unes estructures salarials depenent del nivell d'ensenyament que resulten en proporcions de 20, 30, 40, 50 i 60 segons que es corresponguin amb estudis primaris, secundaris i universitaris pel que fa a *bachelor*, màster i doctorat. En aquest sentit, els estudis universitaris en general són percebuts positivament pels estudiants i les seves famílies. Aquesta opinió, però, no afecta en la mateixa mesura els diferents ensenyaments. Anàlitzem a continuació alguns dels aspectes que poden influir en l'elecció dels estudis de ciència i tecnologia:

- ▶ Tot i que, en general, la ciència i la tecnologia tenen una bona «audiència»¹⁸ segons l'Eurobaròmetre europeu en ciència i tecnologia¹⁹ (les persones molt interessades, el 35 %, o relativament interessades, el 49 %, representen el 84 %), i la medicina o el medi ambient desperten un interès elevat, temes com ara l'esport, la comunicació i la cultura desperten un interès encara més intens.
- ▶ Quan s'anàlitzava la percepció social de les diferents professions, es pot observar²⁰ que, en l'àmbit de l'Europa dels Quinze (EU-15), metges (71 %), científics (45 %), enginyers (29 %), jutges (28 %), esportistes (23 %) i artistes (23 %) estan per sobre

Figura 17. Percentatge d'ocupació per gènere i per nivell d'estudis (primaris, secundaris i universitat)



Font: OECD.¹⁷

del 20 %. Mentre que aquesta alta percepció de científics i enginyers és clara en països com ara Alemanya, França i Finlàndia, a Espanya, la percepció sobre els enginyers queda per sota de la dels esportistes i s'acosta molt a la percepció d'artistes i periodistes, i la percepció sobre les professions mèdiques, arquitectures o dret continuen altes.

El poc interès per la ciència rau en què les lliçons a l'escola no són prou atractives, els temes científics són massa difícils, els salaris i les carreres professionals no són prou atractius i que els joves estan menys interessats en el camp científic.

- ▶ Quan es pregunta als joves el perquè de la seva falta d'interès per la ciència, les raons són que les lliçons a l'escola no són prou atractives (25 %), que els temes científics són massa difícils (20 %), que els salaris i les carreres professionals no són prou atractius (15 %) o que estan menys interessats en el camp científic (15 %).
- ▶ Les actituds del públic en general a l'enquesta europea del 2005 sobre la qüestió de la falta d'interès dels joves en ciències i tecnologia eren: s'ha de fer més per animar les noies a entrar en aquests estudis (71 %); Europa s'ha d'obrir més als graduats de fora (63 %); les autoritats han de prendre mesures (60 %); les companyies ja trobaran la gent que necessiten (55 %); no s'ha de fer res, ja que ha de prevaler la llibertat individual d'elecció (45 %); es tracta d'una amenaça seriosa per al desenvolupament socioeconòmic del futur (42 %).
- ▶ En definitiva, hi ha una percepció força estesa que les carreres en ciències i tecnologia són poc atractives per als joves que inclou aspectes de remuneració, estructura de carrera, entorn de treball, estatus i imatge social. Aquestes percepcions poden variar lleugerament depenent del sector professional. Mentre que per al sector públic i universitari la remuneració i l'estructura de carrera professional podrien ser factors de més impacte, al món industrial la imatge de la professió podria ser un factor determinant.

Iniciatives a Catalunya

Conscients d'aquesta situació en l'àmbit de Catalunya, durant els darrers temps, i especialment durant l'últim any, s'han posat en marxa diferents iniciatives per promoure un entorn més favorable a l'aparició de noves vocacions que puguin ajudar a contrarestar aquesta tendència a la baixa en els titulats de ciència i enginyeria. Destaquen en concret:

- ▶ Des del Departament d'Ensenyament s'estan seguint amb atenció les iniciatives del moviment pedagògic europeu Ciència, Tècnica i Societat, que treballa en l'actualització dels currículums i els continguts de secundària per fer-los més propers als estudiants. També es col·labora en programes de promoció de les vocacions científiques a secundària, com ara el programa Prat de la Riba.
- ▶ Des de les universitats, s'han desenvolupat diferents alternatives per millorar la transició entre la secundària i la universitat, tant pel que fa a la informació i l'orientació com als continguts. El Saló Estudia, per exemple, constitueix un aparador en el qual les universitats aprofiten per acostar els ensenyaments als estudiants. El **Parc Científic de Barcelona** promou jornades de difusió de la ciència aprofitant trobades internacionals. També s'està fent un esforç per actualitzar els continguts i les denominacions dels estudis tècnics i facilitar l'esforç i la dedicació que requereixen.
- ▶ Els col·legis professionals identifiquen una dificultat creixent per cobrir un percentatge significatiu de les demandes que arriben de les empreses i estan desenvolupant iniciatives per acostar el concepte de la professió als joves. Diferents associacions d'ensenyants i professionals promouen activitats de difusió de la ciència i la tecnologia, paral·lelament al que es fa a escala europea.²¹
- ▶ L'**Institut d'Estudis Catalans** promou jornades científiques, i la **Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació**, iniciatives com ara la **Setmana de la Ciència**. Destaquen també les activitats del **CosmoCaixa**, les **Olimpíades Matemàtiques** organitzades per la **Societat Catalana de Matemàtiques**, les activitats de promoció de la tecnologia de la Fun-

dació Caixa Penedès i el **programa E2C3** (Estades d'Estiu de Ciència, de Caixa Catalunya), en el qual 53 joves de 4t d'ESO participen durant dues setmanes en diversos programes de recerca de la mà de primeres figures en l'àmbit internacional.

