

2013

Bones Pràctiques Docents  
Metodologies Actives a l'Aula

## EL JOC DE ROL COM A EINA D'APRENENTATGE

**PDI responsable de la bona pràctica**  
M. Núria Salán Ballesteros

**Membres de l'equip  
que l'ha desenvolupat i aplicat**

Elisa Rupérez de Gracia  
Josep Palou Prats  
Jaime Juan Muñoz  
Jordi Llumà Fuentes  
Enrique Fernández Aguado

Sílvia Illescas Fernández  
Khalil Tafzi  
Francisco J. Barahona Navarro  
Jordi Jorba Peiró  
Daniel Rodríguez Rius

**Titulació o titulacions en què  
s'ha realitzat la bona pràctica, i nivell (1r curs...)**

Enginyeria Industrial – 2n i 4t cursos  
Enginyeria Aeronàutica – 2n i 4t cursos  
Grau en Enginyeria Mecànica – 1r curs  
Grau en Enginyeria Química – 1r curs  
Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials – 2n i 3r cursos

**Assignatura o assignatures  
i tipologia (obligatòria, optativa, ...)**

Fonaments de Ciència dels Materials -  
Obligatòria  
Ciència i Tecnologia dels Materials -  
Obligatòria

Tecnologia dels Materials - Obligatòria  
Materials Aeroespacials - Obligatòria

**Àmbit de coneixement UPC**

Enginyeries Industrials

Medi Ambient, Sostenibilitat i  
Recursos Naturals

**Alumnat implicat i grups**

800 estudiants – 10 grups grans per curs

**Trajectòria/recorregut**

4 anys acadèmics (2009/10, 2010/11, 2011/12, 2012/13)



---

## Resum

El paradigma de Bolonya i les metodologies actives han possibilitat la incorporació de competències i processos d'avaluació continuada que afavoreixen que l'estudiantat formi part del mateix procés d'aprenentatge.

S'ha plantejat la incorporació del joc de rol com a eina de motivació en les assignatures relacionades amb l'àmbit dels materials. Es pretén que un grup d'estudiants adopti el rol d'una empresa d'assessoria en materials, que doni resposta a les necessitats i peticions del professorat, el "client". La interacció professorat-alumnat és imprescindible i la metodologia proposada ha de garantir una comunicació i una retroacció constants, que alimenti la motivació i que possibiliti un seguiment continu. Successivament es realitzen noves consultes que posen l'alumnat en contacte amb metodologies de caracterització química, física, mecànica i/o microestructural de materials, continguts que s'hauran vist en la part teòrica.

A partir de les apreciacions del professorat, es fomenta que els informes de cada encàrrec (tasca) siguin cada vegada més acurats i professionals. El resultat final és un conjunt de protocols (dossier o *portfolio*) per a la caracterització d'un material, que mostra l'evolució en l'aprenentatge i recull evidències de l'assoliment de competències, i de coneixements, habilitats i actituds, com a base d'una transició de l'àmbit acadèmic al professional.

---

## Paraules clau

Rúbriques

Dossier de l'estudiant (portafoli)

Joc de rol

---

## Presentació

En aquest treball es proposa utilitzar un joc de rol com a eina d'aprenentatge en assignatures de ciència i tecnologia dels materials per a titulacions de l'àmbit de l'enginyeria (grau i/o màster). Aquesta activitat s'ha dissenyat com a complement de la part teòrica de la matèria i com a alternativa a unes pràctiques de laboratori que, de vegades, puguin ser activitats poc atractives i amb resultats tan previsibles com poc reals.

Es pretén que els estudiants, en grups moderats, adoptin el rol d'una empresa júnior d'assessoria en l'àmbit de l'enginyeria de materials, que, al llarg del curs, haurà de donar resposta a les necessitats i peticions del professorat, que pren el rol de "client". La interacció professorat-alumnat és imprescindible i la metodologia proposada ha de garantir una comunicació constant i una retroacció eficaç que alimenti la motivació de l'estudiantat i que possibiliti un seguiment continu de l'activitat.

