

Avaluació d'assignatures d'experimentació amb metodologies diverses

Maria Teresa Montañés, Antonio Eduardo Palomares, Maria José Muñoz-Portero i Rita Sánchez-Tovar

Departament d'Enginyeria Química i Nuclear (DEQN)
Universitat Politècnica de València.
C/ Camí de Vera, s/n. 46022 València, Espanya
tmontane@iqn.upv.es
DOI:10.1344/105.000001657

Resum

L'avaluació d'assignatures desenvolupades exclusivament al laboratori és una tasca complexa que requereix l'ús de diverses metodologies per aconseguir una valoració completa dels coneixements, les aptituds, les capacitats i les habilitats que ha desenvolupat l'alumnat durant el curs acadèmic. En aquest treball, discutim i mostrem els resultats obtinguts amb l'aplicació de diverses metodologies d'avaluació: mitjançant l'avaluació d'informes de pràctiques, mitjançant proves escrites i mitjançant exercicis pràctics que cal realitzar al laboratori. Els resultats mostren que l'avaluació del treball de l'alumnat no es pot fer tan sols avaluant els informes de les pràctiques realitzades, sinó que és necessari afegir-hi un examen individual, el qual pot ser escrit, o pràctic al laboratori. Pareix que els resultats obtinguts no difereixen molt entre realitzar un examen escrit o un examen pràctic, però considerem que mentre siga possible (grups poc nombrosos) és millor tenir en compte els resultats de totes tres proves. Totes aquestes proves proporcionen dades sobre les aptituds, les capacitats, els coneixements i les habilitats de l'alumnat, però unes incideixen més que altres en cadascun d'aquests aspectes; així, els informes proporcionen una informació àmplia sobre les aptituds i les capacitats de l'alumnat; l'examen escrit, sobre els coneixements que té, i el pràctic, sobre les habilitats que posseeix.

Paraules clau: Innovació avaluació docent, Experimentació, Laboratori.

1. Introducció

L'avaluació d'una assignatura té com a finalitat quantificar la relació entre els objectius marcats inicialment i els resultats aconseguits. Així, l'avaluació constitueix un factor de gran importància, ja que proporciona a l'alumnat informació sobre els progressos que fa i, al professorat, li permet conèixer l'eficàcia del marc docent utilitzat i li serveix per a comprovar si l'alumnat ha adquirit els coneixements i les habilitats suficients sobre les matèries que ha estudiat (ENQA, 2009; Castillo 2007). Per tant, l'avaluació ha de ser considerada com una realimentació del mètode docent (Martínez, 2007; Zabalza, 2001), sense oblidar mai que, encara que és una fase indispensable del procés educatiu, no és l'objectiu principal del procés, sinó l'element que en permet el control (Pérez, 1985). Una característica típica de l'avaluació educativa és la necessitat d'obtenir informació dels aprenentatges de l'alumnat d'una forma no ocasional, ni per atzar, sinó sistemàtica (Gallardo, 2010). Per aconseguir aquest requisit, el professorat necessita certs mitjans, instruments o proves, en què, a través d'una sèrie d'activitats, se sol·licita a l'alumnat que demostre el grau d'aprenentatge assolit (García, 1989).

L'avaluació d'assignatures que es desenvolupen exclusivament al laboratori és una tasca complexa que requereix l'ús de diverses metodologies que permeten la valoració completa dels coneixements, les capacitats, les aptituds i les habilitats que ha desenvolupat l'alumnat durant el curs acadèmic. Aquest tipus d'assignatures són un element indispensable en l'aprenentatge de qualsevol disciplina experimental (Cabrera, 1999), i constitueixen el mitjà a través del qual l'alumnat relaciona i aplica els conceptes

desenvolupats en les classes de teoria i problemes amb els processos reals; a més, l'introdueixen en la metodologia del treball experimental i del treball en equip (De Miguel, 2005).

El present treball analitza els resultats de l'avaluació de l'alumnat que en els últims deu anys ha cursat l'assignatura Experimentació en Química de la titulació d'Enginyeria Química. En aquest període, s'han aplicat diverses metodologies d'avaluació, i en el treball es discuteixen els resultats obtinguts amb cadascuna.

