



Agència
per a la Qualitat
del Sistema Universitari
de Catalunya

GUIA PER AL DISSENY D'UN PERFIL DE FORMACIÓ ENGINYERIA QUÍMICA

La qualitat, garantia de millora.



Agència
per a la Qualitat
del Sistema Universitari
de **Catalunya**

GUIA PER AL DISSENY D'UN PERFIL DE FORMACIÓ ENGINYERIA QUÍMICA

Document elaborat per la comissió de treball formada per:

Claudi Mans Teixidó, coordinador, de la Facultat de Química (UB); **Javier Tejero Salvador**, de la Facultat de Química (UB); **Francesc Valero Barranco**, de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (UAB); **Josep López Santín**, de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (UAB); **Xavier Font Segura**, de l'actual Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, inicialment Escola Universitària Politècnica de Medi Ambient (UAB); **José Ignacio Iribarren Laco**, de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial (UPC); **Javier Cañavate Ávila**, de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (UPC); **Isabel Villaescusa Gil**, de l'Escola Politècnica Superior (UdG); **Xavier Farriol Roigés**, de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Química (URV); **Miquel Gassiot Matas**, de l'Institut Químic de Sarrià (URL); **Anna Prades Nebot**, secretària, d'AQU Catalunya.

Biblioteca de Catalunya. Dades CIP

Guia per al disseny d'un perfil de formació : Enginyeria Química

Bibliografia

I. Mans Teixidó, Claudi

II. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya

1. Enginyeria Química - Ensenyament universitari - Currículums - Planificació

2. Disseny curricular - Ensenyament universitari

3. Títols acadèmics - Europa - Guies

378.14:66.0

© **Agència per a la Qualitat
del Sistema Universitari de Catalunya**

Via Laietana, 28, 5a planta
08003 Barcelona

Disseny i maquetació: Josep Turon i Triola
Imprès per: Treballs Gràfics, SA
Primera edició: juny 2006
Tiratge: 2.000

Dipòsit Legal: B-17.778 - 2006

Es permet la reproducció total o parcial del document sempre i quan se citi el títol de la publicació, l'**Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya** com a editora i els autors que han elaborat el document.

Presentació	5
Resum	7
Objectius	9
1 LA FORMACIÓ BASADA EN COMPETÈNCIES	11
1.1. L'Espai europeu d'educació superior	11
1.2. El marc de la formació universitària ara i aquí	12
1.3. Influències i condicionants	12
1.4. La formació en competències	15
1.5. El procés genèric de disseny d'un pla d'estudis	19
2 LA FORMACIÓ EN ENGINYERIA QUÍMICA	21
2.1. L'enginyeria química avui	21
2.2. Els objectius de la formació en enginyeria química	25
2.3. El perfil de formació. Idees generals	28
3 EL PERFIL DE COMPETÈNCIES DE L'ENGINYERIA QUÍMICA	31
3.1. El procés de consulta	31
3.1.1. Collectius a consultar	31
3.1.2. Instrument	32
3.1.3. Mostra	33
3.1.4. Anàlisi dels resultats	34
3.2. El perfil de formació de l'enginyer químic	35
Quadre 4. Coneixements científics i competències de laboratori fonamentals	35

Quadre 5. Competències específiques	35
Quadre 6. Competències transversals: personals, interpersonals i instrumentals	37
4 LA GUIA DEL DISSENY D'UN PERFIL DE FORMACIÓ DEL GRADUAT EN ENGINYERIA QUÍMICA	39
4.1. Fase prèvia. Definició del marc	41
4.1.1. Sistema d'assegurament de la qualitat	43
4.1.2. Sistema detallat de disseny general de plans d'estudis	43
4.1.3. Sistema de formació del professorat i del personal d'administració i serveis	44
4.2. Fase de disseny	44
4.2.1. La decisió sobre la metodologia que s'ha d'emprar en el procés de disseny.	46
4.2.2. La concreció de les competències que ha d'assolir el graduat	49
4.2.3. La selecció dels continguts que ha d'assolir el graduat	51
4.2.4. La decisió sobre les metodologies, estratègies i activitats docents que s'han d'utilitzar	52
4.3. Fase d'avaluació del disseny	69
Annexos	71
Annex 1. Carta adreçada als ocupadors	71
Annex 2. Qüestionari	73
Annex 3. Resultats de la consulta pública del perfil de formació d'Enginyeria Química a ocupats i graduats	79
Bibliografia i documentació	87

Presentació

El procés d'adequació de les titulacions a l'Espai europeu d'educació superior (EEES) és el marc perfecte per repensar a fons i de forma col·lectiva l'enfocament, el desenvolupament i els resultats que volem obtenir en aplicar no solament la nova estructura dels estudis, sinó també la nova manera de comptabilitzar el temps d'estudi i els nous mecanismes que assegurin el compliment dels estàndards internacionals. En aquest context, l'etapa de disseny del pla d'estudis és clau. És per això que AQU Catalunya va establir el programa DISSENY, amb la finalitat d'elaborar guies de disseny d'estudis concrets de manera horitzontal, és a dir, amb la participació de totes les universitats responsables d'impartir els ensenyaments. Per diverses raons, el programa s'ha centrat en tres titulacions: Medicina, Psicologia i Enginyeria Química. Les dues primeres guies ja han estat publicades i aquesta és l'última del programa dedicada a matèries concretes. La Guia que ara es presenta consta de tres parts, que van des d'un marc global de la reforma per adaptar-se a l'EEES fins a la definició del procediment per a la redacció del pla d'estudis adequat a cada cas.

A partir de l'experiència del programa DISSENY, enguany AQU Catalunya ha editat una guia general per a la presentació de propostes de titulacions, centrada en el cas dels màsters, que és el primer títol que s'adapta al nou format europeu.

El disseny d'estudis amb la participació de totes les universitats implicades requereix un grup de persones amb capacitat, voluntat, bones idees i sense prejudicis que, juntament amb un bon coordinador del grup, impulsin el projecte. En el cas dels estudis d'Enginyeria Química, hem tingut la sort de comptar amb un grup que no solament ha aportat totes les qualitats necessàries, sinó que hi ha posat, a més, una gran dosi d'entusiasme i de compenetració. Tot això té més mèrit encara si tenim en compte que hi han participat les sis universitats catalanes que imparteixen estudis d'Enginyeria Química o d'Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Química Industrial. En aquestes condicions, el resultat és immillorable, i tot fa pensar que aquesta Guia serà d'una gran utilitat en la posada en marxa dels nous plans d'estudis d'Enginyeria Química a escala de grau i una bona base per plantejar estudis de màster. En nom d'AQU Catalunya, voldria agrair a la comissió en general i al coordinador en especial la bona feina duta a terme.

Gemma Rauret Dalmau
Directora d'AQU Catalunya

Resum

El programa DISSENY de l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU Catalunya) té per objecte elaborar guies de disseny per a algunes titulacions de grau en el marc del procés de convergència europea, de la nova legislació espanyola i catalana, i amb criteris de disseny basats en competències.

Aquesta Guia és el resultat del treball dut a terme al llarg dels cursos 2003 a 2005 pel grup creat al si d'AQU Catalunya, en el marc del programa DISSENY i amb l'objectiu d'elaborar la metodologia que cal seguir per dissenyar el pla d'estudis de la titulació de graduat en Enginyeria Química segons els criteris recomanats per AQU Catalunya. Aquests criteris, en essència, consisteixen a dissenyar una titulació basada en la combinació de les competències requerides pels ocupadors —i que cal conèixer prèviament—, l'expertesa del centre on s'impartirà, les línies estratègiques del centre i la universitat, i la disponibilitat d'espais, d'equipament i de professorat amb les directrius pròpies de la titulació.

Aquest document consta de tres parts:

- Una reflexió inicial sobre el marc global de la reforma i el procés de convergència europeu, sobre els aspectes específics de la formació basada en competències (capítol 1) i sobre els aspectes específics de la formació en enginyeria química (capítol 2).
- El disseny d'una enquesta per tal de conèixer l'opinió d'ocupadors, professorat i acabats de graduar sobre quines competències cal assolir en la titulació, seguida d'una reflexió crítica sobre les respostes per part d'una comissió, i el disseny d'un perfil de competències genèric (capítol 3).
- La redacció d'un document on es defineixi un procediment de disseny del pla d'estudis d'una titulació adequat a un centre i una universitat determinats (capítol 4).

A l'annex es presenta el qüestionari utilitzat en la consulta realitzada a ocupadors, professorat i acabats de graduar, juntament amb la carta amb la qual es presentaven els objectius del projecte, i, finalment, els resultats descriptius del procés de la consulta.

El grup de treball ha estat constituït per representants de totes les universitats que actualment tenen titulacions d'Enginyeria Química (de cicle llarg) o d'Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Química Industrial (de cicle curt): UB, UAB, UPC, URV, UdG i URL.

Objectius

La Guia va dirigida als càrrecs acadèmics, professorat i tècnics de disseny que han de participar en el disseny de la titulació de grau d'Enginyeria Química, com també a avaluadors interns i externs de la titulació. Per extensió, pot ser útil per al disseny d'altres titulacions de grau i de postgrau de característiques similars a la d'Enginyeria Química, és a dir, titulacions experimentals amb un component aplicat important, amb vocació industrial i de serveis i amb un enfocament global de solució de problemes.

Els objectius de la Guia són:

- Establir bases per al disseny i la implantació de la titulació d'Enginyeria Química, que permetin combinar elements nous sense perdre de vista la implantació actual d'aquests estudis a Catalunya.
- Donar pautes per a l'avaluació interna i externa del disseny i la implantació de la titulació.
- Ser model de disseny per a altres titulacions anàlogues.
- Contribuir a fomentar els mecanismes de renovació pedagògica en l'àmbit universitari mitjançant suggeriments de noves metodologies didàctiques, impulsar una interacció més gran entre alumnat i professorat, i fer èmfasi en l'adquisició de competències.

S'ha optat per incloure certes perspectives de futur en els continguts. La bona acollida que tenen els enginyers actuals, siguin tècnics o superiors, no fa que s'hagin de deixar de banda aspectes que resulten importants per a l'acceptació actual dels graduats en Enginyeria, com ara l'aplicabilitat immediata d'alguns dels seus coneixements. Per això el document es mou entre la titulació actual, reconeguda i eficaç, i les noves línies de futur, tant de contingut com metodològiques i d'organització.

El document no entra en el disseny detallat del pla d'estudis, que és tasca del centre que l'hagi de desenvolupar. Cal que cada ensenyament d'Enginyeria Química pugui contextualitzar el perfil de formació partint de les realitats geogràfiques, les especialitats de coneixement, la disponibilitat de recursos i la tradició docent, entre d'altres.

Per al disseny del perfil de formació, el document no es limita a la tipologia dels llocs de treball actuals, sinó que es pren una perspectiva més àmplia i s'intenten cobrir les necessitats de formació de sectors avui poc vinculats a l'enginyeria química, i això en un entorn global, especialment europeu.

1

La formació basada en competències

1.1. L'Espai europeu d'educació superior

El sistema universitari europeu està en ple procés de creació de l'anomenat Espai europeu d'educació superior (EEES), per tal d'anar cap a una situació en què es faciliti la mobilitat d'estudiants i titulats, l'homologació, l'intercanvi i fins i tot la cotitulació entre els estats participants, i també en què es millori la competitivitat i la capacitat d'atracció de les universitats europees.

Aquest procés, conegut genèricament com a *procés de Bolonya*, es pot interpretar com el fruit de tres processos portats a terme de forma consecutiva i, en certa manera, independents entre ells:

- Un procés econòmic, que pretén fer d'Europa un dels centres més dinàmics de l'economia mundial, basada en la recerca i el coneixement, en la producció d'alt valor afegit i en el disseny de nous productes i materials. La seva expressió era la Comunitat Econòmica Europea.
- Un procés polític, que pretén, en síntesi, una integració més gran entre estats per assegurar més estabilitat, el manteniment —fins on es pugui— de l'estat social del benestar i la defensa dels valors democràtics, de la cultura i de la civilització. La seva expressió és la Unió Europea.
- Un procés acadèmic, que pretén vigoritzar les institucions acadèmiques europees mitjançant una mobilitat superior d'estudiants i de professorat, una transparència més gran entre les titulacions de diferents institucions i estats, i l'equiparació de títols per a la inserció laboral. La seva expressió és l'EEES.

Una de les novetats més notables del nou sistema és la creació de dos nivells de titulació, la de grau (o *bachelor*) i la de màster, que es pot cursar a continuació. Tots dos tenen voluntat de sortida professional, si bé, lògicament, en nivells i competències diferents.

1.2. El marc de la formació universitària ara i aquí

L'estructura del sistema universitari espanyol fa intervenir diferents instàncies en l'ordenació, la definició de titulacions, la decisió sobre currículums i l'acreditació. L'Estat defineix les titulacions homologades, el marc global, les directrius bàsiques de cada titulació i les seves competències professionals. Cada comunitat autònoma defineix el mapa de titulacions en la seva àrea, el finançament i altres aspectes d'implantació. Cada universitat opta per un catàleg d'ensenyaments d'acord amb les seves disponibilitats, vocació, tradició i entorn. I cada centre i cada departament dissenyen i imparteixen el programa docent d'acord amb el perfil de formació decidit.

Són les universitats, i no els col·legis o les associacions professionals, les que atorguen capacitat professional. Aquest principi, força específic d'Espanya, i força matisat i modificat en moltes professions, que dóna als col·legis respectius atribucions que els limiten considerablement, fa que el sistema universitari espanyol, i conseqüentment el català, sigui més intervencionista, comparat amb la major part de sistemes europeus. Efectivament, en molts llocs d'Europa són les universitats les que, en exercici de la seva capacitat i llibertat, defineixen quines són les titulacions que posen al mercat, amb quins continguts i amb quina durada. La intervenció dels poders públics no s'ha vist reduïda en el procés d'adequació del sistema espanyol a l'EEES, més aviat al contrari.

1.3. Influències i condicionants

Se segueix aquí l'esquema proposat pel *Marc general per al disseny, el seguiment i la revisió dels plans d'estudis i programes* (AQU Catalunya, 2002). Les influències i els condicionants a l'hora de dissenyar un perfil de formació qualsevol, i en concret per a una titulació tècnica com és l'Enginyeria Química, es poden resumir en vuit:

- Les **necessitats socials generals**, determinades principalment per l'Administració política:
 - El conreu i la difusió del **coneixement**.
 - La **culturalització i formació general** de la societat.
 - Les necessitats de **formació específica per a l'ocupació per tal de contribuir a la inserció laboral dels joves i dels acabats de graduar**.