► La realització de diferents anàlisis, com ara l'estudi aprofundit per al sector TIC realitzat per la **FOBSIC**,²² preveu un desajust en la demanda d'uns 15.000 tècnics, que pot incrementar la rotació en els llocs de treball, les tasques encarregades fora de l'empresa i fora de Catalunya, la contractació de professionals forans o la formació en TIC de professionals propers. Una característica destacada és que, mentre el sistema acadèmic està produint titulats en cicles formatius i en primer i segon cicles universitaris en xifres força comparables, el sistema laboral requerirà progressivament més graduats de primer cicle i de cicles formatius, en la línia del que passa ja en països més consolidats tecnològicament, en una proporció aproximada de cicles formatius i associats (40 %), graduats de primer cicle (40 %) i graduats de segon cicle (20 %). Un altre estudi també alerta sobre les dificultats específiques en l'àmbit de les enginyeries d'informàtica i telecomunicacions i preveu disminucions significatives en el nombre de titulats a mitjà termini²³ (superior al 20 % d'aquí al 2010).

► A Catalunya, els representants empresarials manifesten la dificultat creixent de trobar professionals qualificats i la rotació professional que això està generant en el mercat. Entre altres mesures, proposen agilitar la implantació de la targeta blava europea, per atreure treballadors qualificats.²⁴

► Cal destacar, així mateix, la voluntat de les diferents associacions, instituts, col·legis professionals i universitats, com també del **Departament de Treball de la Generalitat**, d'incrementar la presència de dones en estudis tècnics i el seu accés a llocs directius.

seves necessitats de gent preparada, s'ha posat en marxa el programa **EnginyCAT**, liderat pel Departament d'Innovació, Universitats i Empresa per mitjà del Comissionat per a Universitats i Recerca (**CUR-DIUE**), en col·laboració amb els diferents estaments implicats per tal de fer front a aquesta situació.

El programa EnginyCAT està liderat pel Departament d'Innovació, Universitats i Empresa per mitjà del Comissionat per a Universitats i Recerca (CUR-DIUE), en col·laboració amb els diferents estaments implicats.

El programa ha dissenyat sis línies d'actuació (figura 18), que incideixen directament sobre les diferents etapes –educació preuniversitària, estudis universitaris i mercat laboral– i aborden els colls d'ampolla identificats anteriorment. Aquestes línies es concreten en nou actuacions de xoc que cal desenvolupar en el període 2008-2009 i que pretenen complir els objectius següents:

- **Incrementar el nombre de vocacions** en estudis universitaris de ciències i tecnologia amb èmfasi especial en les enginyeries, dedicant una atenció especial a la presència de les dones.
- **Millorar l'educació científica i tècnica** dels estudiants en l'educació preuniversitària.
- **Contribuir a la millora dels resultats acadèmics** en els estudis d'enginyeria.
- **Afavorir un millor encaix entre l'oferta i la demanda de professionals** en l'àmbit tecnològic.
- **Coordinar les actuacions existents en l'àmbit dels diferents agents**, cercant sinergies i evitant duplicitats.

Les actuacions orientades a un públic concret estan complementades per unes actuacions transversals destinades a la promoció, el màrqueting i la comunicació de la iniciativa. El programa també preveu la posada en marxa de la plataforma Observatori EnginyCAT, que seguirà l'evolució dels indicadors determinats, a la vegada que nodrirà d'informació i dades la resta del programa.

El programa EnginyCAT

Davant el desequilibri entre la disminució de titulats en ciències i tecnologia i la demanda de les empreses i les institucions de recerca per cobrir les

Conclusions

Com a resum sintètic, podríem dir que Catalunya necessita incrementar substancialment el percentatge de joves que es graduen a secundària (entre 10 i 20 punts percentuals). Amb un global de graduats de secundària més gran es podria incrementar la xifra absoluta d'estudiants que cursen cicles formatius i, en l'àmbit universitari, millorar els per-

centatges de graduació en el temps previst. En general, es necessita invertir la tendència de disminució dels candidats a cursar carreres de ciències i tecnologia, molt especialment en el cas de les dones.

Catalunya necessita incrementar substancialment el percentatge de joves que es graduen a secundària.