2. Context acadèmic

Tradicionalment, els continguts de les assignatures experimentals solien formar part d'altres assignatures d'índole fonamentalment teòrica, en les quals l'avaluació del treball al laboratori no acostumava a considerar-se massa important. Tanmateix, el 1997, amb la modificació del pla d'estudis de la titulació d'Enginyeria Química, les assignatures d'experimentació passaren a ser independents, en peu d'igualtat amb les assignatures teòriques; per això, la avaluació correcta d'aquestes assignatures passa a ser molt important, ja que influeixen de manera decisiva en el currículum final de l'alumnat.

Actualment, l'assignatura Experimentació en Química s'imparteix en el segon curs de la titulació d'Enginyeria Química a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de la Universitat Politècnica de València des del curs acadèmic 1997-1998. Es tracta d'una assignatura de tipus troncal de caràcter anual i consta de nou crèdits, tots de pràctiques de laboratori. L'assignatura està impartida per dos departaments: el Departament de Química (tres crèdits) i el Departament d'Enginyeria Química i Nuclear (sis crèdits). El nombre d'alumnes matriculats en l'assignatura durant els primers cursos acadèmics oscil·là entre 66 i 95. Tanmateix, a partir del curs acadèmic 2003-2004, el nombre d'alumnes s'hi reduí, i ha oscil·lat entre 44 i 49.

El present treball se centra en la part de l'assignatura que depèn del Departament d'Enginyeria Química i Nuclear, la qual s'imparteix en el segon quadrimestre del curs acadèmic. Aquesta part està concebuda per a l'aplicació pràctica en el laboratori de dues assignatures: Química Analítica i Química Inorgànica, els principals objectius de les quals són que, després de finalitzar l'assignatura, l'alumnat sàpia:

- Desenvolupar-se amb facilitat en un laboratori químic.
- Manipular el material i els aparells habituals en aquest tipus de laboratoris.
- Aplicar diferents tècniques d'anàlisi a la resolució de problemes que se li puguin plantejar en la vida professional.
- Realitzar, a escala de laboratori, alguns dels processos de la indústria química inorgànica.
- Elaborar informes amb els resultats obtinguts.

Per aconseguir els objectius descrits, es proposa realitzar un total de 15 pràctiques de laboratori, distribuïdes en 12 sessions de 5 hores.

3. Metodologia d'avaluació

L'obligatorietat de realitzar el control de l'aprenentatge en les assignatures d'experimentació és evident, però no ho és la forma de efectuar-lo. L'avaluació es pot dur a terme mitjançant proves orals, proves escrites, proves pràctiques, o bé per l'observació directa i sistemàtica del comportament de l'alumnat en activitats determinades o, d'una manera indirecta, mitjançant els productes elaborats i l'anàlisi dels treballs realitzats (Contreras, 1990). A més, l'avaluació pot ser contínua, cosa que és especialment recomanable amb grups poc nombrosos en què el diàleg entre el professorat i l'alumnat és més estret, o

bé pot efectuar-se al final de curs, per exemple, mitjançant un examen escrit, la qual cosa és més freqüent amb grups més nombrosos.

3.1. Metodologia d'avaluació plantejada inicialment

A priori, les característiques que tenen les assignatures d'experimentació permeten dur-hi a terme una avaluació contínua amb més facilitat, per exemple, amb l'avaluació i la puntuació setmanals d'informes presentats per l'alumnat després de realitzar cada pràctica. L'estructura dels informes exigits a l'alumnat ha de ser similar a la mostrada a la Taula 1 perquè la redacció de cada informe reflectisca tots els aspectes tractats en la classe de laboratori.