Val a dir que la relació i la comunicació entre professorat i estudiantat és, en tot moment, molt formal i professional, és a dir, utilitza una terminologia i unes fórmules de salutació i comiat adequades en un escenari real. Així mateix, l'assoliment de terminis es vincula a l'acompliment d'un contracte.

Els principals objectius de l'activitat són els següents:

- Introduir l'estudiantat en l'àmbit de l'enginyeria de materials progressivament, d'una manera amena i dinàmica, i amb la seva participació activa.
- Afavorir el desenvolupament d'un gran nombre de competències genèriques durant el desenvolupament de la pràctica (CG1, Emprenedoria i innovació; CG2, Sostenibilitat i compromís Social; CG3, Tercera llengua; CG4, Comunicació eficaç oral i escrita; CG5, Treball en equip; CG6, Ús solvent de recursos d'informació, i CG7, Treball autònom).
- Reproduir un escenari professional paral·lel al desenvolupament acadèmic en les assignatures de l'àmbit dels materials.

La piràmide de Miller (fig. 1) mostra com les activitats que forcen la capacitat d'actuació (*Actuar, Does*) i de comunicar per escrit (*Saber mostrar, shows how*) són les que fomenten una seguretat més gran en el comportament "professional". Per això, pot ser una manera útil d'ajudar a triar estratègies d'actuació per a la consecució dels objectius proposats.

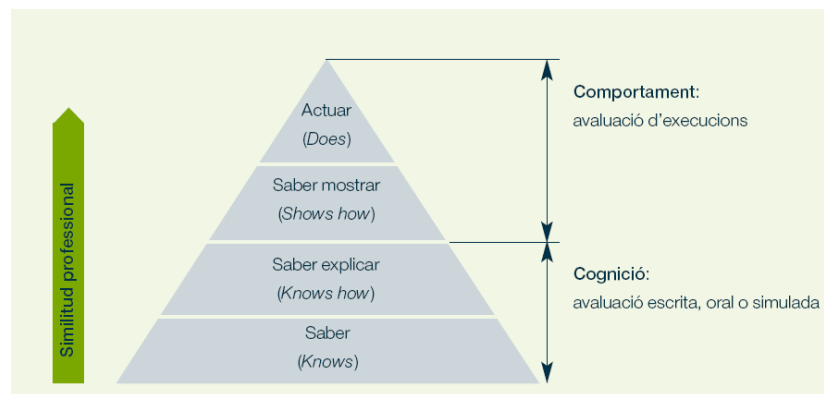


Fig. 1. Piràmide de Miller (1990)

Les pràctiques de laboratori sovint consisteixen en una demostració de continguts que l'estudiantat ja coneix i, per tant, que no resulten atractius. Això, sumat al fet que no sempre és possible actualitzar els equips i instal·lacions al ritme que caldria, fa que sovint l'estudiantat hagi de realitzar aquesta part de la formació amb material i/o metodologies que poden ser obsolets. Darrerament, les retallades en els pressupostos han agreujat aquesta situació, de manera que la realització de pràctiques amb un tipus de fungible determinat pot arribar a ser poc viable o impossible de realitzar.

Les pràctiques de laboratori que es fan amb PC (simulacions, programes relacionats) també queden sotmeses a la disponibilitat que té la universitat de les llicències actualitzades, de manera que si en algun moment no és possible disposar d'aquesta llicència, el professorat s'enfronta al problema d'haver d'organitzar un material alternatiu.

Aquesta activitat permet, d'una banda, realitzar "pràctiques" de continguts teòrics amb independència de material fungible ni de llicències, alhora que permet introduir i avaluar els continguts propis de la matèria, en funció de la bondat, fiabilitat i rigorositat dels informes. També permet millorar notablement les

“formes” en la comunicació (estructura dels informes, tipus de llenguatge, distribució de continguts, etc.).