- La **política territorial** general d'equilibri territorial, o de potenciació de zones, campus, clústers, etc.
- Les **necessitats del mercat laboral**, expressades principalment per mitjà de les demandes dels ocupadors:
 - L'estructura econòmica de l'**entorn proper** en constant evolució, amb nous productes, nous processos i noves tecnologies.
 - Les **expectatives de l'ocupador** sobre les característiques del graduat, que es concreten en aspectes de la formació superior, en continguts acadèmics i, sobretot, en competències i habilitats personals.
 - L'existència d'un mercat laboral amb diverses **titulacions concurrents i complementàries**.
 - L'existència d'una economia **globalitzada**, de ràpida evolució tecnològica i de mercats que genera una gran mobilitat, i l'alta freqüència de canvis d'empresa, de sector i de lloc de treball al llarg de la vida.
 - La incidència creixent de l'**autoocupació** i l'**emprenedoria**.
- Les **característiques de l'estudiant**, subjecte de la formació:
 - La **procedència** i la **formació prèvia**.
 - Les **capacitats i habilitats requerides** per a una titulació.
 - Les **limitacions** de comprensió per la manca de formació, d'experiència o de coneixements previs, que condicionen els continguts a oferir en cada estadi de la titulació.
 - La **disponibilitat temporal** i la capacitat de planificació, que cal que siguin suficients per a les exigències de la formació, d'acord amb el nivell que es pretén assolir.
- Les **expectatives i necessitats de l'estudiant**, manifestades en diferents aspectes:
 - La necessitat de **satisfacció intel·lectual**, tant pels continguts de l'ensenyament com per la metodologia usada.
 - La possibilitat d'una **planificació temporal flexible** adequada a les condicions particulars de l'estudiant.

- La possibilitat que els estudis satisfacin també les expectatives de **relació personal i d'intercanvi**, facilitades per la presencialitat dels estudis i per les possibilitats d'intercanvi amb universitats estrangeres, relacions amb empreses, etc.
- L'existència d'unes **expectatives d'ocupació** suficients, suportades per serveis adients com ara borsa de treball, pràctiques en empreses o fires d'ocupació.
- La **política universitària de les administracions**. Segons les opcions polítiques dels governs, es determinen les polítiques temàtiques, territorials, de gènere, etc. Aquestes polítiques són condicionants o determinants en el moment de fixar els perfils de formació de les titulacions i els centres implicats.
- Les **potencialitats internes** de centres i departaments implicats, en diverses facetes:
 - La disponibilitat d'espais, d'equipaments i de professorat adequats.
 - L'experiència i la tradició provades en la titulació o en altres de similars.
 - Els contactes fluids i les relacions sòlides amb l'entorn científic, tecnològic i professional implicat.
- Els **professionals** de les titulacions implicades:
 - Els col·legis i les associacions professionals poden influir i condicionar els perfils de formació i les titulacions respectives i les de l'entorn, per tal de mantenir els *statu quo* existents o modificar-los, amb motivacions corporatives.
 - La concurrència i la competència amb altres titulacions en el mateix espai professional, generadores de tensions.
 - La *judicialització* sobre bona part de les actuacions professionals.
- El **marc normatiu europeu, estatal i autonòmic**. És en el període de fixació de la normativa on els diferents agents han de jugar el seu paper i la seva capacitat d'influència i de convenciment.

1.4. La formació en competències

La competència és l'habilitat adquirida per dur a terme una tasca, un deure o un rol adequadament. Té dos elements distintius: està relacionada amb el treball específic en un context particular i integra diferents tipus de coneixements, habilitats i actituds.

En un sentit més ampli, les competències són els coneixements, les habilitats i les motivacions generals i específiques que conformen els prerequisits per a l'acció eficaç en una gran varietat de contextos que afronten els titulats superiors, formulats de tal manera que siguin equivalents pel que fa al significat en tots aquests contextos. No s'han de confondre les competències amb els trets de personalitat, que són característiques més estables de l'individu. També cal distingir les competències en el context de què es parla, de les competències professionals formulades en termes de prerrogatives i capacitat legal de portar a terme certes tasques pel fet de posseir una titulació determinada i/o pel fet de ser membre d'un determinat col·legi o associació professional.

L'interès per les competències transferibles respon a un problema molt antic: saber per què serveix allò que s'aprèn a l'escola. Tanmateix, el concepte o terme *competències* és bastant nou i es caracteritza, en general, per la confusió en l'ús de termes (competències clau, competències nuclears, habilitats, capacitats, actituds, etc.) i per la manca de marc teòric dels diferents estudis.

El projecte Tuning (González i Wagenaar, 2003) és un dels projectes més influents en l'àmbit europeu pel que fa al debat de les competències en l'educació superior. L'objectiu de la primera fase del projecte (2001-2002) va ser definir els continguts i els perfils professionals de set titulacions en una dimensió europea, tot identificant les competències tant específiques com generals o transversals per tal de desenvolupar, així, una metodologia per a la comprensió del currículum i la seva comparabilitat. L'informe del projecte Tuning (2003) assenyala tres grans factors que expliquen l'interès de desenvolupar les competències en programes educatius:

- La necessitat de millorar l'ocupabilitat en la nova societat del coneixement, a causa de factors com ara la ràpida obsolescència del coneixement o la necessitat d'aprenentatge al llarg de la vida.
- La creació de l'EEES, amb la necessitat d'establir referents comuns per a les titulacions (descriptors de Dublín per a *bachelor* i màster).

- L'existència d'un nou paradigma educatiu: centrat en l'aprenentatge de l'alumnat i que posa més èmfasi en els resultats o els objectius de l'ensenyament.

Les característiques clau de les competències són:

- Identifiquen la capacitat per dur a terme amb èxit una tasca o un rol, tant en contextos habituals com en contextos nous.
- Integren o combinen coneixements, habilitats i actituds.
- Es poden aprendre per mitjà d'allò que s'anomena «aprenent tot fent» (*learning by doing*) i es desenvolupen en evolució: de novell o principiant a expert.
- A diferència dels coneixements, les habilitats i les actituds, les competències no es poden avaluar independentment. Sempre s'avaluaran en un context determinat, fet que planteja dubtes sobre la seva transferibilitat.

Hi ha moltes classificacions publicades sobre les competències d'un graduat universitari, diferents en les llistes que proposen, en els termes que fan servir per descriure una determinada competència i en les formes d'estructurar-les. Una de les classificacions més usades és la del projecte Tuning, que pel seu lligam en tot el procés d'implantació de l'EEES val la pena reproduir aquí. L'objectiu del projecte Tuning és obrir el debat sobre la naturalesa i la importància de les competències, tant generals com específiques, en relació amb els continguts de les titulacions. En el projecte, a partir d'una llista inicial de 85 habilitats i competències, s'hi defineixen 30 competències que, de manera general, haurien de reunir els graduats de primer cicle. Aquestes competències s'han dividit en tres grups segons siguin instrumentals, interpersonal o sistemàtiques.

Instrumentals

- Capacitat d'anàlisi i de síntesi
- Capacitat d'organització i de planificació
- Coneixement general bàsic
- Coneixements clau bàsics de la professió
- Comunicació oral i escrita en la llengua nativa
- Competències elementals en informàtica
- Habilitat de gestió d'informació (recollir i analitzar informació de diferents fonts)

- Resolució de problemes
- Presa de decisions

Interpersonals

- Habilitats crítiques i d'autocrítica
- Treball en equip
- Habilitats interpersonals
- Habilitat de treballar en un equip interdisciplinari
- Habilitat de comunicar-se amb experts d'altres camps
- Apreciació de la diversitat i la multiculturalitat
- Habilitat de treballar en un context internacional
- Compromís ètic

Sistemàtiques

- Capacitat d'aplicar el coneixement a la pràctica
- Habilitats de recerca
- Capacitat d'aprendre
- Capacitat d'adaptar-se a noves situacions
- Capacitat de generar noves idees (creativitat)
- Lideratge
- Comprensió de les cultures i els costums d'altres països
- Habilitat de treballar autònomament
- Gestió i disseny de projectes
- Iniciativa i esperit emprenedor
- Preocupació per la qualitat
- Voluntat de tenir èxit

La classificació presenta diversos punts febles, com ara que hi ha diverses repeticions en diferents categories.

L'estudi de les diferents llistes i classificacions de competències porta a les coincidències següents:

- La majoria de competències referides a l'educació superior distingeixen entre les competències específiques i les competències transversals o genèriques.
- Dins les competències genèriques, n'hi ha unes quantes que es repeteixen insistentment: pensament crític, resolució de problemes (àmbit cognitiu), treball en equip, comunicació (àmbit interpersonal), iniciativa, responsabilitat, ètica, aprenentatge al llarg de la vida (àmbit personal) i «coses que són molt útils» com ara idiomes, informàtica, habilitats en la cerca de documentació, etc.

Per a cadascuna de les competències és possible identificar diferents nivells d'intensificació. Per exemple, probablement per dissenyar una assignatura de Comunicació, parlar de «comunicació oral» seria una categoria massa àmplia (caldrà parlar d'entonació, comunicació no verbal, oratòria, etc.), però parlar de «comunicació verbal» com a competència genèrica d'una titulació, cosa que implicaria programar al llarg de la carrera experiències en les quals l'alumne ha hagut de posar en joc la competència, és perfectament vàlid.

L'enfocament del disseny d'una titulació en termes de competències implica canvis notables en la institució educativa i en els seus membres docents i discent:

- Es fa molt més èmfasi en les formes actives d'aprenentatge, com ara la resolució de problemes, l'anàlisi de casos, la simulació de conducta, les pràctiques en entorns reals, etc.
- Requereix un canvi important del paradigma d'avaluació: es demana a l'estudiant que construeixi la resposta i requereix l'elaboració de proves d'execució o d'elaboració de productes, projectes, algorismes, protocols, informes, dictàmens...
- Demana un esforç de coordinació i de planificació global.

Per a aquesta Guia, caldrà definir una llista estructurada de competències consensuada i coherent, que determini un perfil de formació desitjat, a partir del qual es puguin plantejar continguts i metodologies docents. A aquests dos aspectes es dediquen els capítols 3 i 4 de la Guia.

1.5. El procés genèric de disseny d'un pla d'estudis

La proposta genèrica d'AQU Catalunya, en la publicació ja esmentada *Marc general per al disseny, el seguiment i la revisió de plans d'estudis i programes* (AQU Catalunya, 2002), és la base per a la present Guia, i aquí només se'n donaran els trets més importants. En essència, el procés de disseny d'un pla d'estudis haurà de constar de quatre punts, que s'hauran de desenvolupar successivament:

- L'anàlisi dels contextos intern i extern: necessitat i viabilitat.
- Els processos i els seus agents.
- Els elements estructurals del pla d'estudis.
- La planificació operativa del pla d'estudis.

Pel que fa a aquesta Guia, l'**anàlisi dels contextos intern i extern** es desenvolupa en dos moments. En el capítol 2 es plantegen la perspectiva i els objectius de la formació en enginyeria química avui, tenint en compte no tant sols les opinions dels autors i la bibliografia relacionada, sinó també el marc de titulacions espanyol, on s'haurà d'inserir aquesta titulació. I, atès que la Guia es basa en un disseny de pla d'estudis basat en competències, en el capítol 3 es fa una anàlisi detallada de les competències que ocupadors, docents i acabats de graduar defineixen com a competències desitjables per al graduat en Enginyeria Química.

El paper dels **processos i els seus agents** es detalla en el capítol 4, on en tres apartats es presenta la seqüència de les diferents etapes que ha de desenvolupar un centre a l'hora de dissenyar i d'implantar el pla d'estudis i d'avaluar-ne la implantació i el funcionament.

Pel que fa als **elements estructurals del pla d'estudis**, es desprenen en part de les directrius estatals i en part de la visió i dels objectius que la universitat i el centre defineixin. En aquesta Guia no es parla, ni tampoc en el darrer dels punts, de la **planificació operativa**, que dependrà de l'estructura, l'organització i les característiques de cada centre. L'objectiu de la Guia és donar pautes per tal que aquests dos punts es desenvolupin amb una metodologia coherent amb els plans estratègics definits i amb els objectius que se'n desprenen, d'una manera rigorosa, no arbitrària i documentada; la Guia no pot entrar a detallar quin pla d'estudis, quina metodologia docent o quines pautes d'avaluació són les que cal implantar. Els redactors de la Guia creuen que poden haver-hi diferents maneres de planificar el pla d'estudis, totes elles vàlides sempre que segueixin els principis abans esmentats.

2

La formació en Enginyeria Química

2.1. L'enginyeria química avui

El concepte *enginyeria química* és polisèmic, com molts altres termes vinculats a ensenyaments i professions. Aquest concepte indica una parcel·la de saber o **disciplina**, amb identitat pròpia i no coberta per altres disciplines. El mateix terme es refereix també a una **professió** o, millor, a un conjunt de professions que apliquen de forma raonada aquesta parcel·la de saber, combinada amb altres ciències i tecnologies. La mateixa denominació és també un **ensenyament** reglat. Hi ha alguns **centres de formació** i diversos departaments universitaris que es defineixen amb el nom de la disciplina. És també el nom d'una de les **àrees de coneixement** en què es classifiquen a Espanya els docents i investigadors.

L'enginyeria química com a professió i com a disciplina ha rebut moltes definicions des del moment en què es va identificar com a diferenciada de disciplines i professions anteriors, moment que va ser cap al 1880 a la Gran Bretanya. La primera definició de què hi ha constància és la de **J. E. Davis** (1901):

L'Enginyeria Química tracta del conjunt complet de la química de la fabricació.

La definició àmplia, descriptiva i explícita, si bé una mica antiga, de la **Institution of Chemical Engineers** del Regne Unit és, per a nosaltres, la més útil per centrar el marc, els continguts i les característiques de la professió:

L'Enginyeria Química és una branca de l'Enginyeria implicada en els processos en què la matèria experimenta un canvi de composició, de contingut energètic o d'estat físic; en els procediments per processar la matèria; en els productes resultants del processament, i en la seva aplicació per assolir objectius útils.

L'Enginyeria Química es fonamenta en les Matemàtiques, la Física i la Química; les seves operacions es desenvolupen sobre la base dels coneixements aportats per aquestes ciències, per altres branques de l'Enginyeria, per la Biologia i per les Ciències Socials.

La pràctica de l'Enginyeria Química consisteix en la concepció, el desenvolupament, el disseny, la innovació i l'aplicació dels processos i dels seus productes; també correspon a la pràctica de l'Enginyeria Química el desenvolupament econòmic, el disseny, la construcció, l'operació, el control i la direcció de les plantes químiques, i la recerca i la docència en tots aquests camps.

Una definició recent que introdueix un matís nou a la concepció del camp de l'enginyeria química és la de **J. Gillet** (2000):

L'Enginyeria Química és la concepció, el desenvolupament, el disseny, la millora i l'aplicació dels processos i dels seus productes.

En aquesta definició, ja no hi apareix la «química», sinó els «processos». Aquesta és la visió actual de la major part de centres de formació en aquest camp. L'enginyeria química és una disciplina generalista, que té com a àmbit propi *tota mena de processos i productes*. Abraça, doncs, els materials metàl·lics i els polímers, els productes químics, els adobs, els aliments, els medicaments, els cosmètics, el paper, les fibres tèxtils, el cautxú, el petroli i els seus derivats, els processos d'obtenció d'energia, els processos per a la indústria nuclear, i també els processos de tractament d'aigües i de residus sòlids, els processos biotecnològics i molts d'altres. I tot allò que, amb un component més o menys tecnològic, estigui al servei d'aquests sectors. Se supera així la limitació que associava, en certa manera, l'enginyeria química a la indústria química, entesa aquesta com la indústria de fabricació de productes químics domèstics o industrials.