1	Objectius
2	Material i reactius, indicant els símbols de perillositat, els riscos específics (frases R) i els consells de prudència (frases S)
3	Resum del mètode experimental
4	Càlculs numèrics i presentació de resultats
5	Interpretació dels resultats experimentals obtinguts
6	Gestió dels residus generats al laboratori
7	Conclusions

Taula 1: Estructura dels informes de pràctiques

Els informes es presenten per grup de pràctica, constituït per dos o tres alumnes, i cada setmana s'hi tornen corregits perquè vegem les errades comeses i milloren al llarg del curs els resultats obtinguts. Aquesta metodologia fou la plantejada inicialment per avaluar l'assignatura objecte d'aquest estudi. Tanmateix, prompte s'observà que aquesta eina d'avaluació presentava dos punts dèbils molt importants:

1. Els informes eren realitzats individualment per cadascun dels membres del grup, sense haver-hi una discussió conjunta, ni una posada en comú dels resultats.
2. A causa del cost i la complexitat dels equips utilitzats, és impossible canviar totalment les pràctiques cada curs. Això fa que, a mesura que passen els anys, l'alumnat dispose d'un *banc de dades* de memòries de pràctiques en el qual es basa per a presentar els informes que fa, la qual cosa desvirtua aquest tipus d'avaluació, ja que impedeix avaluar correctament la capacitat d'aprenentatge que té.

Per això, es decidí completar l'avaluació amb un examen escrit al final de curs. Aquest examen consistí en una sèrie de preguntes de teoria i problemes aplicats als conceptes tractats al laboratori de pràctiques, amb una duració d'unes dues hores. La introducció d'aquesta prova escrita presenta diversos avantatges, ja que obliga l'alumnat a fer una posada en comú dels resultats obtinguts en les pràctiques i a efectuar-ne una anàlisi. D'altra banda, aquest tipus d'avaluació és un instrument que permet comprovar que l'alumnat organitza, sintetitza i exposa els coneixements adquirits durant totes les sessions de laboratori. A més, aquest tipus d'avaluació presenta l'avantatge de deixar constància escrita de les respostes de l'alumnat, amb la qual cosa pot revisar-se tantes vegades com faça falta. Finalment, és un procés objectiu en què tot l'alumnat realitza el mateix examen.

Tanmateix, considerem que, encara que amb tot això avaluem correctament els coneixements, les capacitats i les aptituds de l'alumnat, no n'estem avaluant adequadament les habilitats, ja que els objectius relatius a habilitats i destreses només poden ser avaluats a través de proves pràctiques i mitjançant l'observació dels processos, dels resultats i dels productes acabats. El desenvolupament d'habilitats al laboratori és una part fonamental d'aquesta assignatura, per la qual cosa l'avaluació d'aquestes habilitats ha de ser una part important de la nota final.

3.2. Nova proposta d'avaluació

A causa del que s'ha exposat anteriorment, i per tenir una avaluació més completa de l'alumnat, en el curs 2003-2004 s'introduí, juntament amb les proves ja descrites, una nova prova d'avaluació realitzada al final de curs, que denominem prova pràctica de laboratori. En aquesta prova, l'alumnat ha de realitzar, de forma individual, una part d'alguna pràctica que prèviament ja ha fet amb el seu company o companya al laboratori; així mateix, cada alumne o alumna ha d'entregar els càlculs bàsics necessaris per obtenir el resultat final de la pràctica, com pot ser determinar un rendiment o una concentració. La duració d'aquest examen pràctic és d'una hora, aproximadament. A la Taula 2 es mostra, a manera d'exemple, la prova pràctica de laboratori plantejada en el curs 2006-2007, la qual consistí en una valoració àcid-base.

Problema	Determineu el factor de correcció d'una dissolució d'HCl~0,1N. Per a fer-ho, es disposa d'una massa de Na ₂ CO ₃ ja pesada; aquesta massa s'ha de diluir en aigua destil·lada per poder prendre'n la quarta part i dur a terme la valoració amb ajuda de l'indicador corresponent.
Qüestions	a) Escriviu la reacció de valoració. b) Calculeu el factor de correcció de la dissolució d'HCl.