A partir de la guia docent d'una assignatura de l'àmbit dels materials, se seleccionen continguts que es podrien adaptar a aquest tipus d'iniciativa. L'activitat comença el primer dia de curs, amb una exposició exhaustiva per part del professorat de les “regles de joc”:

Els estudiants s'agrupen en equips de 5 persones i cada grup constituït ha de buscar un nom d'empresa i adoptar una marca corporativa (logo), així com una adreça de correu electrònic d'empresa (Gmail, Hotmail, etc.). Amb aquest logo i les dades “professionals”, han d'elaborar un model de carta-missatge electrònic, un model d'informe (*template*) i un model d'acta de reunions. També se'ls demana que es defineixi un “organigrama” entre els components (se suggereix una estructura “horitzontal”) i que pactin un idioma de comunicació (català, castellà o anglès). Una vegada definits els grups, s'han d'adreçar al professorat responsable de l'activitat amb un correu d'oferta de serveis, molt formal, del tipus

*Benvolgut professor/Benvolguda professora,*

*Som una empresa jove de l'àmbit de l'enginyeria de materials i us enviem aquesta carta/us enviem aquest missatge per oferir-vos els nostres serveis en assessorament de solucions per a la identificació i la caracterització de materials.*

*Les nostres dades de contacte són (nom d'empresa, adreça electrònica comercial, relació de “socis” i càrrecs i una breu descripció de l'àmbit d'expertesa).*

*Cordialment,*

*(Nom empresa)*

El professorat, en rebre el missatge “d'ofertament”, respon, també en termes molt formals, per comunicar que accepta la proposta i fer una primera sol·licitud-encàrrec. A partir d'aquest moment, s'inicia un intercanvi regular de missatges entre el professorat i cada grup d'estudiants, en els quals es creuen oferiments i

sol·licituds amb respostes i propostes, mantenint en tot moment el grau de formalitat que correspondria a una relació professional.

En paral·lel a la comunicació “empresa-client”, es pot mantenir una comunicació professorat-alumnat, en la qual es poden demanar explicacions sobre el que es demana en una sol·licitud o bé es poden indicar suggeriments de treball per ajudar a resoldre, amb èxit, l’encàrrec sol·licitat. Una vegada rebut l’informe, se’n valida el contingut (retroacció) i s’indiquen els aspectes més febles (si n’hi ha) del treball. També es destaquen els millors elements del treball (fig. 2).