De fet, a la vigent *Clasificación Nacional de Actividades Económicas* (CNAE-93 rev. 1, **Ministeri d'Economia**, 2003) s'observa que l'enginyeria química és la professió de referència en moltes de les activitats manufactureres i de tractament: al sector de la refinació (capítol DF de la CNAE), la indústria química (24), el reciclatge (37), el gas (402), la captació i depuració d'aigua (41), les mercaderies perilloses (63122), la recollida i el tractament d'aigües residuals (9001), d'altres residus (9002) i altres activitats de sanejament (9003). I comparteix protagonisme amb altres professions en molts altres sectors, com ara l'extracció de productes energètics (CA) o d'altres minerals (CB), la metallúrgia (27), les enginyeries (74202) o l'ensenyament (8022, 80302 i 80303), entre moltes d'altres.

Aquest enfocament global multisectorial de la professió i la disciplina de l'enginyeria química és teoritzat des dels anys vuitanta del segle passat per diversos informes i articles acadèmics, com ara els molt coneguts d'**AIChE** (1981), **The Amundson Report** (Amundson, 1988), **The Septenary Committee** (1985), l'informe per a l'**ECC** (1990), **Angelino** (1990) o **Charpentier** (2003), entre molts d'altres.

Els tipus d'empreses on els enginyers químics són més sol·licitats, i probablement també ho seran en el futur, són les *grans empreses avançades* i competitives i, sobretot, les petites i mitjanes *empreses de base tecnològica* i amb un component important de recerca i innovació. En aquestes empreses, del sector químic o de qualsevol altre sector, la *diversitat de funcions* de l'enginyer químic és també considerable. A la web de l'AIChE es descriuen fins a vint funcions diferents que un enginyer químic pot desenvolupar en la indústria, en els serveis o en l'Administració pública. La varietat d'aquestes funcions incidirà en el tipus de formació que s'haurà de proposar en els perfils de formació. Les dades de les dues enquestes d'inserció laboral dels graduats de les universitats públiques catalanes (AQU Catalunya, 2001 i 2005) corroboren, tal com mostra el quadre següent, les valoracions anteriors.

Quadre 1. Dades de l'enquesta d'inserció laboral (2001 i 2005)

- La **taxa d'ocupació** és alta (95% per als enginyers químics i 91% per als enginyers tècnics de l'especialitat en Química Industrial). Tots els graduats enquestats han treballat després d'acabar la carrera.
- La **branca d'activitat** econòmica és molt dispersa (encara més per als enginyers tècnics químics industrials). Només el 24% dels enginyers químics està a la indústria química o farmacèutica, i el 31% dels enginyers tècnics químics industrials. La majoria de graduats (59%) es troben en el sector secundari i el 41% en el sector de serveis.
- Quant a la **tipologia d'empreses**, els graduats troben feina en el sector privat (85,7% per als enginyers químics i 90,9% per als enginyers tècnics químics industrials). Només el 8,5% dels graduats treballen en empreses de menys de 10 treballadors, mentre que el 25,4% treballen en empreses de més de 500 treballadors. La majoria, però, treballen en empreses mitjanes, entre 11 i 500 treballadors. Segons la província, el nombre de treballadors de les empreses a Barcelona i Tarragona és lleugerament més alt que a Girona, mentre que els graduats que treballen fora de Catalunya són els que ho fan en empreses més grans.

- Pel que fa a les **funcions**, als tres anys de graduar-se, només el 9% dels enginyers químics es troben en funcions directives, i curiosament el percentatge és més alt per als enginyers tècnics químics industrials (13%); això ha estat així en els dos estudis d'inserció realitzats. Les funcions dutes a terme pels graduats són principalment tècniques (43% per als enginyers químics i 29% per als enginyers tècnics químics industrials) i d'altres funcions qualificades (23% per als enginyers químics i 39% per als enginyers tècnics químics industrials). En R+D trobem el 15% per als enginyers químics i el 7% per als enginyers tècnics, mentre que en funcions comercials el percentatge és molt més baix.

La titulació d'Enginyeria Química és també una bona via per a l'accés al món de l'alta direcció amb una base tècnica. Està prou provat que sobre uns fonaments científics o tecnològics és factible construir-hi un currículum de gestió, però del procés a la inversa no sol haver-hi exemples. Esmentem, per cloure aquest aspecte, que els enginyers químics van a un mercat de treball en *concurrència* i *competència* amb moltes altres titulacions. No sempre són els coneixements o les competències concretes el que fan triar l'ocupador entre una titulació o una altra; moltes vegades és determinant la tradició de l'empresa, els estudis propis de l'ocupador o altres factors no racionals.

L'estructura del món empresarial, especialment de les grans empreses, ha canviat notablement durant la darrera dècada. Fenòmens com ara la globalització i la focalització i especialització de les empreses les han portades a bescanviar actius per centrar-se en aquelles activitats per a les quals estan més preparades. D'altra banda, la influència de les tecnologies de la comunicació, el nou mercat global europeu, les preocupacions pel medi ambient i el desenvolupament sostenible, la seguretat laboral, la sanitat i la salut han renovat les empreses en molts àmbits. A part de canvis en el sistema productiu i en les estructures de personal, les empreses han fet un esforç d'aproximació al client, que les ha portades a més diversificació de productes, molt lligats a l'evolució del mercat. Les noves empreses, o certes divisions de les antigues empreses, han anat posant l'èmfasi en nous aspectes vinculats a la producció i el disseny de productes i processos. S'ha de tenir en compte, per tant, el canvi i la flexibilitat com a component que ha d'omplir tota la formació.

2.2. Els objectius de la formació en enginyeria química

L'antiga idea que és imprescindible una formació inicial completa i vàlida per a tota mena de situacions futures és avui dia obsoleta, malgrat que impregni encara algunes mentalitats i enfocaments de certs ensenyaments. L'aprenentatge al llarg de la vida (*Life Long Learning* o L3) és avui una necessitat indiscutible i indiscutida, en tots els àmbits i per a totes les professions. Aquesta necessitat ha estat abordada a escala política per totes les administracions, i té una concreció en les propostes de legislació europea (la Declaració de Bolonya i tots els documents que se'n deriven, l'*Informe Tuning* i altres) i de legislació estatal i autonòmica (*Marc general per a la integració europea*, AQU Catalunya, 2003).

L'objectiu de la formació bàsica en enginyeria química és la formació d'un professional amb les característiques següents:

- Creatiu, versàtil, adaptable, comunicador i capaç de treballar en equip.
- Capaç de treballar en les indústries de procés de qualsevol sector, en empreses i organitzacions al servei d'aquests sectors, o bé capaç de crear la seva pròpia empresa mitjançant un procés d'emprenedoria.
- Motivat per formar-se al llarg de la vida per tal d'adequar-se a un entorn industrial i social canviant.
- Èticament motivat per contribuir al benestar de la societat, la salut i la seguretat de les persones, i també al desenvolupament sostenible.

La formació al llarg de tota la vida abasta diferents etapes:

- Formació bàsica infantil, primària i secundària.
- Formació preuniversitària.
- Formació universitària reglada (primer, segon i tercer cicles).
- Formació continuada.

Pel que fa als perfils de formació dels ensenyaments universitaris, els tres cicles reglats que es proposen en la nova normativa (*bachelor*, màster i doctor) són tots tres de caràcter professionalitzador, amb sortides al mercat de treball des de cada nivell i amb possibilitat de més formació reglada o de formació continuada en qualsevol moment des de l'activitat laboral. Pel que fa al present treball, ens centrem òbviament en l'àmbit universitari reglat, i més específicament en el conjunt *bachelor* + *master*, sense deixar de reconèixer, però, la importància que té la formació preuniversitària en el sentit que determina el nivell d'entrada dels alumnes, i també la conveniència d'una coordinació més gran entre les ofertes de formació continuada i la formació reglada.

La formació universitària en enginyeria química ha anat canviant en paral·lel a les necessitats industrials. Aquesta evolució es pot resumir en unes quantes etapes, inseparablement lligades a les possibilitats de resolució dels models matemàtics:

- D'una etapa de preenginyeria, dominada per la química industrial descriptiva, es passa a una **primera etapa d'enginyeria**, en què es comença la modelització de les **operacions unitàries**, inicialment definides per Little i Walker (1915). Es passa així de la descripció d'un nombre inacabable de processos i productes a l'estudi de les operacions unitàries, mitjançant eines matemàtiques simples que usen les equacions de conservació, les equacions d'estat i l'equació de disseny, amb els coeficients globals i individuals de transferència. Les operacions unitàries i el seu estudi constitueixen el **primer paradigma de l'enginyeria química**. A partir de la dècada dels cinquanta es completa aquest paradigma amb el **concepte d'operació unitària química** i el seu desenvolupament posterior (Levenspiel, 1980).
- A partir de 1960 es desenvolupa l'aplicació dels tres **fenòmens de transport** a escala microscòpica per al disseny d'operacions i de processos. És el **segon paradigma** de l'enginyeria química, que inclou els conceptes de mode de contacte, balanços de població i perfils de propietat. El nivell matemàtic de la modelització s'ha incrementat considerablement, i també la dificultat de la resolució del model; s'ha guanyat generalitat i nivell científic, però s'ha perdut aplicabilitat immediata.

- El desenvolupament de noves eines experimentals i teòriques ha permès abordar el disseny a partir de principis i descripcions encara més bàsics, que entren en la descripció atómico-molecular i en l'estudi de la turbulència i la mesura de les fluctuacions de velocitat, de temperatura i de concentració. S'incrementa encara la complexitat matemàtica, i l'aplicabilitat immediata és més llunyana, tot i que la generalització permet abordar problemes inabastables amb els nivells anteriors de descripció. És el **tercer paradigma** de l'enginyeria química, que, complementat amb les tècniques adequades, permet la resolució de problemes complexos, tant a micro com a macroescala, abordables actualment amb les tècniques computacionals disponibles.

S'han incorporat a l'enginyeria química temes d'altres camps científicotècnics, com ara la **dinàmica** i el control de processos o la síntesi i **optimització** de sistemes, avui ja considerats genuïnament part de l'enginyeria química.

La incorporació de la **informàtica** als processos industrials de control i adquisició de dades, i a les noves facilitats de càlcul i simulació, ha modificat notablement tant els continguts de la formació en enginyeria química com la manera d'assolir aquests continguts, i ha canviat l'ensenyament i la professió mateixa en molts àmbits. Aquest aspecte és tan decisiu que no es pot abordar de forma breu aquí, i ens limitem a deixar-ne constància.

El grau creixent de complexitat, de conceptualització i d'abstracció dels paradigmes successius implica el problema de la metodologia pedagògica que cal emprar en la formació de l'alumne, que en termes generals no tindrà experiència industrial i no podrà contextualitzar amb facilitat l'ensenyament rebut. En els plans d'estudis s'haurà de tenir molt en compte aquest aspecte.

L'enginyeria química com a disciplina ha tingut i té una vocació generalista i d'ampli espectre, i participa en molts perfils de formació de diversos ensenyaments. S'han anat desenvolupant, derivades de l'enginyeria química o amb origen independent, diverses titulacions en què les aportacions genuïnes d'enginyeria química són rellevants i que podem imaginar formant part d'un conjunt de clústers temàtics: Biotecnologia, Enginyeria Ambiental, Ciències Ambientals, Enginyeria dels Materials o Ciència i Tecnologia dels Aliments serien algunes de les titulacions actuals amb un component rellevant d'enginyeria química.

2.3. El perfil de formació. Idees generals

El títol de primer cicle de **graduat en Enginyeria Química**, en la nova nomenclatura adaptada a l'EEES, de característiques generalistes i transversals, englobarà tant la titulació actual d'Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Química Industrial (actualment de primer cicle), com la titulació actual d'Enginyeria Química (actualment de primer i segon cicles). La durada de la titulació serà la que determini el marc legal corresponent. Es podrà accedir als estudis de màster amb 180 crèdits de la titulació, que hauran de comprendre tots els crèdits obligatoris. La titulació de graduat ha de tenir orientació professionalitzadora, si bé s'accepta que, en determinats casos i centres, hi hagi també una orientació cap a la continuïtat en un màster.

De la titulació de graduat se'n derivaran **màsters** (de segon cicle) amb orientació professionalitzadora o de recerca, amb possible orientació o component temàtic, i de caràcter avançat, que probablement correspondran a temàtiques que parcialment avui s'imparteixen com a ensenyaments de segon cicle o de certs postgraus. Alguns exemples que cal considerar, a part de la mateixa titulació de màster en Enginyeria Química, poden ser Enginyeria de Materials, Ciència i Tecnologia dels Aliments, Enginyeria Ambiental i potser les llicenciatures actuals de Biotecnologia i de Ciències Ambientals. Molts d'aquests estudis continuaran, amb el nou mapa de titulacions, com a titulacions de primer cicle o màsters. Per tant, els màsters que es derivaran del primer cicle d'Enginyeria Química amb aquestes temàtiques hauran de ser diferenciadors i complementaris d'aquests estudis, amb un fort component tècnic i d'aplicació industrial.

El programa de formació hauria d'estar determinat per la definició de **competències** professionals i acadèmiques, i no hauria d'estar limitat a la tradició acadèmica o supeditat als temes de recerca avançada que es desenvolupin als centres. En la seva definició s'han de fer intervenir necessàriament els diversos interlocutors socials implicats, especialment els ocupadors, i els graduats amb feina, juntament amb l'acadèmia, els col·legis professionals corresponents i l'Administració.

Una de les competències que cal desenvolupar és la capacitat d'**emprenedoria**, el foment de l'esperit emprenedor i de la creació d'empreses intensives en coneixement, a partir d'innovacions fetes a la mateixa universitat (*spin-off's*) o aprofitant oportunitats del mercat. S'han de potenciar les polítiques en aquest sentit en tots els àmbits: universitat, patronals, col·legis professionals i administracions públiques.

La metodologia de formació ha de donar gran protagonisme a tres aspectes lligats a la realitat professional:

- El plantejament de **problemes reals** per ser resolts en un termini prefixat, com ara projectes, problemes industrials, treballs final de carrera (lligats a empresa o recerca aplicada), grups de treball o de discussió de situacions reals, i moltes altres opcions a explorar.
- El contacte amb la realitat industrial, amb el foment de visites, estades i pràctiques en **empreses** d'una durada apreciable, realment supervisades i tutelades des de l'acadèmia, amb objectius concrets i planificació al màxim de rigorosa. Aprendre les relacions de dependència i d'autoritat, l'acompliment de terminis o la presa de decisions en absència de tota la informació són aspectes molt difícils de simular en el món acadèmic.
- La participació de professionals industrials en la definició i la impartició de l'ensenyament, via professorat associat o figures similars, cosa que es considera imprescindible per a la formació real del futur professional.