Taula 2: Enunciat de l'examen pràctic del curs 2006-2007

Per avaluar la prova pràctica de laboratori, la persona avaluadora ha d'observar com realitza la prova cada alumne, i no només ha de valorar el resultat final de la pràctica i la resposta a les qüestions, sinó també les habilitats que té al laboratori. Per fer-ho, la persona avaluadora disposa d'una guia en què apareixen aspectes bàsics que cal considerar en qualsevol pràctica de laboratori i que s'han anat indicant a l'alumnat durant les sessions experimentals del curs. L'alumne o alumna que ha desenvolupat les habilitats necessàries al laboratori ha de respectar aquests aspectes bàsics, i el control corresponent permet al professorat avaluar les habilitats adquirides al llarg del curs al laboratori i, d'aquesta manera, comprovar que l'alumnat ha aconseguit dos dels objectius bàsics de l'assignatura: que sàpia desenvolupar-se amb facilitat en un laboratori químic i que sàpia manipular el material i els aparells habituals en aquest tipus de laboratoris.

A manera d'exemple, a la Taula 3, es mostra la guia dels aspectes que cal considerar en l'examen pràctic de laboratori del curs 2006-2007, els quals fan referència als ítems següents:

1. Ús correcte del material, com és saber triar entre un matràs aforat i un vas de precipitats per preparar una dissolució, o entre una pipeta i una proveta per mesurar un volum amb exactitud.
2. Coneixement de l'experiment que s'està portant a terme com, per exemple, a l'hora d'escollir l'indicador apropiat.
3. Manera adequada de treballar al laboratori.

4. Qüestions relacionades amb temes de seguretat i amb la gestió correcta des d'un punt de vista mediambiental al laboratori, com és saber si els residus generats es poden abocar o no al desguàs.

Nom de l'alumne/a:	
Aspectes que cal avaluar:	
Preparació de la dilució:	Usa el material adequat: matràs aforat?
	Mesura correctament el volum?
	Homogeneïtza la dissolució?
Presca de mostra:	Usa el material adequat: pipeta?
Valoració:	Quin indicador usa?
	Agita durant la valoració?
	Determina bé el punt d'equivalència?
Gestió de residus:	Tira els residus per la pica?
Neteja de material:	Neteja correctament el material?
Altres observacions:	

Taula 3: Exemple d'aspectes que ha de tenir en compte la persona avaluadora en l'examen pràctic

4. Resultats i discussió

La Figura 1 mostra la puntuació obtinguda per l'alumnat en la convocatòria de juny des del curs 1997-1998 fins al curs 2009-2010, en les tres proves d'avaluació utilitzades en l'assignatura Experimentació en Química: informes, examen escrit i examen pràctic de laboratori. D'aquesta última prova, només es disposa de dades a partir del curs 2003-2004, que és quan s'introduí en l'avaluació de l'alumnat. La puntuació de les proves s'estableix entre 0 i 10, i a la Figura 1 s'ha representat la distribució de les notes, és a dir, el percentatge d'alumnes que han obtingut un excel·lent (nota ≥ 9), un notable ($7 \leq \text{nota} < 9$), un aprovat ($5 \leq \text{nota} < 7$) o un suspès (nota < 5), així com també el percentatge d'alumnes que no s'han presentat a les proves finals (examen escrit i examen pràctic).

A continuació, s'analitzen, de forma individual, els resultats obtinguts en cadascuna de les tres proves, així com els resultats globals aconseguits per l'alumnat.