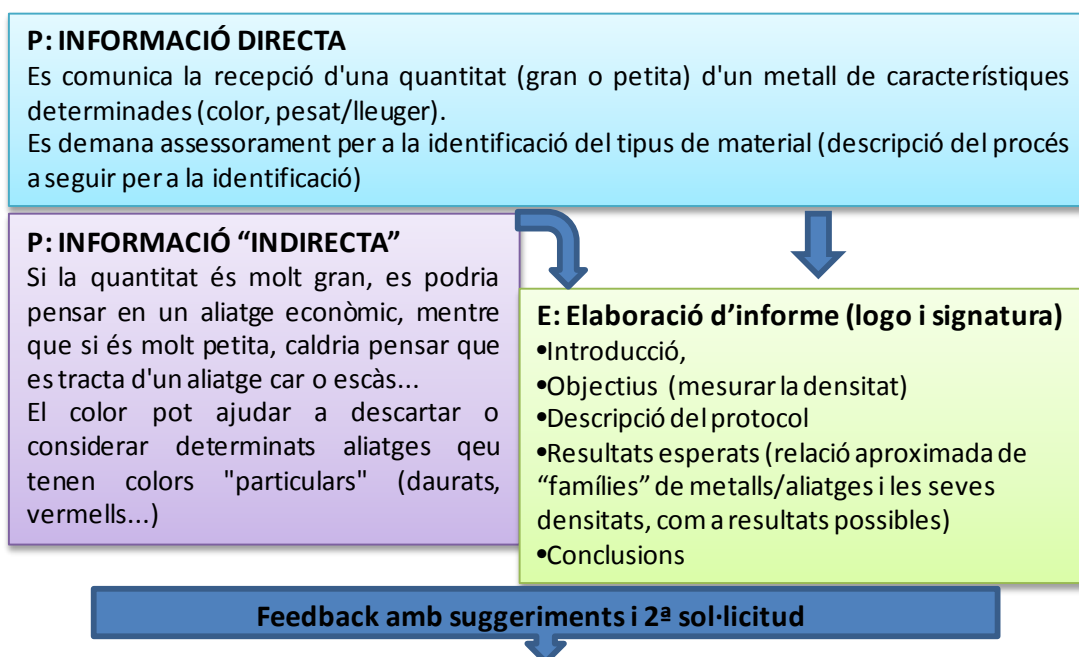


Fig. 2. Etapa 1. Primera sol·licitud, “Identificació del tipus d’aliatge problema”

Si el treball (informe) no és adequat, és el moment de donar pautes (presencialment o per correu electrònic) i suggerir que s’elabori un nou document amb la informació requerida (eliminar un excés de continguts buits, eliminar continguts i/o imatges innecessaris, etc.). Quan es considera que l’informe és prou correcte, es fa la segona sol·licitud (fig. 3). Una vegada rebut i validat el segon informe, de nou s’indiquen (si n’hi ha) els aspectes més febles del treball i se’n destaca el més valorat.

En aquest punt, si l'informe lliurat en aquesta segona ocasió conté els mateixos "errors" o "febleses" del primer, es pot plantejar una reunió presencial amb els components, per indicar-los la conveniència de millorar-lo d'acord amb els suggeriments. Si el contingut és adequat, es proposa un tercer informe (fig.4).