3

El perfil de competències de l'Enginyeria Química

La definició d'un perfil de competències és un pas clau, perquè és a partir d'aquest perfil que cal desplegar tot el seguit d'activitats formatives que en permetran l'assoliment. En conseqüència, cal determinar les competències del perfil amb el màxim rigor i objectivitat, basant-se en evidències si és possible. En aquest cas, una gran part de les evidències de què es disposa són les opinions sobre les habilitats i els coneixements per als quals el perfil de formació ha de preparar, i per això és essencial assegurar la qualitat i representativitat dels informadors.

Les consultes a la comunitat acadèmica i al sector professional i laboral sobre el perfil de formació fan possible validar els programes de formació. Aquesta informació també permetrà obtenir opinions complementàries i detectar altres aspectes que haguessin pogut passar per alt en un primer redactat. A més, la realització d'una consulta és una bona ocasió per donar a conèixer el perfil de formació a tots dos col·lectius.

3.1. El procés de consulta

3.1.1. Col·lectius a consultar

S'ha estimat necessària la consulta als tres principals agents implicats (*stakeholders*): graduats, professorat i ocupadors.

- El **professorat** ha de ser l'actor i l'agent provocador del canvi. És el millor coneixedor del col·lectiu de graduats que forma, i també dels avenços i de l'evolució dels continguts de les disciplines acadèmiques implicades. Una primera qüestió que cal decidir és la possibilitat de consultar només el professorat dels departaments troncal de l'ensenyament, o també el professorat de tots els departaments implicats en la docència del programa de formació de l'ensenyament. En el cas del grup del programa DISSENY d'Enginyeria Química, a més del professorat dels departaments d'Enginyeria Química, també s'ha enquestat el professorat d'altres departaments que estava personalment més implicat en la docència dels estudis d'Enginyeria Química.
- La idoneïtat i la coherència d'un perfil de formació han de ser valorades, també, pels qui estan fora del sistema educatiu, **graduats** i **ocupadors**. Aquests dos col·lectius estan en disposició de poder contrastar en quina mesura el perfil de formació els és útil. Per a l'ensenyament d'Enginyeria Química, i en general per a qualsevol enginyeria, el col·lectiu dels ocupadors és especialment rellevant, per tal com les enginyeries es defineixen precisament per la seva vocació d'aplicació dins el camp industrial. Pel que fa als graduats, s'ha optat per enquestar els acabats de graduar, perquè tenen més present el programa de formació cursat. S'ha distingit entre els que són becaris, els que treballen en l'empresa i els que estan a l'atur. També s'han diferenciat les respostes que corresponen a diferents titulacions actuals: enginyers tècnics industrials, enginyers químics i enginyers industrials.
- No s'ha consultat els **estudiants**, perquè es considera que encara no disposen d'una visió clara del perfil de formació global o de la idoneïtat o l'adequació del perfil de formació.

3.1.2. Instrument

Es va elaborar una llista de competències i característiques professionals amb la qual es va construir un qüestionari desglossat en tres blocs d'ítems o preguntes (vegeu l'annex 2). A cadascun dels ítems li corresponia una escala valorativa de l'1 (molt poc important o gens rellevant) al 4 (molt important o del tot rellevant).

Quadre 2. Dimensions del qüestionari

Blocs del qüestionari	Nombre d'ítems
Fonaments científics	6
Habilitats pràctiques	15
Competències transversals	
■ Competències de relació	5
■ Competències de comunicació	3
■ Competències personals	2
Total	31

En cadascun d'aquests blocs, s'hi van deixar espais on poder afegir competències no considerades.

Paral·lelament, es va elaborar una carta per acompanyar el qüestionari en què s'explicava l'objectiu del programa DISSENY. S'hi destacava que, amb la informació rebuda dels resultats de l'enquesta, es pretenia definir més correctament el perfil de sortida (*outcomes*) del graduat en Enginyeria Química.

3.1.3. Mostra

Cada membre del grup de treball es va encarregar de recollir els qüestionaris entre el professorat i els graduats de la seva facultat. La consulta a ocupadors va ser l'única que es va dur a terme de manera centralitzada.

Entre els mesos de desembre de 2004 i març de 2005 es van recollir un total de 165 enquestes, distribuïdes de la manera següent:

Quadre 3. Col·lectius consultats

Professorat	94	57%
Graduats	48	29%
Ocupadors	23 ¹	14%
Total	165	100%

3.1.4. Anàlisi dels resultats

L'anàlisi descriptiva de les respostes tancades va mostrar l'alta acceptació de totes les competències proposades com a pròpies del perfil, la qual cosa no és sorprenent, ja que el perfil fa referència al nucli essencial de competències de l'enginyer químic i recull, en gran part, les competències proposades en altres estudis recents sobre els perfils professionals propis de l'enginyeria química ja consensuats i desenvolupats recentment, com són el de la Working Party on Chemical Engineering Education <<http://www.efce.info/wpe.html>> de l'European Federation of Chemical Engineering <<http://www.efce.info/>> o el llibre blanc de la Agencia Nacional de Evaluación, Calidad y Acreditación (pendent de publicació).

En els casos en què la mitjana és baixa però la discrepància entre ocupadors i professorat és elevada, es va acordar considerar especialment i fer prevaler l'opinió dels ocupadors, per tal com un dels objectius clau del nou enfocament dels perfils de formació és aconseguir una transferència més gran entre allò après a les aules i allò necessari al món laboral.²

L'anàlisi de les aportacions a les respostes obertes va fer que la comissió decidís incloure en el perfil dues competències noves i modificar el redactat d'unes altres dues. La versió definitiva del perfil és el que es mostra a continuació.

¹ D'aquestes enquestes, 15 respostes es van obtenir per correu electrònic (d'una base de dades de 51, és a dir, el 29%) i 5 per correu postal (d'una tramesa de 68). El correu electrònic ha estat, doncs, una bona forma de contacte per al col·lectiu d'ocupadors, probablement perquè així resulta més còmode contestar, tot i la pèrdua d'anonimat que comporta.

² Aquest va ser el cas de «Tenir coneixement suficient de la normativa i la legislació», que presentava la mitjana més baixa a causa de la poca valoració entre el professorat, però amb una mitjana molt més elevada entre ocupadors i alumnat. Si bé en el grup de treball hi ha consens en el fet que no té sentit «explicar» articles, l'opinió dels ocupadors s'incorpora en el sentit que és necessari fer veure als futurs professionals que la normativa determina la seva feina; és a dir, no es tracta de convertir la legislació en una assignatura, sinó d'incloure-la dins les assignatures com a marc imprescindible per a la formació.

3.2. El perfil de formació de l'enginyer químic

Quadre 4. Coneixements científics i competències de laboratori fonamentals

- Tenir capacitat per emprar els coneixements del perfil per establir i resoldre analíticament, numèricament i gràficament una varietat de problemes típics de l'enginyeria química.
- Tenir coneixement rellevant de les ciències bàsiques, i en particular de matemàtiques —incloent-hi estadística—, química, biologia, física i principis d'economia, que permeti la comprensió, descripció i solució de problemes típics de l'enginyeria química.
- Tenir suficients coneixements i criteris de química orgànica, química inorgànica i química física, de bioquímica i de ciència dels materials.
- Comprendre els principis en què es basen els mètodes moderns de l'anàlisi química, les seves limitacions i l'aplicabilitat als processos químics.
- Conèixer les diferents operacions de reacció, separació, transport i circulació de fluids i processament de materials involucrades en els processos industrials de l'enginyeria química.
- Comprendre els principals conceptes del control de processos d'enginyeria química.

Quadre 5. Competències específiques

Coneixements teòrics específics

- Comprendre els principis bàsics en què es fonamenta l'enginyeria química:
 - Balanços de matèria, energia i quantitat de moviment.
 - Termodinàmica, equilibris entre fases i equilibri químic.
 - Cinètica dels processos físics de transferència de massa, d'energia i de quantitat de moviment, i cinètica de la reacció química.

Competències pràctiques específiques

- Tenir l'habilitat per dissenyar processos, equips i instal·lacions d'enginyeria química.
- Tenir l'habilitat per analitzar problemes complexos en l'àrea d'enginyeria química.
- Ser capaç de jutjar la viabilitat econòmica d'un projecte industrial d'enginyeria química.
- Tenir la capacitat per emprar els coneixements i les competències anteriors per elaborar un projecte d'enginyeria química.

L'impacte de la professió

- Comprendre el rol central de l'enginyeria química en la prevenció i la solució de problemes mediambientals i energètics, d'acord amb els principis del desenvolupament sostenible.
- Valorar de manera estructurada i sistemàtica els riscos per a la seguretat, la salut i la higiene, en un procés existent o en fase de disseny, i aplicar-hi les mesures pertinents.
- Ser capaç de comprendre l'impacte de les solucions d'enginyeria en el context ambiental i social.
- Tenir assumits els valors de responsabilitat i ètica professional propis de l'enginyeria química.
- Tenir coneixement suficient de la normativa, la legislació i les regulacions pertinents en cada situació.

Competències de recerca

- Interpretar situacions i fets experimentals.
- Planificar, executar i explicar experiments en les diferents àrees de l'enginyeria química, i saber informar-ne.
- Saber emprar la bibliografia científica i tècnica i les fonts de dades rellevants.

Quadre 6. Competències transversals: personals, interpersonals i instrumentals

- Ser autònom, dinàmic i organitzat, amb capacitat analítica i de síntesi, amb capacitat d'anàlisi crítica i amb capacitat de prospectiva.
- Tenir autoestima i tolerància a la frustració.
- Estar orientat a la consecució de resultats, amb habilitat per a la resolució de problemes en absència d'evidències, amb creativitat, amb capacitat d'iniciativa i capacitat de decisió i gestió de la informació.
- Tenir capacitat d'autoavaluació i capacitat autocrítica constructiva.
- Ser capaç d'aprendre per compte propi. Reconèixer la necessitat de l'aprenentatge al llarg de la vida i posseir una actitud activa per fer-ho.
- Tenir disposició a acceptar la cultura d'empresa i saber adaptar-se a l'estructura i les formes de funcionament (sistemes de presa de decisions, relacions amb companys i directius, predisposició a assumir riscos, etc.).
- Estar al dia de les innovacions del propi camp professional i saber analitzar les tendències de futur.
- Tenir capacitat d'innovar, tant per donar resposta a les noves circumstàncies o als nous sistemes organitzatius com per permetre optimitzar el procés productiu.
- Ser capaç de comunicar-se de forma efectiva, clara i concisa, oralment i per escrit, mitjançant presentacions amb els suports adients, tot adequant l'estil i el contingut del llenguatge a l'interlocutor o a l'auditori.
- Tenir condicions de lideratge i negociació, ser capaç d'emprar els recursos mobilitzadors pertinents per dirigir i liderar equips de treball, motivar els col·laboradors, generar empatia i negociar.
- Ser capaç de treballar en equip i d'adaptar-se a equips multidisciplinaris i internacionals a diferents escales.
- Tenir una fluïdesa acceptable en l'ús de l'anglès com a idioma de comunicació i relació social i coneixements d'algun altre idioma rellevant en l'àmbit mundial.
- Tenir experiència en l'ús del *software* apropiat, tant genèric com específic de l'enginyeria química.

4

La guia del disseny d'un perfil de formació del graduat en Enginyeria Química

En aquest capítol es dona la guia per al disseny dels plans d'estudis d'una titulació concreta en una universitat. S'inicia amb un conjunt de consideracions en què s'hauria de basar el disseny del currículum, i després es presenten un conjunt d'ítems que cal tenir en compte a l'hora de fer el disseny del pla d'estudis. Aquest plantejament pressuposa que el seu grau d'acompliment dona una idea de la qualitat del disseny de la titulació, i també de la qualitat del centre i la universitat que l'ha dissenyat.

Les consideracions prèvies a l'hora d'abordar el disseny d'un perfil de formació de grau en Enginyeria Química són les següents:

- **Implicacions del concepte d'aprenentatge al llarg de la vida (L3):**
L'aprenentatge al llarg de la vida és assumit com un element estructural de la formació. La perspectiva de la formació de determinats titulats, consistent a subministrar informació per afrontar qualsevol eventualitat previsible en qualsevol situació es considera obsoleta. Des d'aquesta nova perspectiva, és erroni, per tant, intentar confegir perfils de formació complets i exhaustius per al graduat; cal formar la persona en una perspectiva àmplia i globalitzadora. La perspectiva multiescala sembla la més eficient. La formació nuclear hauria de permetre comprendre com funcionen i com es relacionen entre ells els diferents àmbits de descripció i d'escala en enginyeria química. Per exemple, comprendre com funciona una operació unitària qualsevol, quina informació addicional pot donar la descripció a escala microscòpica dels fenòmens de transferència que hi tenen lloc i com s'integra amb altres operacions a escala d'una planta

completa. És impossible, però, plantejar-se que la formació ha de permetre al graduat conèixer amb el mateix detall totes les operacions, tots els mecanismes de transferència i la integració de totes les operacions en un sistema complex, amb els sistemes de regulació i control inclosos.

- **Formació bàsica i formació aplicada:** El graduat ha de tenir eines suficients per entrar en el món del treball. Ara bé, això no implica formar en receptes i aplicacions concretes vàlides per al moment actual, però que seran obsoletes al cap de poc temps. S'hauria de dotar l'estudiant de la capacitat de dur a terme una acció reflexiva i de la capacitat d'autocrítica. Per exemple, i reincidint en el comentari de l'apartat anterior, no cal que sàpiga dissenyar realment un reactor, però sí comprendre'n les bases del disseny.
- **Abstracció i concreció:** La limitació de temps, de vegades, fa impossible explicar tot allò que constitueix el cos complet de doctrina d'una determinada matèria. En aquestes situacions se sol augmentar un grau el nivell d'abstracció dels continguts: per exemple, vist que no hi ha temps de veure totes les operacions unitàries basades en l'equilibri entre fases, es treballa una seqüència d'equilibris genèrica, aplicable a qualsevol operació, però sense contextualitzar-ho a cap. Aquesta generalització, molt correcta i necessària, no sembla que respongui a una bona pràctica pedagògica, atès que la conceptualització s'ha de basar en un coneixement previ d'allò que es vol conceptualitzar, i no es pot substituir una cosa per l'altra. La capacitat de resolució mecànica de models matemàtics complexos que demostren els estudiants no necessàriament està lligada a la comprensió de la realitat descrita pel model matemàtic, i que és realment allò que s'hauria de pretendre que aprenguéssim. Entre els experts hi ha consens en l'opinió que aquesta formació desmotiva l'estudiant i li impedeix assolir la comprensió de la realitat. En línia amb el comentari anterior, es proposa que determinades matèries generalitzadores però d'elevada abstracció, com ara els fenòmens de transport, es reservin per al màster i no per al grau.