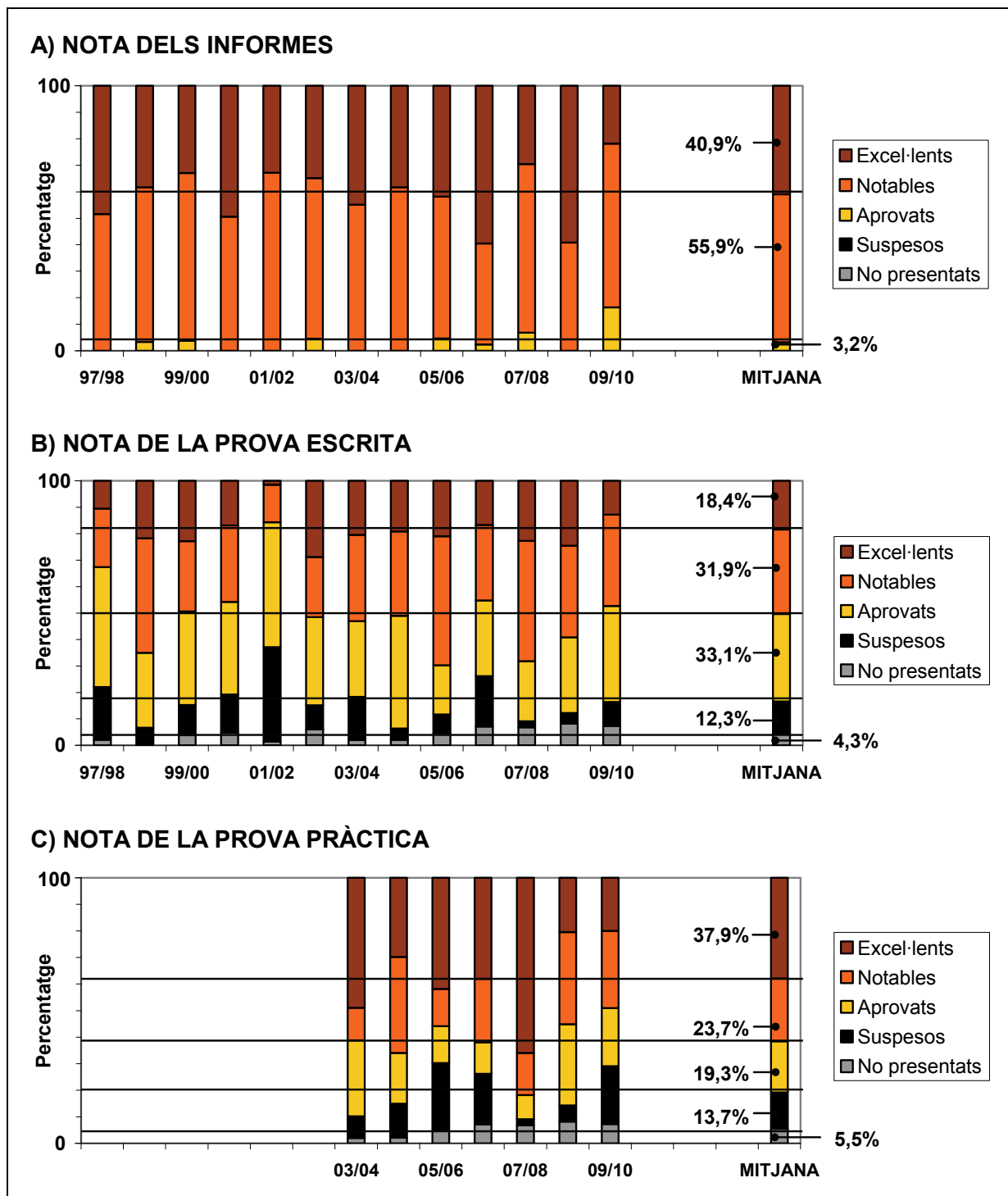


Figura 1: Puntuació obtinguda per l'alumnat en les distintes proves d'avaluació en la convocatòria de juny

4.1. Informes

Com pot veure's a la Figura 1A, la nota dels informes és molt alta, ja que pràcticament tot l'alumnat hi obté un excel·lent o un notable; de fet, la distribució entre ambdues notes és de quasi un 50% en alguns anys acadèmics. En cap curs no hi ha alumnes que suspenen els informes, ja que, encara que de forma

puntual poden obtenir una nota inferior a cinc en algun dels informes presentats, l'avaluació contínua els permet aprendre de les seues pròpies errades per no tornar a cometre-les en els informes posteriors. D'altra banda, tampoc no es dona el cas d'alumnes que no presenten els informes, ja que el valor que tenen dins de la nota final, tal com s'indica més endavant, és important.