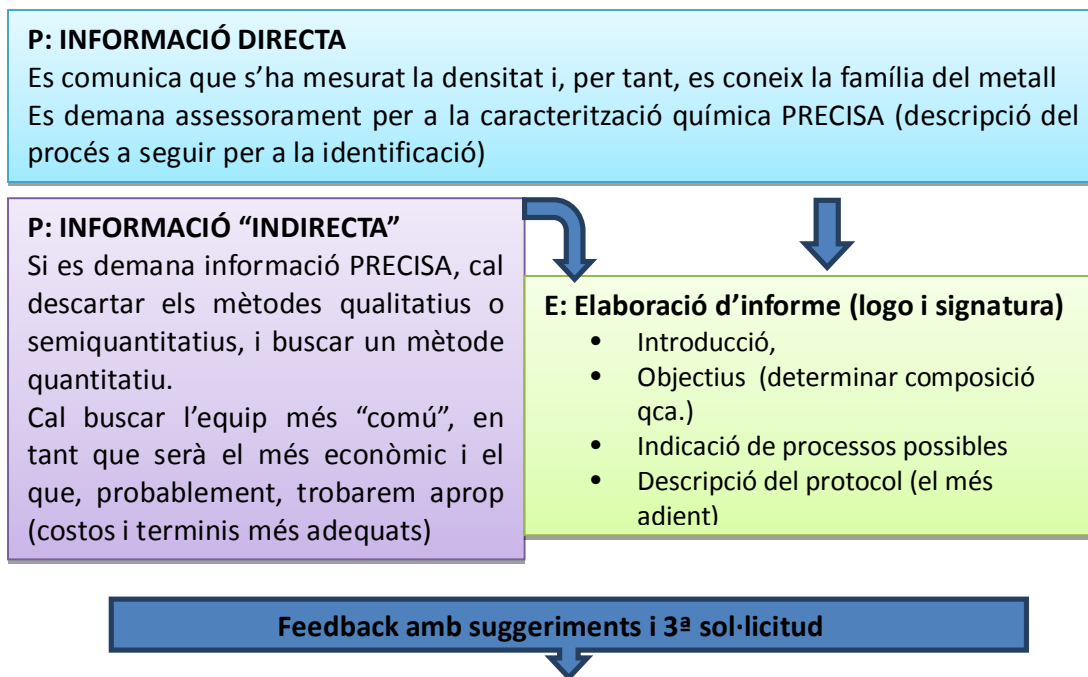


Fig. 3. Etapa 2. Segona sol·licitud, "Caracterització química de l'aliatge problema"

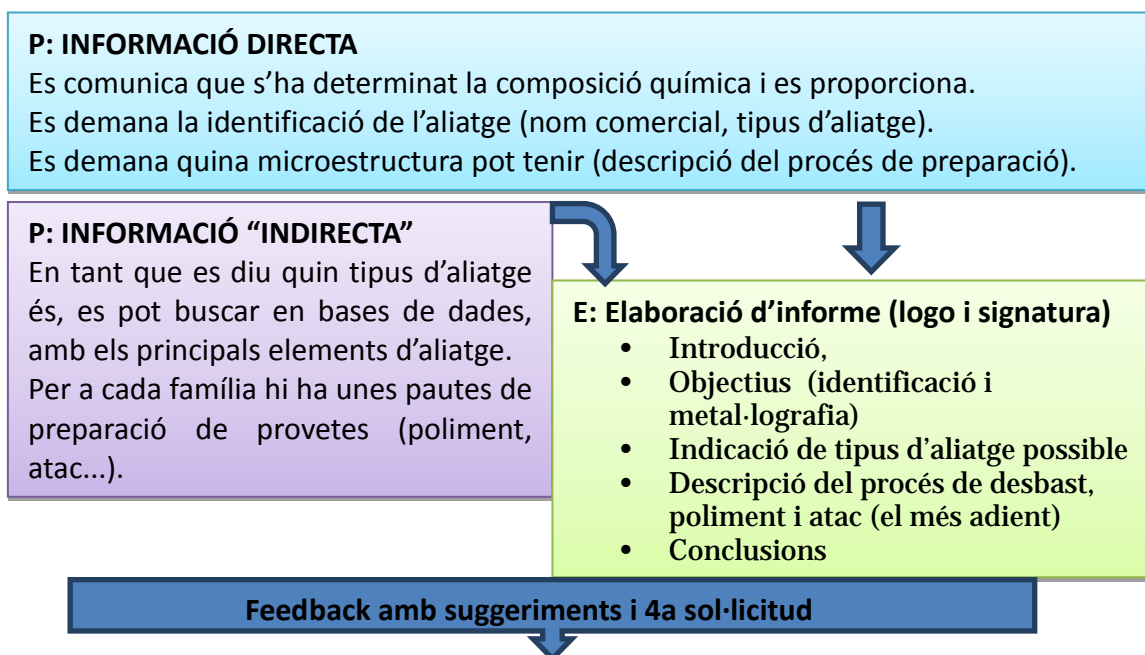


Fig. 4. Etapa 3. Tercera sol·licitud, "Identificació del tipus d'aliatge problema i Metal·lografia"

Aleshores, successivament, es van realitzant noves consultes que, al llarg del quadrimestre, posin a l'alumnat en contacte amb les principals metodologies de caracterització de materials (química, física, mecànica i/o microestructural). Aquests aspectes, habitualment, es treballen de manera superficial a les sessions de teoria.

La retroacció que proporciona el professorat ha de ser constant, per mantenir el ritme de treball i per encoratjar el grup a millorar (cal destacar principalment el que han fet millor). De manera transversal, a partir de les apreciacions del professorat, es fomenta que els informes de cada encàrrec (tasca) siguin cada vegada més acurats i, si s'escau, més professionals. Al final del quadrimestre, el recull d'informes elaborats per un grup es pot recollir, com si fos un dossier, en tant que mostra l'evolució en l'aprenentatge dels estudiants i/o del grup d'estudiants.