- **Impuls de la motivació de l'estudiant:** La motivació és un element fonamental per facilitar l'ensenyament, des del primer contacte amb la titulació. Per a això, es proposa que el primer curs tingui una perspectiva clarament d'enginyeria —com ara la que dona l'assignatura de balanços de matèria i energia— més que no pas de subministrament d'eines bàsiques —matemàtiques, física— descontextualitzades. Seria molt interessant que els problemes d'aquestes assignatures, en especial les matemàtiques, estiguessin relacionats amb el món quotidià de l'enginyeria química, com per exemple plantejant la resolució d'equacions diferencials representatives. De totes maneres, l'experiència recent sobre la formació que porten els nous alumnes en les eines bàsiques fa que sigui difícil la descontextualització total i possiblement hauran de conviure. La comprensió dels fonaments serà més engrescadora un cop es dominen les aplicacions dels conceptes.
- **Seqüenciació tenint en compte la perspectiva pedagògica:** Pel que fa a l'organització del currículum, es considera més adequat un currículum que respongui en tant que sigui possible a les necessitats formatives dels estudiants. Tot i que el plantejament d'iniciar l'ensenyament amb unes fortes bases de fonaments que permetrien entendre de manera sòlida les aplicacions posteriors és conceptualment lògic, a escala metodològica es considera que la comprensió es facilita quan l'estudiant pot partir de les pròpies vivències i quan veu la necessitat de la utilització d'unes eines concretes, i així es posen en joc els elements motivacionals de l'aprenentatge. Els fonaments adquireixen significat per a l'estudiant un cop ja en coneix la utilitat.

4.1. Fase prèvia. Definició del marc

El disseny de qualsevol perfil de formació s'ha d'inserir en un marc general de titulacions definit per la universitat i el centre, com també en el circuit de decisions propi de la universitat i en la seva política docent. Per això, i simplement com a recordatori, s'indiquen aquí el conjunt d'accions que, prèvies al disseny del pla d'estudis d'Enginyeria Química, caldria haver fet.

- En termes generals, **correspon a la universitat** la decisió última sobre el catàleg de titulacions desitjable. Els factors principals que s'han de tenir en compte per al disseny d'una titulació són, entre d'altres:
 - El pla estratègic de la universitat, que s'haurà basat en la perspectiva de futur estimada, en el tipus i la qualitat de les relacions externes de la universitat amb el seu entorn sociolaboral pròxim o llunyà i en la missió de la universitat.
 - El mapa de titulacions actuals avaluades i la coincidència amb titulacions d'altres universitats.
 - Les dades d'inserció laboral dels graduats en les diferents titulacions actuals i les previsions de la demanda de graduats de la titulació i de titulacions afins en la societat catalana, espanyola i europea.
 - L'anàlisi detallada de les dades provinents de l'entorn socioeconòmic.

- **Correspon al centre** la proposta i la decisió sobre l'estructura de les titulacions que li hagin estat assignades. Els factors principals que s'han de tenir en compte, entre d'altres, són:
 - Els factors indicats en el paràgraf anterior, adequats a l'entorn del centre, i especialment la concreció de la missió de la universitat, tenint en consideració els elements sociogeogràfics de l'entorn.
 - L'aplicació i el desenvolupament del pla estratègic de la universitat a escala de centre.
 - La disponibilitat de recursos actuals, en termes de personal, d'instal·lacions, de *know-how* transferible, de relacions externes i de les mancances previsible.

- **Correspon al departament** la presa de decisions sobre continguts i activitats de les matèries que se li encarreguin. Els factors principals que s'han de tenir en compte són, entre d'altres:
 - Els factors indicats en els paràgrafs anteriors, adequats a l'entorn del departament.
 - L'aplicació i el desenvolupament del pla estratègic de la universitat i del centre a escala de departament.

- Els recursos materials i humans, el *know-how* detallat.
- L'explicitació de la relació entre recerca, docència i serveis en tots els àmbits, i l'impacte de la recerca en la docència a escala de graduat.

La universitat ha d'haver definit, prèviament al disseny d'un nou pla d'estudis, diversos aspectes i mecanismes de tipus general. Tot seguit n'esmentem els més fonamentals.

4.1.1. Sistema d'assegurament de la qualitat

La universitat segueix un model d'assegurament de la qualitat que ha de preveure també el disseny de les noves titulacions. Ens limitem aquí a fer-ne esment i a indicar que en cada cas concret cal adaptar els continguts i suggeriments d'aquesta Guia a la situació i als mecanismes aprovats i implantats a cada universitat i centre. Al punt 4.3 es tornarà a parlar d'aquest aspecte.

4.1.2. Sistema detallat de disseny general de plans d'estudis

Hi haurien de constar:

- Les responsabilitats del centre i del departament en la fase de disseny.
- L'organigrama detallat del mecanisme de disseny.
- La definició de les estratègies i les activitats aplicables, els recursos disponibles i el sistema per plantejar la sol·licitud de nous requeriments docents deguts al nou pla d'estudis.
- Un calendari rigorós i realista d'aplicació.
- El procediment de modificació d'un perfil de formació.
- El procediment d'avaluació del procés de disseny.

4.1.3. Sistema de formació del professorat i del personal d'administració i serveis

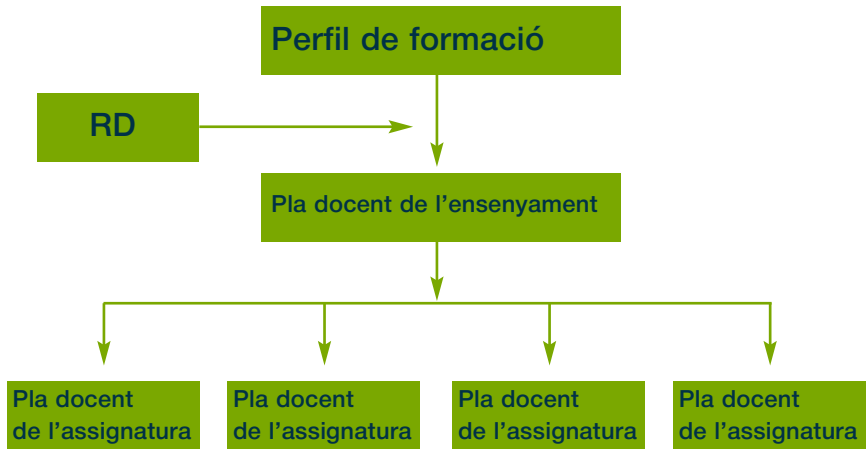
És un aspecte indestruïble del disseny dels nous plans d'estudis, i més amb el canvi conceptual i metodològic que implica el procés de convergència europea en l'EEES i el sistema de transferència de crèdits europeus (ECTS). No ho tractarem en aquest document, però no és sobrer ressaltar la necessitat de formació específica pel que fa a l'adequació dels treballs pràctics, les pràctiques en empreses o el projecte final de carrera, aspectes aquests més específics de les titulacions científicotècniques com és l'Enginyeria Química. La formació del professorat novell és un aspecte especialment rellevant, com també l'ajut al professorat sènior per a l'adaptació a noves metodologies i nous plantejaments docents. Cal abordar aquesta qüestió des de la universitat en conjunt, però responent a les necessitats de formació específiques del centre o de col·lectius de professors.

4.2. Fase de disseny

Aquesta és la fase específica de tota la guia de disseny i a la qual estan dedicades les reflexions dels tres capítols anteriors. Per tal que el procés de disseny sigui un procés de qualitat, adequat a les necessitats socials concretes i que al mateix temps sigui compartit pel col·lectiu de professorat i personal d'administració i serveis (PAS) que l'ha d'implantar, cal seguir un procés de disseny amb protocols ben definits. En aquest apartat se'n suggereixen alguns, que es pretén que siguin coherents i complets i que estan inspirats per la filosofia última que hi ha en tot el procés de disseny: partir de les competències desitjades i dels continguts que cal formar per tal de definir els plans d'estudis i les estratègies docents que cal utilitzar.

Les diverses etapes en què podem considerar desglossada la fase de disseny del pla d'estudis són quatre:

- La decisió sobre la metodologia que s'ha d'emprar en el procés de disseny.
- La concreció de les competències que ha d'assolir el graduat.
- La selecció i la seqüència dels continguts que ha de cursar el graduat (pla docent de l'ensenyament).
- La decisió sobre les metodologies que ha d'utilitzar el professorat (pla docent de les assignatures).



4.2.1. La decisió sobre la metodologia que s'ha d'emprar en el procés de disseny

El disseny d'un nou perfil de formació és un moment important de la vida de la comunitat universitària, un moment en què afloren les esperances i expectatives de millora del col·lectiu promotor, però també el moment en què afloren les reivindicacions d'incrementar continguts específics que els seus defensors consideren d'importància i poc valorats en el pla d'estudis precedent. Es tracta que la inevitable confrontació d'interessos i d'opinions es converteixi en una font d'idees creatives, i no en un permanent enfrontament estèril.

D'altra banda, un procés de generació d'un perfil de formació és un complicat joc d'equilibris entre les necessitats de formació, els recursos humans i materials disponibles i les restriccions externes —durada total, estructura i continguts fixats per instàncies superiors, nombre màxim i mínim de crèdits a superar en un curs o semestre, entre moltes d'altres—, que fan que no es pugui considerar com a acabat el procés de disseny fins que no està acordat gairebé tot i de manera simultània. En efecte, la flexibilitat que la legislació atorga a l'hora de confegir matèries i assignatures dóna molts graus de llibertat al dissenyador, que li permet arribar a solucions de plans d'estudis satisfactoris força diferents les unes de les altres.

Aquesta flexibilitat és la que permet la diferenciació entre els plans d'estudis d'una mateixa titulació per a diferents centres, permet l'adaptació a circumstàncies i condicionants diferents, i permet posar en joc criteris pedagògics i organitzatius també diferents. Però és aquesta mateixa flexibilitat i llibertat la que pot portar a dissenyar plans d'estudis poc travats i sense gaire coherència interna: massa vegades es fa servir la solució —còmoda per pactista, però ineficient i incoherent— d'incloure matèries o assignatures reivindicades per algun grup o professor simplement reduint lleugerament altres matèries, que accepten la reducció per mantenir la pau social.

La tria d'una metodologia de disseny correcta, completa i coherent és fonamental per assegurar la qualitat d'allò dissenyat. L'esperit del disseny en què es basa aquesta Guia —i tot el procés de convergència en l'EEES— ja ha estat explicitat reiteradament, però no és sobrer recordar-lo. Es pot resumir en aquests quatre punts seqüencials:

- El perfil de formació és al servei de la societat —especialment dels ocupadors— i cal tenir la seva opinió explícita.
- Aquestes necessitats s'expressen en termes de competències que han d'assolir els graduats.
- El perfil de formació s'ha de dissenyar explícitament per tal d'assegurar l'assoliment de les competències que la societat demana als graduats.
- Els continguts que s'han d'impartir i les metodologies que s'han d'utilitzar són eines al servei de les competències que cal formar.

El procés de disseny, per tant, haurà d'assegurar que se satisfaci aquesta seqüència, tot tenint present les limitacions i perspectives indicades abans. Per tant, com a punt previ però fonamental a l'hora de definir un perfil de formació, cal tenir definit i documentat el procediment global. Caldrà, doncs, aprovar en l'òrgan oportú, de manera explícita i documentada, la planificació detallada del procés. El quadre 7 és una llista dels principals aspectes que cal considerar.

Quadre 7. Planificació del procés de disseny del perfil de formació

- Qui lidera el procés i per quin mecanisme es tria
- Quin és l'organigrama detallat del procés
- Quin és el cronograma o calendari del procés
- Quina composició tenen els equips de treball o les comissions
- Per quin mecanisme es prenen les decisions
- Quina interacció es té amb els àmbits superior i inferior del procés de disseny
- Quina interacció caldria tenir amb les estructures universitàries de suport a la docència i a la formació, com ara els instituts de ciències de l'educació (ICE), els gabinets d'orientació, etc.
- Quina documentació obligatòria s'ha de generar en cadascuna de les fases i etapes
- Qui custodia i qui difon la documentació
- A qui es difon la documentació generada
- Quina publicitat es fa del procés a tot el professorat, el PAS i l'alumnat, i a les persones i entitats externes al centre
- Quins mecanismes de consulta i realimentació s'arbitren per evitar curtcircuits en la informació o decisions no consensuades adequadament

Les diferents normatives, tradicions i estils dels centres fan que no es pugui donar una única pauta metodològica, però en tot cas cal tenir present que el disseny d'un perfil de formació és un procés complex que s'ha d'abordar de manera professional, amb les eines informàtiques, de gestió i de comunicació oportunes. L'ús de *software* estàndard de gestió de projectes i de comunicació interna, complementat amb una dosificació adequada de debats virtuals i reunions presencials, pot agilitar el procés i reservar aquestes darreres per als moments importants de presa de decisions.

4.2.2. La concreció de les competències que ha d'assolir el graduat

En el capítol 3 d'aquesta Guia s'ha presentat el perfil de competències genèric per al graduat en Enginyeria Química. Cal que cada centre, si ho creu convenient, faci la **concreció de les competències** genèriques i prengui la decisió sobre quines competències específiques han d'assolir els seus titulats, és a dir, el **perfil propi del centre**. Les directrius oficials sobre la titulació vindran donades pel Consejo de Universidades, però són forçosament inconcretes i cal una precisió superior en l'àmbit de cada universitat. La decisió sobre el perfil o els perfils desitjats dels titulats, tant des del punt de vista acadèmic com professional, cal prendre-la de manera rigorosa i basant-se en evidències documentals.

La concreció de les competències per part del centre té interès almenys per tres motius:

- Pel valor en si mateix de la informació recollida.
- Per la dinàmica que genera el procés de concreció entre els equips de treball que gestionen el procés de disseny.
- Per la imatge que el centre dóna de serietat i de voluntat d'apropament del centre a la realitat social.

El quadre 8 presenta un possible esquema de la planificació de la concreció de les competències.

Quadre 8. Planificació de la concreció de les competències

- Decisió sobre la necessitat o no d'una concreció superior de les competències
- Recollida d'informació disponible, en contacte amb els organismes pertinents universitaris i externs (referents nacionals i internacionals)
- Digestió i resum de la informació anterior, i difusió dels resultats segons la planificació
- Redacció de la proposta de concreció de les competències específiques i transversals desitjades per als graduats
- Disseny del procés de consulta a ocupadors, professorat i acabats de graduar, amb la selecció representativa adequada
- Avaluació de les respostes obtingudes i redacció de conclusions
- Difusió dels resultats segons la planificació, especialment entre els consultats
- Redacció final del perfil de competències desitjat per als graduats

Les evidències documentals poden ser de diferents tipus, com ara les dades d'inserció laboral de graduats de titulacions similars, els documents d'avaluacions d'alguna titulació similar anterior que la nova titulació substituirà, entrevistes formals amb els ocupadors, expressions d'interès per part d'empreses i de gabinets d'inserció laboral, o qualsevol altra dada vàlida pertinent. La reproducció del procés descrit en el capítol 3 en l'àmbit del centre, o la consulta al consell social o patronat de la universitat, al consell assessor del centre, a antics alumnes, a col·legis professionals afins o a associacions empresarials vinculades, poden subministrar dades d'utilitat, si bé cal ponderar-ne la representativitat.