4.2. Prova escrita

En la Figura 1B, s'observa que l'avaluació mitjançant l'examen escrit provoca més diversificació en les notes, ja que disminueix tant el percentatge d'alumnes que obtenen un excel·lent, com el dels que obtenen un notable, amb la qual cosa hi ha un percentatge més alt d'aprovats i, fins i tot, hi ha suspesos. Concretament, si s'expressen els resultats com a valors mitjans, el percentatge d'excel·lents es redueix a un 18,4%, el de notables passa a ser un 31,9%, apareix un 33,1% d'aprovats i un 12,3% de suspesos. A més, hi ha alumnes que decideixen no presentar-se al juny a la prova escrita, i el valor mitjà és un 4,3%.

4.3. Prova pràctica

La Figura 1C mostra que l'avaluació mitjançant l'examen pràctic també dona lloc a una diversificació de les notes, i, en aquest cas, la distribució n'és la següent: una mitjana d'un 37,9% d'excel·lents, un 23,7% de notables, un 19,3% d'aprovats, un 13,7% de suspesos i un 5,5% de no presentats. Si es comparen els resultats obtinguts en l'examen escrit amb els de l'examen pràctic, s'observa que aquest proporciona notes més extremes, ja que el percentatge d'excel·lents hi és bastant superior i, a més, en alguns anys acadèmics, augmenta el percentatge de suspesos. Per tant, l'examen pràctic realment aclareix les habilitats de l'alumnat, ja que les ha adquirides o no, sense possibilitat de termes mitjans.

4.4. Resultats globals

Finalment, es passa a analitzar com influeixen les distintes proves d'avaluació sobre la nota final de l'alumnat. La Figura 2 mostra la distribució de la puntuació final obtinguda per l'alumnat en la convocatòria de juny des del curs 1997-1998 fins al curs 2009-2010. En aquesta Figura, també s'indica el nombre d'alumnes matriculats per curs. Fins al curs acadèmic 2002-2003, la contribució de cada prova a la puntuació final era la següent: un 50% corresponia a la nota obtinguda en els informes i l'altre 50% a la nota obtinguda en l'examen escrit. Quan en el curs 2003-2004 s'introduí l'examen pràctic, la contribució de cada prova a la nota final passà a ser aquesta altra:

1. Informes: 50% de la nota final de l'assignatura.
2. Examen escrit: 25% de la nota final de l'assignatura.
3. Examen pràctic: 25% de la nota final de l'assignatura.

D'aquesta manera, es manté la importància donada a l'avaluació contínua de l'alumnat duta a terme a través dels informes presentats setmanalment. I, d'altra banda, dins de la prova efectuada en finalitzar l'assignatura, es dona el mateix pes a la part escrita i a la part pràctica.

La Figura 2 mostra que abans d'introduir l'examen pràctic en el curs 2003-2004, la distribució de la nota final era la següent: un 15,1% d'excel·lents, un 53,1% de notables, un 12,5% d'aprovats, un 16,2% de suspesos i un 3,1% de no presentats. Aquests valors estan expressats com la mitjana dels cursos acadèmics previs al 2003-2004. Després d'introduir la prova pràctica en l'avaluació de l'alumnat, la distribució de la nota final ha passat a ser la següent: un 22,5% d'excel·lents, un 50,3% de notables, un 6,2% d'aprovats, un 15,5% de suspesos i un 5,5% de no presentats. Aquests valors estan expressats com la mitjana dels cursos posteriors al 2003-2004, inclòs aquest últim.