Figura 18. Línies bàsiques del programa EnginyCAT

LÍNIA 1. Què fa una enginyera? Què fa un enginyer? <i>ACCIÓ 1: VÍDEOS</i> Edició dels arxius multimèdia Distribució i difusió activa (web, correu electrònic) <i>ACCIÓ 2: MATERIALS D'ORIENTACIÓ</i> Elaboració de materials Dona i ciència Distribució i difusió activa LÍNIA 2. Explora! <i>ACCIÓ 3: TALLERS DE ROBÒTICA</i> Fase 1: comarques de Girona Fase 2: comarques de Lleida Fase 3: comarques de Tarragona Fase 4a: comarques del nord de Barcelona Fase 4b: comarques del sud de Barcelona Fase 4c: Barcelona ciutat Cada fase: dos mesos, 2.400 alumnes <i>ACCIÓ 4: COLÒNIES TECNOLÒGIQUES</i> Disseny i preparació de continguts Celebració: 2009	LÍNIA 3. Posa't a prova! <i>ACCIÓ 5: ACTE ANUAL REONEIXEMENT INST.</i> Cerca de guardons i premis Promoció de la iniciativa i la preparació Celebració de l'acte: 2008-2009 LÍNIA 4. Prepara't! <i>ACCIÓ 6: IMPULS A LA MODERNITZACIÓ CURRICULAR</i> Projectes estratègics de renovació curricular 2008-2009 <i>ACCIÓ 7: JORNADA INT. BONES PRÀCTIQUES</i> Jornada Internacional de Bones Pràctiques 2009 LÍNIA 5. Implica-t'hi! <i>ACCIÓ 8: PROGRAMA DE BEQUES ESTUDIANTS-MENTORS</i> Convocatòria de beques Execució de les beques 2008-2009 LÍNIA 6. El teu futur: la innovació! <i>ACCIÓ 9: ENCAIX OFERTA-DEMANDA PROFESSIONAL</i> Formació TIC de professionals assimilats Pràctiques a empreses (400 beques) Programes internacionals
--	---

LLUÍS JOFRE

Doctor enginyer de telecomunicacions.

Catedràtic del Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions de la UPC.

És director de la càtedra Telefónica-UPC, coordinador del programa EnginyCAT i membre de l'IEC.

Ha estat professor visitant a Supelec (París), Georgia Tech (Atlanta) i la Universitat de Califòrnia (Irvine), i també vicerector de la UPC i director de l'Escola Telecom BCN, del Pla Catalunya en Xarxa i de la FCR.

**Notes**

1. «Europe needs more scientists», *Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe* 2004. Comissió Europea, http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/cd/pdf/extra/report_en.pdf.
2. CONVERT, B. «Europa y la crisis de vocaciones científicas», *Revista Europea*, Formación Profesional, 35.
3. ZAMORA, J. (2004). «Un estudio estadístico sobre la supuesta crisis de vocaciones científicas». *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, 13 (deseembre), p. 38-45, <http://www.cica.es/aliens/aacte/revista/articulos/articulo13-3.pdf>.
4. Eurostat, Comissió Europea. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/>.
5. SCHERBOV, S. et al. *Probabilistic Population Projections for the 27 EU Member States Based on Eurostat Assumptions*, <http://www.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf>.
6. <http://www.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf>.
7. <http://www.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf>.
8. Ministerio de Educación, <http://www.mepsyd.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?id=310&area=estadisticas>.
9. Ministerio de Educación, <http://www.mepsyd.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?id=310&area=estadisticas>; Instituto Nacional Estadística <http://www.ine.es>
10. <http://stats.uis.unesco.org/unesco/TableViewer/tableView.aspx>.
11. Instituto Nacional de Estadística, <http://www.ine.es>.
12. <http://stats.oecd.org/wbos/Index.aspx?DatasetCode=RENRL>.
13. Research and Development Statistics in Ireland, 2006, http://www.forfas.ie/publications/forfas070325_gerd_report/forfas070325_gerd_report.pdf.
14. «La universidad española a examen». *Popular Science*, www.revistapopularscience.es.
15. <http://www.oecd.org/dataoecd/28/32/39254945.xls>.
16. Table, p. 220, 293-298, *Education US Census Bureau, Statistical Abstract of the United States*, 2008, <http://usa.usembassy.de/etexts/stab2008/educ.pdf>.
17. <http://www.oecd.org/dataoecd/17/33/39245311.xls>.
18. «Un interés ligeramente erosionado...», 2005, http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/special_euro/03/article_3151_es.html.
19. Social Values, Science and Technology, Eurobarometer, 2005, http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_225_report_en.pdf.
20. Third European Report on Science & Technology Indicators, 2003, http://cordis.europa.eu/indicators/third_report.htm.
21. Initiative for Science in Europe, <http://www.initiative-science-europe.org/>.
22. *Necessitats de recursos humans especialitzats en TIC*. Fundació Observatori per a la Societat de la Informació a Catalunya (FOBSIC), juliol de 2008.
23. «La falta d'enginyers i el seu impacte en el sector TIC». *Càtedra Everis UPC*, juliol de 2008.
24. European Union Blue Card, <http://www.europeanunionbluecard.com>.