En titulacions com la que ens ocupa, una sortida professional per a la persona acabada de graduar pot ser la de seguir, almenys durant un temps, la carrera acadèmica per la via grau-màster-doctorat. El professor, per tant, no és tan sols formador, sinó també ocupador, en el sentit que un percentatge significatiu de graduats formaran part, poc temps després, dels equips de recerca que el mateix professor dirigeix. La doble condició de formador i ocupador del professor li pot donar una perspectiva de les competències que cal assolir massa desviada cap als aspectes més teòrics o de recerca, i cal evitar aquest biaix. La millor manera d'evitar-ho és explicitar aquesta sortida professional del titulat i tractar-la com les altres, amb les competències específiques requerides i les necessitats de formació i metodològiques oportunes, i amb el pes en el global de la titulació que s'estimi oportú.

4.2.3. La selecció dels continguts que ha d'assolir el graduat

Els continguts de les titulacions, i Enginyeria Química no n'és una excepció, han estat, en una visió clàssica, els elements quasi únics dels plans d'estudis. La «matèria a explicar» partia de la concepció de l'ensenyament universitari com a transmissor de continguts mitjançant les classes magistrals a la pissarra, i la memorització i la comprensió dels continguts eren la base principal de l'avaluació.

En una concepció actual de perfil de formació, la definició dels continguts és igualment important, ja que els continguts es poden considerar com el llenguatge específic de la titulació i de les professions per a les quals la titulació forma: el conjunt de conceptes, termes, dades i relacions entre tots ells que el titulat ha de conèixer de manera significativa. Evidentment que el simple coneixement enciclopèdic no implica la capacitat de saber usar de forma adequada aquests coneixements, i per això no n'hi ha prou amb una concepció de l'ensenyament com a simple transmissió de continguts, si del que es tracta és de formar graduats competents en la seva especialitat.

En les titulacions de Química i d'Enginyeria Química, entre altres titulacions experimentals i tecnològiques, tradicionalment han tingut importància les classes de problemes —considerades també formant part dels continguts— i les classes pràctiques de laboratori, únic moment en què, a més de continguts, es pretenia que el titulat desenvolupés habilitats de manera explícita. Les classes sobre ús de les eines informàtiques o sobre documentació persegueixen el mateix.

Les directrius generals comunes de les titulacions són llistes de continguts mínims a impartir. Seguint les pautes de plans d'estudis anteriors, aquests continguts vindran organitzats en matèries, amb una certa flexibilitat en la planificació de les assignatures que se'n derivin. Per part del centre caldrà, doncs, determinar els continguts complementaris a impartir d'acord amb les diferents orientacions del perfil de formació desitjat. La seqüenciació adequada de continguts basada en el nivell i la complexitat dels conceptes és important per tal d'assegurar un ensenyament basat en la comprensió.

La decisió sobre continguts no es pot fer independentment de la decisió sobre metodologies, estratègies i activitats docents, i tots depenen de les competències que cal assolir.

4.2.4. La decisió sobre les metodologies, estratègies i activitats docents que s'han d'utilitzar

Des del punt de vista terminològic, se sol emprar el terme *metodologia docent* per referir-se a grans enfocaments teòrics a partir dels quals s'organitzen els recursos i les activitats. En serien exemples el sistema ECTS, l'aprenentatge pràctic o l'ensenyament expositiu. Les *estratègies docents* són els mitjans amb què es desenvolupen les metodologies. En serien exemples l'estratègia de treball per projectes, la classe magistral o el laboratori. Finalment, les activitats són els elements concrets amb què es desenvolupen les estratègies i que comporten un treball per al professor i un treball per a l'alumne. L'elaboració d'un informe de visita de fàbrica, la lectura d'articles o el plantejament de problemes per resoldre a classe serien exemples d'activitats.

La varietat de pràctiques docents és considerable i la major part es fan servir de forma habitual en les titulacions experimentals i tecnològiques, si bé de manera no prou sistemàtica. La tasca d'elaboració del perfil de formació consisteix a combinar adequadament les competències a assolir, els continguts a impartir i les estratègies i activitats disponibles. L'objectiu final és obtenir una proposta de currículum seqüenciat i estructurat en assignatures o unitats didàctiques, cadascuna descrita en termes de continguts formatius, activitats per realitzar i procediment d'avaluació.

Són possibles dues aproximacions al disseny. La primera, i més clàssica, consisteix a estructurar els continguts en matèries i assignatures i decidir-ne les estratègies i activitats pertinents i els procediments d'avaluació. Una anàlisi posterior de l'estructura obtinguda permetrà jutjar quines competències genèriques, específiques i transversals permeten assolir el disseny realitzat. La comparació amb les competències que es pretenien assolir permetrà detectar les mancances del disseny dut a terme i, per tant, corregir-lo tot modificant les estratègies oportunes en determinades matèries per tal d'acostar-se al perfil de competències desitjat.

Una segona aproximació, menys habitual, consisteix a partir de la llista de les competències desitjades, determinar quines són les estratègies òptimes per assolir cadascuna de les competències i, finalment, confeir les assignatures combinant les estratègies i activitats docents amb els continguts que s'han d'assolir. Aquesta segona via pot donar com a resultat un perfil de formació i un currículum amb disfuncions, de difícil implantació en termes horaris i de calendari, que requerirà també ajustaments posteriors per tal de fer-lo viable.

En totes dues vies cal tenir clarament explicitada la idoneïtat de cada tipus d'activitat i estratègia per a la formació de certes competències genèriques, específiques o transversals.

En termes generals, es poden distingir dos grans tipus d'estratègies i activitats: les que es fonamenten en la transmissió de continguts, com ara les classes magistrals, i les que són més sintètiques, com són el treball per projectes, el treball final de carrera (TFC), el laboratori integrat, el debat, la tutoria, el pràcticum o les visites de fàbriques, que permeten formar les competències més transversals. El disseny del perfil de formació ha de combinar adequadament les activitats, en termes de crèdits ECTS, per tal d'assegurar el desenvolupament harmònic de continguts de dificultat creixent i competències transversals cada cop més properes a les que s'han de posar en joc en el món professional.

Les estratègies i activitats docents més habituals en l'àrea d'enginyeria química i les competències que desenvolupen de forma més destacada són les següents:

Quadre 9. Estratègies, activitats i competències

Estratègies d'aprenentatge

Activitat de l'alumne

Classe magistral, per tal de transmetre l'estructura bàsica d'una matèria

Prendre apunts, esquemes, resums
Resolució individual de tests i qüestions

Seminari o debat de treball en grup

Anàlisi de casos
Preparació de tema o exposició per als companys

Anàlisi de textos

Lectura de textos de llibres, revistes, catàlegs, normatives, amb comentari oral o escrit

Resolució de problemes plantejats prèviament

Resolució de problemes

Resolució dirigida de problemes o miniprojectes oberts en grup

Comprensió de l'abast del problema
Cerca d'informació
Resolució de problemes
Anàlisis de casos
Ús de documentació en anglès

Pràctiques de laboratori específiques, amb guió detallat

Preparació de l'activitat
Realització de l'activitat
Realització de l'informe i presentació

Principals competències (a més dels continguts específics)

Captació d'informació oral i estructuració posterior

Estudi individual reflexiu sistemàtic

Memorització i assimilació de conceptes bàsics

Capacitat deductiva, analítica

Estructuració de la informació disponible

Capacitat de transmissió de continguts

Capacitat de debat i síntesi

Comprensió lectora

Capacitat de resumir o sintetitzar

Expressió oral o escrita

Desenvolupament d'estratègies de resolució de problemes

Sentit de la realitat dels resultats

Lideratge

Cerca d'informació bibliogràfica externa

Capacitat de plantejament d'hipòtesis

Desenvolupament d'estratègies de resolució de problemes

Sentit de la realitat dels resultats

Treball en equip

Manipulació, observació, aprenentatge de tècniques

Presa de mostres; recollida, tractament i interpretació de dades experimentals

Hàbits de seguretat, higiene i gestió de residus

Estratègies d'aprenentatge

Laboratori integrat sobre problemes oberts, en grup

Activitat de l'alumne

Plantejament d'estratègia de realització

Disseny d'experiments

Realització i presentació d'informe escrit i oral

Ús de documentació en anglès

Realització d'informe sobre un tema, individualment o en grup

Cerca d'informació

Redacció

Principals competències (a més dels continguts específics)

Manipulació, observació, aprenentatge de tècniques

Presa de mostres; recollida, tractament i interpretació de dades experimentals

Disseny d'experiments

Elaboració d'informes tècnics

Hàbits de seguretat, higiene i gestió de residus

Lideratge

Cerca d'informació

Organització i ordre

Gestió de temps

Creativitat

Treball en equip

Comunicació oral, escrita i gràfica

Compromís entre precisió, cost i temps

Comunicació escrita

Elaboració d'informes tècnics

Idiomes

Documentació acadèmica i industrial

Estratègies d'aprenentatge

Desenvolupament d'un projecte o treball dirigit en grup (pot ser multidisciplinari entre equips de diferents centres)

Activitat de l'alumne

Comprensió de l'abast del projecte

Distribució de tasques del grup

Cerca d'informació

Possible col·laboració amb alumnes d'altres especialitats

Desenvolupament del treball específic

Síntesi dels treballs individuals

Redacció i presentació dels resultats

Visita de fàbriques

Assistència

Realització d'informe

Principals competències (a més dels continguts específics)

Lideratge

Documentació industrial, normativa, legislació

Idiomes

Sentit de la realitat i de l'economia dels processos

Creativitat

Treball en equip entre iguals o multidisciplinari

Gestió del temps

Comunicació oral, escrita i gràfica

Ús de *software* real d'organització, de gestió de projectes i d'informació compartida

Pràctica d'estimacions, hipòtesis simplificadores i *rules-of-thumb*

Responsabilitat i ètica professionals

Contextualització dels coneixements

Captació d'informació no estructurada

Observació

Cerca d'informació

Coneixement de la realitat industrial i professional

Elaboració d'informes tècnics

Estratègies d'aprenentatge

Pràctiques en una empresa o a l'Administració

Activitat de l'alumne

Inserció en un equip

Realització d'activitat

Preparació d'informe

Programes d'intercanvi i mobilitat

Programes Erasmus-Sòcrates, Sèneca

Treball Final de Carrera (TFC) en un altre país

Activitats acadèmiques diverses

Conferències

Colloquis

Cursos diversos

Principals competències (a més dels continguts específics)

Orientació cap a resultats. Obtenció de resultats aplicables

Gestió de la pròpia responsabilitat i de la pressió ambiental deguda a les restriccions en temps, recursos i ritme de treball

Responsabilitat i ètica professionals. Balanç social de les activitats

Assumpció dels valors del treball jerarquitzat

Documentació industrial, normativa, legislació

Idiomes

Sentit de la realitat i de l'economia dels processos

Creativitat

Treball en equip multidisciplinari

Coneixement de la realitat industrial i professional

Gestió del temps

Comunicació oral, escrita i gràfica

Obertura internacional

Idiomes

Comprensió d'altres cultures i estils de vida

Obertura a altres realitats extraacadèmiques

Promoció cultural

Estratègies d'aprenentatge

Activitat de l'alumne

Ús de programes d'autoaprenentatge i treball no presencial dirigit

Resolució de tests i qüestions proposades

Ús de *software* estàndard

Tutoria

Recopilació d'informació

Dossier d'aprenentatge

Treball final de carrera (TFC)

Comprensió de l'abast del projecte

Cerca d'informació

Desenvolupament del treball específic

Redacció i presentació dels resultats

Possible col·laboració amb alumnes d'altres especialitats

Si es realitza de forma col·lectiva:

- Distribució de tasques del grup
- Síntesi dels treballs individuals

Principals competències (a més dels continguts específics)

Autonomia i gestió del propi temps

Responsabilitat del propi aprenentatge

Tècniques de documentació *on line*

Aprenentatge del treball en xarxa

Autocrítica

Ordre i sistematització

Autoestima

Planejament a mitjà-llarg termini

Aprenentatge al llarg de la vida (*Life Long Learning, L3*)

Responsabilitat individual

Relació directa personalitzada amb el director

Aquesta activitat pot englobar la major part de competències assolides en les altres activitats, depenent del tipus de TFC que es desenvolupi

El conjunt de crèdits ECTS de la titulació s'han de repartir en assignatures de manera proporcional a l'esforç de l'alumne. Per tant, en aquesta metodologia cal que la planificació detallada de les assignatures es faci globalment, sobretot pel que fa a l'aprovació de les activitats a desenvolupar-hi. La iniciativa individual del professorat té, en aquest sistema, un sentit diferent del que podia tenir en un sistema menys coordinat, però no per això ha de quedar descartada. Cal fomentar la promoció de nous continguts, noves activitats i nous procediments d'avaluació d'acord amb els mecanismes d'innovació docent que cada universitat tingui establerts, però sempre comptant amb la coordinació necessària de totes les activitats proposades a l'alumne.

A continuació es comenten algunes d'aquestes estratègies i activitats:

- Les **classes magistrals** són una eina clàssica que cal mantenir, però en menys nombre i més estructurades, amb el subministrament de la informació requerida en paper o per via electrònica. Són un mètode eficaç de transmissió de les idees bàsiques, de debat dels conceptes i de subministrament de l'estructura dels temes. L'**aprenentatge basat en problemes** (*problem-based learning, PBL*) és una estratègia indiscutible d'aprenentatge en l'enginyeria química des de sempre. La resolució de **problemes en grup**, prèviament preparats, pot substituir una bona part de les classes magistrals amb més eficàcia d'aprenentatge. El treball des dels primers cursos sobre problemes actuals, reals i, per tant, oberts pot permetre el desenvolupament del sentit d'enginyeria de manera progressiva, adequada als coneixements que es vagin tenint en cada nivell, motivadora i engrescadora.
- El **treball de laboratori**, en les seves dues facetes d'aprenentatge de tècniques bàsiques i de plantejament i resolució experimental de problemes oberts que requereixin experimentació, és un aspecte important de l'aprenentatge, però costós de temps, de recursos de professorat i de material. Per això cal dissenyar-lo havent reflexionat detingudament sobre els objectius que es persegueixen, i procurant ser selectiu i eficaç. El laboratori no ha de ser la visualització de fenòmens explicats a les classes magistrals, ni el lloc d'aprendre a realitzar el tractament de dades, sinó el lloc i el moment de recollir les dades experimentals que fan falta per a un disseny determinat o per a l'aprenentatge de la manipulació de determinats equipaments o procediments. Una opció òptima en nivells avançats de l'aprenentatge seria la disponibilitat d'un **laboratori integrat**, amb equipament divers que permetés la realització de seqüències d'operacions de separació, condicionament i reacció, per tal d'obtenir un producte a partir de primeres matèries o per tal d'efectuar el tractament d'un efluent.