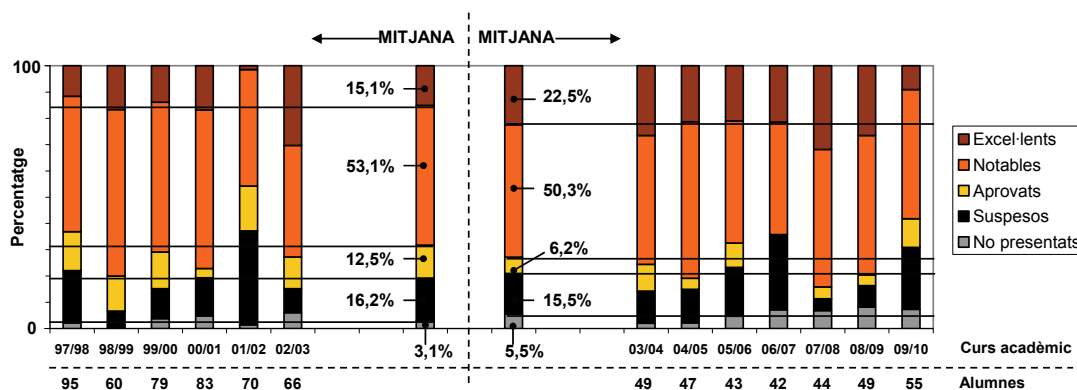


Figura 2: Puntuació final obtinguda per l'alumnat en la convocatòria de juny

Per tant, en vista dels resultats obtinguts, pareix que la introducció de l'examen pràctic en el curs 2003-2004 no suposa canvis destacables en la nota final de l'alumnat. Potser ha suposat un lleuger augment del percentatge d'excel·lents en detriment del percentatge d'aprovats, la qual cosa evidencia que, comparat amb l'examen escrit, l'examen pràctic proporciona notes més extremes que aclareixen les habilitats de l'alumnat, com ja s'ha comentat prèviament.

5. Conclusions

D'aquest estudi, es pot concloure que, per a avaluar adequadament el treball de cada alumne o alumna, no és suficient que entreguen un informe de pràctiques, sinó que és necessari afegir-hi un examen individual. Aquest examen pot ser escrit o pràctic; pareix que els resultats no difereixen tant entre l'un o l'altre, però considerem que, mentre siga possible (grups poc nombrosos), és millor tenir en compte els resultats de les tres proves (informes, examen escrit i examen pràctic). Totes tres proves proporcionen dades sobre les aptituds, les capacitats, els coneixements i les habilitats de l'alumnat, però unes incideixen més que altres en cadascun d'aquests aspectes; així, els informes proporcionen una informació àmplia sobre les aptituds i les capacitats de l'alumnat; l'examen escrit, sobre els coneixements que té, i el pràctic, sobre les habilitats que posseeix.

Referències

- [1] Cabrera, A.F.; Colbeck, C.L.; Terenzini, P.T. (1999) Developing performance indicators for assessing classroom teaching practices and student learning: the case of Engineering. *Actas del Seminario sobre Indicadores en la Universidad: información y decisiones*, Universidad de León.
- [2] Castillo Arredondo, S. (2007) *El profesorado ante la evaluación de sus alumnos: estrategias y actitudes. La evaluación como instrumento de aprendizaje. Técnicas y estrategias*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid.
- [3] Contreras, E. (1990) *El profesor universitario y la evaluación de los alumnos*. ICE de la Universitat Politècnica de Madrid, Madrid.
- [4] De Miguel Díaz, M. (2005) Cambio de paradigma metodológico en la Educación Superior Exigencias que conlleva. *Cuadernos de Integración Europea*, 2, pp. 16-27.
- [5] ENQA (2009) *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*. http://www.enqa.eu/files/Assessing_educational_quality_wr6.pdf

- [6] Gallardo Gallardo, E.; Montolio Estivill, D.; Camós Ramió, M. (2010) The European Higher Education Area at work: Lights and shadows defining Continuous Assessment. *Revista d'Innovació Docent Universitària*, 2, pp. 10-22.
- [7] García-Ramos, J. M. (1989) *Bases pedagógicas de la evaluación*. Síntesis, Madrid.
- [8] Martínez De Miguel López, S. (2007) Una experiencia de innovación del portafolio del alumno, en la diplomatura de educación social, desde el marco de la educación superior en Europa. *Educatio Siglo XXI*, 25, pp. 125-144.
- [9] Pérez-Juste, R. (1985) *Medición en educación*. UNED, Madrid.
- [10] Zabalza, M. (2001) *Evaluación de los aprendizajes en la Universidad*. Didáctica universitaria, Madrid.