L'estudiantat podria estar interessat a realitzar alguna etapa pràctica de les que especifica el document. En aquest cas, es poden oferir (si hi ha disponibilitat) sessions presencials amb els equips o programes que els interessin. En paral·lel, el professorat deixa exposada, des del primer dia, una relació d'espais virtuals on l'estudiantat pot consultar dades relatives al seu material "problema", com per exemple:

- Matweb i CES-EDUPACK: bases de dades de materials.
- PCT-UPC, Portal Científic i Tècnic de la UPC (fig. 5), per fer cerca d'equips i serveis (<http://www.upc.edu/pct>).
- YouTube: canals de professorat, amb continguts pràctics, solucions industrials i exemples visuals.





Fig. 5. Captura de pantalla del PCT-UPC (<http://www.upc.edu/pct>)

Aquesta pràctica s'ha desenvolupat especialment a l'assignatura de Tecnologia de Materials del pla d'Enginyeria Industrial a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa, ETSEIAT (2 grups de matrícula cada quadrimestre, actualment en extinció) i a l'assignatura de Ciència i Tecnologia de Materials de les titulacions de grau que s'imparteixen a l'Escola d'Enginyeria de Terrassa (fins a 8 grups de matrícula entre els dos quadrimestres d'un curs).

Paral·lelament, com a treball elaborat per un grup de professorat del Grup d'Innovació Docent en Materials (GidMAT-RIMA), s'ha aplicat també a l'assignatura de Tecnologia de Materials a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (actualment en extinció) i amb estudiantat de Fonaments de Ciència dels Materials de diverses titulacions de grau de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, així com a les assignatures de Ciència dels Materials dels graus en Enginyeria en Tecnologies Industrials i Enginyeria en Tecnologia Aeronàutica, ambdues impartides a l'ETSEIAT, cadascuna de les quals amb 3-4 grups de matrícula dins d'un curs complet.

En tots els casos, les assignatures implicades han estat assignatures troncales que s'han impartit en tots dos quadrimestres del curs, durant el període previst. Els grups de matrícula són grans (50-60 estudiants), però l'activitat s'ha realitzat en grups de 5 persones, de manera que s'han creat el nombre de grups necessaris per incloure-hi tots els estudiants.

Aquesta activitat s'ha realitzat durant les pràctiques, que han estat un total de 15 hores/quadrimestre per a cada grup. Cada assignatura ha tingut una persona que ha actuat de coordinadora de l'assignatura, si bé cada professor o professora ha treballat autònomament amb els grups assignats, seguint unes pautes comunes i donant la resposta necessària en cada moment a cada grup.

En tant que l'aprenentatge basat en competències pretén assegurar que l'estudiantat assoleixi els coneixements, habilitats i actituds importants, tant en relació amb allò que s'estudia com pel que fa a les transicions per a les quals es preparen (transició laboral, preparació per a màsters acadèmics, etc.), es pot considerar que aquesta activitat permet desenvolupar pràcticament totes les competències genèriques, si bé amb diferent intensitat:

- CG1, Emprenedoria i innovació: La constitució d'una "empresa", la necessitat de buscar-hi un nom "comercial", la possibilitat d'organitzar-se en una estructura/organigrama, proporcionen elements que fomenten la creativitat.
- CG2, Sostenibilitat i compromís social: Els criteris de selecció d'un procés o un altre, en un moment determinat, haurien d'incloure la sostenibilitat i el compromís social. Es pot valorar que el protocol inclogui un punt de gestió de residus (si n'hi ha) i que es tingui en compte l'ús d'un llenguatge no sexista.
- CG3, Tercera llengua: En tant que una bona part de la documentació que cal consultar està en anglès, una part de la incorporació d'aquesta 3a llengua a les seves tasques habituals ja està prevista. Si algun grup decideix que la llengua de comunicació és l'anglès, es valorarà positivament .
- CG4, Comunicació eficaç: La comunicació escrita està implícita en el mateix desenvolupament de l'activitat, en tant que tots els missatges han de ser clars i entenedors, i les descripcions han de ser coherents.
- CG5, Treball en equip: Per garantir que l'equip ha treballat conjuntament, es demana que cada grup elabori actes de les reunions, en les quals s'ha de fer constar el lloc de trobada, la data, la durada de la reunió i els acords presos. D'aquesta manera, es pot detectar si algú no ha participat tant com la resta (i, per tant, no assoliria la competència de "Treball en equip").

- CG6, Ús solvent de recursos d'informació: Es proporcionarà una relació de publicacions i adreces de contacte. A partir d'aquí, cada grup haurà de fer una cerca d'informació coherent amb el contingut que se li ha assignat.
- CG7, Treball autònom: La necessitat de processar la informació recollida i elaborar informes, fora de l'aula, fomenta el treball col·laboratiu i autònom, amb els aspectes positius i negatius que això comporta.

El resultat final de l'activitat és un grup de protocols que, en conjunt, es poden considerar la base d'un procés real de caracterització completa d'un material desconegut, alhora que permet al professorat garantir l'assoliment d'uns mínims que proporcionin criteris objectius de valoració.

Aquesta experiència s'ha presentat a diversos congressos (sessió de pòsters al Materials Education Symposium, Cambridge 2012; World Conference Education Symposium, Barcelona 2012, i sessió de ponències convidades a Materials Education Symposium, Cambridge 2014.). També va optar al Premi UPC a la Qualitat en Docència Universitària (modalitat 2: premi a la iniciativa docent), en l'edició de 2012. Actualment està pendent de lliurament en forma de publicació internacional.

## Planificació de la bona pràctica i descripció de les activitats que s'han dut a terme

Una distribució de tasques aproximada per a una activitat de 15 setmanes, seria:

ACTIVITATS	SETMANA DE CURS (1 QUADRIMESTRE)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Constitució de grups (E)	E	E													
Presentació (E) i 1a sol·licitud (P)		E													
Informe 1a sol·licitud (E) i retroacció (P)			E												
2a sol·licitud (P) i lliurament 2n informe (E)				P											
Retroacció 2n informe (P), 3a sol·licitud (P) i lliurament 3r informe (E)				P											
Retroacció 3r informe					E										
Parcials															
4a sol·licitud (P) i lliurament 4t informe (E)						P									
Retroacció 4t informe (P), 5a sol·licitud (P) i lliurament 5r informe (E)						P									
Retroacció 5è informe (P), 6a sol·licitud (P) i lliurament 6è informe (E)											P				
Retroacció 6è informe (P), lliurament informe definitiu (E)														E	
														P	P
															E

- **E** = estudiantat / **P** = professorat

S'estima convenient que el professorat implicat realitzi 3 reunions durant el curs: a l'inici del quadrimestre, a la setmana 7-8 i al final de l'activitat. Es pot crear un grup de treball i/o un repositori (Dropbox o grup GoogleDocs) per comentar o compartir experiències. A la primera reunió (inici de curs) es defineixen les pautes d'actuació:

- Requeriments i pautes que es proporcionaran a cada grup.
- Definició de la metodologia de treball (adaptada a cada cas).
- Nombre de consultes i terminis de lliurament (planificació).
- Característiques de la retroacció, extensió dels informes i criteris d'avaluació.