- És molt convenient la redacció, per a cada estratègia d'aprenentatge, d'un **manual de bones pràctiques**, en qualsevol de les formes possibles. Per exemple, en el cas de l'equipament de laboratori, els **procediments normalitzats de treball (PNT)**, tant de l'operació dels equipaments com de la gestió de residus o de la seguretat en el laboratori. El manual de bones pràctiques té l'avantatge de facilitar l'organització de les activitats per part de diferents professors, permet el seguiment i el manteniment de l'estil i la manera de treballar pròpia del centre o departament, i facilita la tasca d'avaluació de l'eficàcia de l'estratègia.
- La **tutoria** és una eina essencial del sistema ECTS i del disseny proposat. Tant la tutoria acadèmica d'una matèria específica que el professor encarregat desenvolupa amb els alumnes com la tutoria transversal de seguiment al llarg dels estudis adquireixen una importància molt més significativa que en models anteriors. Atès que es tracta, finalment, d'acreditar competències, el coneixement personal de l'alumne, del seu progrés personal en una matèria i globalment, és imprescindible per tal d'orientar-lo continuament, des d'abans de la primera matrícula fins després de l'obtenció del darrer crèdit. Efectivament, no es tracta de fer a la fi de tot el procés un control de qualitat final, sinó d'assegurar la qualitat de cadascuna de les activitats de cada moment del procés i de la mesura constant del progrés de l'alumne, de manera que ell mateix assumeixi la responsabilitat del propi procés de formació, sota la tutela i l'orientació del tutor. Eines com ara la **carpeta d'aprenentatge** personal, les tècniques de **gestió del temps** i altres de similars han de formar part del perfil de formació, perquè contribueixen de manera notable a la constatació del progrés per part de l'alumne, cosa que incrementa significativament la seva autoestima i l'ajuda a dissenyar el propi futur d'acord amb les seves capacitats i expectatives personals.

- El **projecte final de carrera** o **treball final de carrera** és una de les estratègies clàssiques de la formació dels enginyers, absolutament consolidada i que es mantindrà en el futur, tant per raons pedagògiques com legals. Les modalitats de realització són molt variades: individual o en grup, a proposta de l'alumne o per designació del professorat, relacionat amb algun treball de recerca que es desenvolupi al centre, o sobre un disseny de planta, o desenvolupant un treball industrial a la mateixa empresa. En tot cas, i respectant qualsevol modalitat i estil, la característica comuna és la necessitat que el projecte tingui nivell professional i sigui real, tant pel que fa al plantejament com al desenvolupament, la realització i la presentació. La formació assolida en aquesta activitat pot ser comprensiva de competències específiques i transversals variades, i hauria de ser un dels moments culminants del procés de formació de l'alumne. S'haurien de desenvolupar protocols i normes de bones pràctiques específiques per tal que la seva realització sigui al màxim de rigorosa i exigent.
- L'**avaluació** forma part del procés de formació i, per tant, és part constituent del disseny del perfil de formació. Els sistemes d'avaluació són tan variats com les activitats formatives. De la mateixa manera que cal programar les activitats formatives de manera global, cal programar l'avaluació globalment. Tota activitat formativa ha de ser avaluada, sigui de forma individualitzada o de forma comprensiva. I aquest és un camp en què es pot desenvolupar molta innovació. Les avaluacions orals en diversos moments dels estudis (exposicions, presentació d'informes, defensa de projecte o TFC) milloren la comunicació oral, que és una de les mancances habituals de l'alumnat. L'**avaluació entre alumnes** és una tècnica que, ben portada, és útil no tan sols per a l'avaluació, sinó per a la mateixa formació de l'alumne, perquè li proporciona sentit crític, independència de criteri, discerniment i sentit de la justícia, de la responsabilitat i de l'ètica professional.

- No s'ha d'oblidar, en coherència amb els objectius últims del perfil de formació, que del que es tracta és d'assegurar que els graduats del perfil de formació assoleixen les competències per a les quals s'han format. És, doncs, imprescindible desenvolupar no tan sols sistemes d'avaluació de continguts i habilitats, sinó mecanismes fiables d'**acreditació de competències** genèriques, específiques i transversals. Els sistemes clàssics d'avaluació no ho fan més que en una petita part, perquè eren dissenyats majoritàriament per a la mesura de l'èxit en la transmissió de continguts. D'altra banda, les estratègies d'avaluació basades exclusivament en les metodologies tradicionals (exàmens finals) no són compatibles amb bona part de les metodologies proposades en aquest document, i es fa necessari desenvolupar mecanismes d'**avaluació continuada** adequats.

Quadre 10. Competències i estratègies avaluatives

Competències transversals	Proves susceptibles de mesurar-les
Coneixements disciplinaris	Proves objectives, preguntes obertes, resolució de problemes
Competències disciplinàries específiques	Avaluació de productes (pòsters, dictàmens, informes), avaluació d'execucions (graelles valoratives, laboratori, pràctiques en empreses, etc.), projectes de recerca
Pensament crític	Projectes de recerca, estudi de casos, simulacions, dossiers d'aprenentatge, avaluació al laboratori
Resolució de problemes	Col·lecció de problemes, treball en grup, tesina/projecte, avaluació al laboratori
Expressió escrita	Treballs de curs, dossiers (assajos) d'aprenentatge, informes de recerca, llibreta de laboratori
Comunicació oral	Presentacions, debats, entrevistes simulades, respostes/preguntes al laboratori
Treball en equip	Treball en grup, avaluació entre iguals, autoavaluació
Cerca de documentació	Treballs bibliogràfics, projectes de recerca, estudi de casos

Competències transversals	Proves susceptibles de mesurar-les
Raonament ètic i valors	Indirectament per mitjà d'execucions (projecte final de carrera, pràcticum, estudi de casos, etc.), o bé més directament per mitjà d'instruments de mesura qualitatiu (debats, entrevistes, <i>focus groups</i> amb estudiants, etc.) o quantitatiu (escales d'actituds, enquestes)
Aprenentatge al llarg de la vida	Autoavaluacions, avaluació dels companys, dossiers d'aprenentatge
Iniciativa	Avaluació d'execucions, autoavaluacions, pràctiques en empreses

Font: Prades, 2005

- La redacció dels **plans docents** de l'ensenyament i de cada matèria o assignatura és la concreció de les idees anteriors. En cada pla docent d'assignatura es detallaran, en la forma que cada universitat o centre decideixi, els objectius generals i específics, les estratègies i activitats docents a realitzar i l'avaluació detallada de les activitats. Cadascun d'aquests plans docents és el compromís o contracte entre l'alumne, el centre i cadascun dels professors que imparteixen la docència. Per aquest compromís el centre s'obliga davant dels alumnes a subministrar els recursos materials, intel·lectuals i humans necessaris per tal que l'alumne assoleixi les competències descrites en el perfil. Per la seva banda, l'alumne es compromet a posar el seu esforç i el seu temps per treballar d'acord amb la planificació proposada. I el professor es compromet a participar en la part que se li assigni a l'èxit del projecte comú, tant pel que fa a la concreció, la impartició i l'avaluació de les matèries que se li encomanin com a les activitats més transversals, com ara l'adequació del disseny del perfil de formació, l'avaluació global i la tutorització dels alumnes.
- Finalment, cal no oblidar que algunes de les competències que s'han d'assolir s'adquireixen de manera difusa en múltiples activitats i per la simple presència en el centre. La netedat, el respecte a les persones i a les coses, la puntualitat, l'ordre, la comunicació àgil o la relació amable i amb esperit de col·laboració entre persones són valors que s'han de respirar en l'atmosfera del centre i en cadascun dels moments i activitats. És responsabilitat dels equips directius del centre i de cadascun dels membres del personal contribuir a la creació i el manteniment d'aquest clima, que és un element formatiu de primer ordre.

4.3. Fase d'avaluació del disseny

El procés del disseny del perfil de formació, com qualsevol altre projecte que es desenvolupi, ha de tenir el seguiment del sistema d'assegurament de la qualitat que la universitat i el centre hagin decidit. Els models d'assegurament de la qualitat poden ser molts, i tots poden ser pertinents.

Al llarg del desenvolupament del pla d'estudis, cal establir mecanismes per fer-ne un seguiment i introduir els canvis que siguin pertinents quan calgui. Així, per mitjà d'entrevistes, grups de discussió amb estudiants, tutors acadèmics, etc., cal analitzar si es produeixen encavalcaments entre matèries o assignatures, si la seqüència és la idònia (i, per exemple, no es produeixen dificultats per manca de coneixements previs), si el nivell acadèmic és l'adequat (ni massa fàcil ni massa difícil), etc. En el context dels ECTS, s'ha de vetllar especialment perquè la càrrega i la distribució de treball de l'estudiant siguin les adequades.

L'avaluació del disseny l'ha de fer un comitè extern del centre o de la universitat. En aquest àmbit, cal validar especialment la planificació correcta de tot el perfil de formació, i sobretot que la càrrega de treball de l'alumne sigui equilibrada i quedin compensades les diferents modalitats d'activitats al llarg d'un curs i d'un curs a l'altre.

L'avaluació formal feta per un comitè extern és també molt interessant, però probablement sigui més rellevant per avaluar els resultats del disseny, és a dir, per avaluar els graduats del sistema un cop s'hagi posat en pràctica. Així es té informació sistemàtica periòdica sobre les necessitats de modificacions del perfil de formació i sobre les noves necessitats socials, en un procés continu de millora. Aquesta avaluació externa periòdica ha de formar part també del procés de disseny. Són especialment pertinents les consultes als col·lectius externs:

- Enquesta de satisfacció als acabats de graduar.
- Enquesta als graduats al cap de cinc anys d'haver acabat els estudis.
- Enquesta als ocupadors sobre el rendiment, les mancances i els punts forts dels titulats.
- Enquesta al professorat del cicle de màster o doctorat sobre els graduats provinents del perfil de formació.

En la fase de disseny és bo tenir present els mecanismes d'avaluació o d'acreditació als quals se sotmetrà el futur pla d'estudis o titulació. En són exemples els documents provinents de les agències d'avaluació de la qualitat com l'ANECA o AQU Catalunya, com ara els *Estàndards d'acreditació de les proves pilot* (AQU Catalunya, 2005). A més a més, són especialment interessants per a una titulació d'enginyeria els sistemes d'acreditació externs internacionals, com són l'acreditació ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) o l'EFQM (European Foundation for Quality Management). Un procés d'acreditació externa és costós en recursos humans i en recursos econòmics, però té l'avantatge que les pautes d'avaluació ja estan decidides pel mateix sistema i allibera el centre de la necessitat de definir-ne de pròpies.

L'homologació internacional de la qualitat d'una titulació ofereix una gran credibilitat i incrementa l'autoestima del centre i dels seus professors, alhora que incita a una millora permanent i a un seguiment continu per anar corregint les disfuncions que puguin aparèixer amb el temps. La imatge externa de la titulació —tant davant dels alumnes i les seves famílies com davant dels ocupadors— en surt molt beneficiada i el prestigi dels graduats de la institució augmenta.

Annex 1

Carta adreçada als ocupadors

Benvolgut senyor,

Benvolguda senyora,

Com sabeu, el sistema universitari europeu està en ple procés de creació de l'anomenat Espai europeu d'educació superior (EEES) per tal d'anar cap a una situació en què es faciliti la mobilitat d'estudiants i de titulats, i també l'homologació i el bescanvi de titulacions entre els estats participants.

Una de les novetats més notables del nou sistema és la creació de dos nivells de titulació, la de graduat (o *bachelor*) i la de màster, que es pot cursar a continuació. Tots dos tenen voluntat de sortida professional, si bé, lògicament, en nivells i competències diferents. En el moment de redactar-se aquesta carta, el Ministeri encara no ha decidit la durada de les titulacions, que pot oscil·lar entre tres o quatre anys i un o dos anys, respectivament.

Des de l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU Catalunya) s'està treballant per tal de fer el procés de revisió i canvi a Catalunya de la forma més rigorosa i coordinada possible. La titulació d'Enginyeria Química és una de les tres que AQU Catalunya ha escollit perquè formi part del programa DISSENY, que té per objectiu desenvolupar mètodes i procediments d'elaboració de plans d'estudis de titulacions de grau d'una manera sistemàtica, basant-se en les necessitats de la demanda més que no pas en la capacitat de l'oferta del sistema. Una de les fases de l'elaboració és la consulta a persones significatives dels diferents estaments i organismes implicats directament o indirectament en la contractació dels futurs graduats.

El motiu d'aquesta carta és sol·licitar la vostra col·laboració per tal que empleeu l'enquesta adjunta. Ha estat elaborada per un grup de treball creat en el si d'AQU Catalunya amb representants de totes les universitats que actualment tenen titulacions d'Enginyeria Química (de cicle llarg) o d'Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Química Industrial (de cicle curt): UB, UAB, UPC, URV, UdG i URL.

Es tracta, doncs, que valoreu amb un número de l'1 al 4 (1: gens rellevant; 2: no gaire rellevant; 3: força rellevant; 4: molt rellevant) la rellevància o l'interès per a la formació de sortida que un graduat (*bachelor*) hauria d'assolir en cadascun dels ítems indicats. Us prego que tingueu ben present que no es tracta de valorar les competències i capacitats que ja té un enginyer químic sènior en l'exercici de la seva professió o les d'un titulat amb un màster especialitzat, sinó les que serien de desitjar que tingués el graduat que s'incorpora al món del treball.

Com podeu comprovar amb la lectura de l'enquesta, la major part dels elements a avaluar no corresponen a continguts de formació, sinó a competències o capacitats de sortida del graduat. El programa DISSENY es basa a concretar primer les capacitats i competències desitjades, a partir de les quals es decidiran després els continguts i les metodologies formatives adequades per assolir-les.

Podeu afegir-hi tots els comentaris que cregueu convenients per aclarir aquells punts que penseu que ho requereixen, o afegir-hi noves competències o capacitats. Si pel motiu que sigui considereu millor que l'enquesta sigui emplenada per alguna altra persona del vostre entorn, ho podeu fer amb tota llibertat. També us agrairia que, en el cas que no considereu oportú o no poguéssiu respondre l'enquesta, la retorneu a l'adreça de la capçalera.

En nom de la directora d'AQU Catalunya, la Dra. Gemma Rauret, i dels membres del grup de treball, us agraeixo per endavant la vostra col·laboració.

Claudi Mans

Coordinador del grup de treball d'Enginyeria Química del programa DISSENY

Barcelona, 14 de desembre de 2004

Annex 2

Qüestionari

Fonaments científics

Tenir capacitat per emprar els coneixements següents per establir i solucionar analíticament, numèricament i gràficament una varietat de problemes típics de l'enginyeria química

Importància per al grau

		1	2	3	4	
			1. Gens rellevant	2. No gaire rellevant	3. Força rellevant	4. Molt rellevant
1. Tenir coneixement rellevant de les ciències bàsiques, i en particular de matemàtiques, química, biologia, física i principis d'economia, que permeti la comprensió, descripció i solució de problemes típics de l'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Tenir suficients coneixements i criteris de química orgànica, química inorgànica i química física, de bioquímica i de ciència dels materials	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Comprendre els principis en què es basen els mètodes moderns de l'anàlisi química, les seves limitacions i l'aplicabilitat als processos químics	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Importància per al grau

	1	2	3	4
Comprendre els principis bàsics subjacents en l'enginyeria química:				
4. Balanços de matèria, energia i quantitat de moviment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Termodinàmica i equacions dels equilibris entre fases i químics	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Equacions cinètiques dels processos físics de transferència (de massa, d'energia i de quantitat de moviment) i cinètica de la reacció química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Habilitats disciplinàries

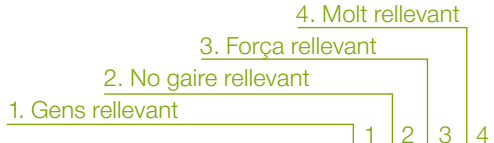
	Importància per al grau			
	1. Gens rellevant	2. No gaire rellevant	3. Força rellevant	4. Molt rellevant
1. Conèixer les diferents operacions de reacció, separació, transport i circulació de fluids i processament de materials involucrades en els processos industrials de l'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Comprendre els principals conceptes del control de processos d'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Tenir l'habilitat per analitzar problemes complexos en l'àrea d'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Interpretar situacions i fets experimentals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Planificar, executar i explicar experiments en les diferents àrees de l'enginyeria química, i saber informar-ne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Tenir un coneixement de la bibliografia científica i tècnica i de les fonts de dades rellevants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Tenir l'habilitat per dissenyar processos, equips i instal·lacions d'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ser capaç de jutjar la viabilitat econòmica d'un projecte industrial d'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Tenir coneixement suficient de la normativa, la legislació i les regulacions pertinents en cada situació	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Tenir experiència en l'ús del <i>software</i> apropiat, tant genèric com específic de l'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Importància per al grau

	1	2	3	4
11. Comprendre el rol central de l'enginyeria química en la prevenció i solució de problemes mediambientals i energètics, d'acord amb els principis del desenvolupament sostenible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Valorar de manera estructurada i sistemàtica els riscos per a la seguretat, la salut i la higiene, en un procés existent o en fase de disseny, i aplicar-hi les mesures pertinents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ser capaç de comprendre l'impacte de les solucions d'enginyeria en el context ambiental i social d'àmbit general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Tenir assumits els valors de responsabilitat i d'ètica professional propis de l'enginyeria química.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Tenir la capacitat per emprar els coneixements i les competències anteriors per elaborar un projecte d'enginyeria química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Competències transversals generals

Importància per al grau



Competències personals

	1	2	3	4
1. Ser autònom, dinàmic i organitzat, amb capacitat analítica i de síntesi, amb capacitat d'anàlisi crítica i amb capacitat de prospectiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Tenir autoestima i tolerància a la frustració	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Estar orientat a la consecució de resultats, amb habilitat per a la resolució de problemes en absència d'evidències, amb creativitat, amb capacitat d'iniciativa i capacitat de decisió i gestió de la informació	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Tenir capacitat d'autoavaluació i capacitat autocrítica constructiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ser capaç d'aprendre per compte propi. Reconèixer la necessitat de l'aprenentatge al llarg de la vida i posseir una actitud activa per fer-ho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Competències de comunicació

1. Ser capaç de comunicar-se de forma efectiva, oralment i per escrit, mitjançant presentacions amb els suports adients	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Tenir una fluïdesa acceptable en l'ús de l'anglès com a idioma de comunicació i relació social i coneixements d'algun altre idioma rellevant en l'àmbit mundial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Importància per al grau

4. Molt rellevant

3. Força rellevant

2. No gaire rellevant

1. Gens rellevant

1 2 3 4

Competències de relació

1. Ser capaç de treballar en equip i d'adaptar-se a equips multidisciplinaris i internacionals a diferents escales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Tenir condicions de lideratge, ser capaç d'emprar els recursos de la intel·ligència emocional per liderar equips de treball, motivar els col·laboradors, generar empatia i negociar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Tenir disposició a acceptar la cultura d'empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Altres: quines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Annex 3

Resultats de la consulta pública del perfil de formació d'Enginyeria Química a ocupats i graduats

Fonaments científics

Tenir coneixement rellevant de les ciències bàsiques, i en particular de matemàtiques, química, biologia, física i principis d'economia, que permeti la comprensió, descripció i solució de problemes típics de l'enginyeria química

Tenir suficients coneixements i criteris de química orgànica, química inorgànica i química física, de bioquímica i de ciència dels materials

Comprendre els principis en què es basen els mètodes moderns de l'anàlisi química, les seves limitacions i l'aplicabilitat als processos químics

Comprendre els principis bàsics subjacents en l'enginyeria química: balanços de matèria, energia i quantitat de moviment

Comprendre els principis bàsics subjacents en l'enginyeria química: termodinàmica i equacions dels equilibris entre fases i químics

Comprendre els principis bàsics subjacents en l'enginyeria química: equacions cinètiques dels processos físics de transferència (de massa, d'energia i de quantitat de moviment) i cinètica de la reacció química

Habilitats disciplinàries

Conèixer les diferents operacions de reacció, separació, transport i circulació de fluids i processament de materials involucrades en els processos industrials de l'enginyeria química

Comprendre els principals conceptes del control de processos d'enginyeria química

Tenir l'habilitat per analitzar problemes complexos en l'àrea d'enginyeria química

Interpretar situacions i fets experimentals

Planificar, executar i explicar experiments en les diferents àrees de l'enginyeria química, i saber informar-ne

Tenir un coneixement de la bibliografia científica i tècnica i de les fonts de dades rellevants

*Resultats de la consulta pública
del perfil de formació d'Enginyeria Química a ocupats i graduats*

PROFESSORAT			OCUPADORS			GRADUATS			
N	Mitjana	Desv. est.	N	Mitjana	Desv. est.	N	Mitjana	Desv. est.	
94	3,70	0,48	23	3,39	0,78	47	3,64	0,53	
93	3,28	0,71	23	3,13	0,81	48	3,13	0,73	
93	2,80	0,73	23	2,61	0,78	48	3,08	0,71	
93	3,87	0,40	23	3,39	0,84	48	3,52	0,68	
93	3,77	0,45	23	3,13	0,92	48	3,23	0,66	
93	3,67	0,56	23	3,22	0,80	48	3,17	0,72	
92	3,62	0,51	23	3,26	0,81	44	3,52	0,70	
92	3,36	0,62	23	3,30	0,56	44	3,30	0,79	
92	3,26	0,68	23	3,22	0,80	44	3,11	0,69	
92	3,37	0,67	23	3,35	0,65	44	3,59	0,54	
91	3,09	0,72	23	3,26	0,75	43	3,12	0,70	
93	3,12	0,69	22	2,95	0,79	43	3,02	0,74	

Tenir l'habilitat per dissenyar processos, equips i instal·lacions d'enginyeria química

Ser capaç de jutjar la viabilitat econòmica d'un projecte industrial d'enginyeria química

Tenir coneixement suficient de la normativa, la legislació i les regulacions pertinents en cada situació

Tenir experiència en l'ús del *software* apropiat, tant genèric com específic de l'enginyeria química

Comprendre el rol central de l'enginyeria química en la prevenció i solució de problemes mediambientals i energètics, d'acord amb els principis del desenvolupament sostenible

Valorar de manera estructurada i sistemàtica els riscos per a la seguretat, la salut i la higiene, en un procés existent o en fase de disseny, i aplicar-hi les mesures pertinents

Ser capaç de comprendre l'impacte de les solucions d'enginyeria en el context ambiental i social d'àmbit general

Tenir assumits els valors de responsabilitat i ètica professional propis de l'enginyeria química

Tenir la capacitat per emprar els coneixements i les competències anteriors per elaborar un projecte d'enginyeria química

Competències transversals

Ser autònom, dinàmic i organitzat, amb capacitat analítica i de síntesi, amb capacitat d'anàlisi crítica i amb capacitat de prospectiva

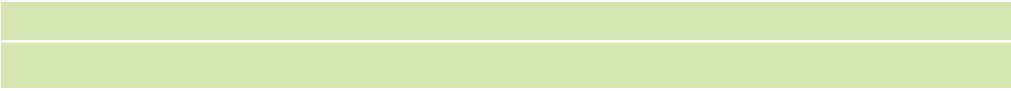
Tenir autoestima i tolerància a la frustració

Estar orientat a la consecució de resultats, amb habilitat per a la resolució de problemes en absència d'evidències, amb creativitat, amb capacitat d'iniciativa i capacitat de decisió i gestió de la informació

Tenir capacitat d'autoavaluació i capacitat autocrítica constructiva

*Resultats de la consulta pública
del perfil de formació d'Enginyeria Química a ocupats i graduats*

PROFESSORAT			OCUPADORS			GRADUATS		
N	Mitjana	Desv. est.	N	Mitjana	Desv. est.	N	Mitjana	Desv. est.
93	3,25	0,76	23	3,04	0,77	43	3,26	0,88
92	3,08	0,77	23	3,00	0,67	44	3,41	0,73
93	2,65	0,76	23	3,00	0,67	44	3,00	0,89
93	3,10	0,63	23	3,04	0,77	44	3,32	0,71
93	3,24	0,65	23	3,17	0,72	44	3,23	0,77
92	3,40	0,59	23	3,57	0,59	44	3,32	0,71
91	3,11	0,66	23	3,22	0,67	44	3,16	0,81
93	3,39	0,64	22	3,36	0,73	44	3,14	0,85
93	3,31	0,69	23	3,26	0,62	44	3,48	0,76
94	3,52	0,56	23	3,57	0,51	48	3,69	0,55
94	3,06	0,67	23	2,96	0,64	48	3,29	0,77
93	3,35	0,69	23	3,35	0,65	48	3,60	0,68
94	3,27	0,61	23	3,17	0,78	48	3,50	0,58



Ser capaç d'aprendre per compte propi. Reconèixer la necessitat de l'aprenentatge al llarg de la vida i posseir una actitud activa per fer-ho

Ser capaç de comunicar-se de forma efectiva, oralment i per escrit, mitjançant presentacions amb els suports adients

Tenir una fluïdesa acceptable en l'ús de l'anglès com a idioma de comunicació i relació social i coneixements d'algun altre idioma rellevant en l'àmbit mundial

Ser capaç de treballar en equip i d'adaptar-se a equips multidisciplinaris i internacionals a diferents escales

Tenir condicions de lideratge, ser capaç d'emprar els recursos de la intel·ligència emocional per liderar equips de treball, motivar els col·laboradors, generar empatia i negociar

Tenir disposició a acceptar la cultura d'empresa

*Resultats de la consulta pública
del perfil de formació d'Enginyeria Química a ocupats i graduats*

PROFESSORAT			OCUPADORS			GRADUATS		
N	Mitjana	Desv. est.	N	Mitjana	Desv. est.	N	Mitjana	Desv. est.
94	3,53	0,62	23	3,48	0,67	48	3,63	0,53
94	3,47	0,62	23	3,43	0,66	48	3,33	0,69
94	3,48	0,52	23	3,48	0,67	48	3,40	0,74
92	3,62	0,51	23	3,83	0,39	48	3,63	0,64
94	2,89	0,73	23	3,09	0,67	48	2,90	0,78
92	2,98	0,80	23	2,96	0,64	48	2,88	0,70

Bibliografia i documentació

Aquesta bibliografia comprèn no tan sols les citacions que apareixen a la Guia i les referències usades en la preparació del text, sinó també diverses referències generals sobre l'enginyeria química, la seva història, la seva evolució i el seu ensenyament. Les pàgines web indicades són operatives en el moment de tancar aquest text.

American Institute of Chemical Engineers. AIChE (2003) [en línia].
[Consulta: 13 de juny de 2006]. Disponible a: <<http://www.iche.org>>.

AMUNDSON, N. R. (chairman) (1988) «Frontiers in Chemical Engineering: Research Needs and Opportunities» A: *National Academic Press*. Washington DC.
[Conegut com a *The Amundson Report*].

ANGELINO, H. (1990) «L'Avenir du Génie Chimique... vers le Génie des Procédés». Separata lliurada a la 5th Mediterranean Chemical Engineering Conference. Barcelona, 5-7 de novembre.

AQU CATALUNYA (2002) *Marc general per al disseny, el seguiment i la revisió de plans d'estudis i programes*. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari a Catalunya.

AQU CATALUNYA (2003) *Marc general per a la integració europea*. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya.

AQU CATALUNYA (2005) *Inserció laboral dels graduats* [en línia].
Dins: web d'AQU Catalunya [Consulta: 13 de juny de 2006].
Disponible a: <<http://www.aqucatalunya.org>>.

AQU CATALUNYA (2005) *Eines per a l'adaptació dels ensenyaments a l'EEES* [en línia]. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya.
[Consulta: 13 de juny de 2006]. Requereix Adobe Acrobat Reader. Disponible a: <http://www.aqucatalunya.org/uploads/publicacions/arxiu%20pdf/Eines_cat.pdf>.

DAVIS, G. E. (1901) *Handbook of Chemical Engineering*. Manchester: David Bros ed. Citat per Scriven (1991). [La primera edició fou en forma de fascicles a la revista *Chemical Trade Journal*, el 1888. La 2a ed. del llibre és de 1904].

DURSI (2003) *Què vols estudiar i per què? El web de les sortides professionals als estudis de les universitats catalanes* [en línia]. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació. [Consulta: 13 de juny de 2006]. Disponible a: <<http://www10.gencat.net/dursi/sortides.htm>>.

ECC; DE RYCK VAN DER GRACHT, E. J. (chairman) (1990) «Ciencia y tecnología químicas: necesidades europeas para los años noventa». Informe preparat per a la Comissió de les Comunitats Europees, sota la responsabilitat del Comitè de Química de les Comunitats Europees. Traducció d'I. Rasines per a *Química e Industria*, 36 (7-8), p. 637-646.

GILLET, J. (2000) *The education of Chemical Engineers in the Third Millennium*. Dins: web de l'European Federation of Chemical Engineering [en línia]. [Consulta: 13 de juny de 2006]. Disponible a: <http://www.efce.info/wpe_educationchemeng.html>.

GONZÁLEZ, J.; WAGENAAR, R. (coord.) (2003) *Tuning Educational Structures in Europe. Informe final. Proyecto Piloto Fase 1*. Bilbao: Universidad de Deusto.

LEVENSPIEL, O. (1980) «The Coming-of-age of Chemical Reaction Engineering». A: *Chem. Eng. Sci.*, 35, p. 821-1839.

LITTLE, A. D.; WALKER, W. H. (1915) *Informe a la corporació del MIT*. Citat per A. B. Newman. «Development of Chemical Engineering Education in the United States». A: *Trans. AIChE*, 34 (3a), suplement de 25 de juliol de 1938.

MANS, C. (2003) «Disseny de programes de formació: Enginyeria Química» A: *El disseny de programes de formació*. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, p. 57-71.

PRADES, A. (2005) *Les competències transversals i la formació universitària*. Director: Sebastián Rodríguez Espinar. Barcelona: Universitat de Barcelona. Departament de Mètodes d'Investigació i Diagnòstic en Educació. Tesi doctoral.



Agència
per a la Qualitat
del Sistema Universitari
de **Catalunya**