Es pot avaluar l'assoliment de les competències desenvolupades i incorporades, a partir d'una rúbrica que inclogui elements valorats en cada competència i grau

d'assoliment d'aquests. L'avaluació del professorat, a més dels continguts, valora la formalitat en el lliurament de les tasques sol·licitades (compliment de terminis) i l'estructura dels documents (que tots els documents proposats continguin una contextualització) i l'originalitat en la descripció. A més, permet engegar eines de coavaluació i autoavaluació amb la utilització de rúbriques.

Un aspecte molt positiu d'aquesta activitat és que permet a l'estudiantat actuar, dins el seu rol, com a avaluador d'altres treballs o informes presentats per altres grups, ja que els informes s'han de lliurar per duplicat (un arxiu amb dades de grup i un altre arxiu sense cap identificació), amb la qual cosa l'estudiantat pot avaluar, de manera anònima, altres treballs i comprovar la qualitat del propi treball per comparació.

---

## Avaluació i resultats

Els informes es lliuren en un document doble: un amb nom i un altre sense cap identificació. Amb els documents "anònims", s'organitza una graella de distribució, de manera que cada grup rebi dos documents per avaluar, un model de rúbrica i un model de qüestionari en blanc. Cada grup ha de fer les 2 avaluacions dels treballs que se'ls hagi assignat; l'estudiantat avalua el treball i envia els qüestionaris emplenats al professorat. D'aquestes dues avaluacions d'estudiantat, juntament amb la valoració que haurà fet el professorat, se'n fa una mitjana.

També es demanen les actes de les reunions, en les quals queden recollides les propostes de feina per a cada sol·licitud del professorat i les tasques assignades a cada membre del grup. Si algun membre no aconsegueix les tasques, el professorat es planteja l'avaluació (mitjançant un qüestionari de valoració) dels membres del grup entre ells, de manera anònima. Si el contingut de les actes indica que tothom ha "completat" la seva part, no s'ha de considerar aquesta avaluació.

Una vegada finalitzada l'activitat, mitjançant un joc de preguntes i respostes, es consulta l'estudiantat què és el que més els ha agradat i què és el que menys, amb referència a la metodologia considerada, i s'adopten les mesures requerides en cada cas.

Les respostes més coincidents en l'apartat "El que més m'ha agradat" han estat del tipus:

- Haver de buscar informació i descobrir per mi mateix la informació.
- El ritme de comunicació.
- La metodologia de laboratori.
- Poder conèixer equips que no tinc a l'abast al laboratori.

Les respostes més coincidents en l'apartat "El que menys m'ha agradat" han estat:

- Massa feina.
- La dificultat en la redacció dels informes, sobretot els primers.
- No saber per on començar, en ocasions.
- Haver de treballar en grups.

---

## **Plans de millora contínua**

En un inici, els treballs es demanaven en català i/o castellà. Progressivament, s'ha anat incorporant l'anglès com a llengua vehicular, tant en els informes com en la redacció de missatges electrònics de contacte. Això ha permès desenvolupar habilitats de comunicació i redacció de documents tècnics en 3a llengua.

Pel que fa a l'avaluació que realitza cada any l'estudiantat, s'han anat incorporant (en la mesura que s'ha considerat oportú o ha estat possible) les propostes de millora que han suggerit, tot i que no es podia considerar amb regularitat, ja que depenia molt de la promoció (nivell d'exigència, característiques de l'estudiantat, etc.).

---

## Referències

- Martínez, M; et al.: “Guia per a l’avaluació de competències als laboratoris en l’àmbit de Ciències i Tecnologia”. AQU Catalunya, Col·lecció “Guies d’avaluació de competències, Barcelona 2009
- Fransoy, M; Sánchez-Robert, FJ; Augé, M.; Salán, MN: “Student Portfolio as a learning tool in UPC-BARCELONATECH technical and health degrees. Good Practices in GTPoE-RIMA”. WCES 2012, Barcelona.
- Marcè, J; Salán, MN; Aragoneses, A; Bernat, E; Escrig, E; Otero, E; Rupérez, E; Illescas, S: “Teaching Engineering with Autonomous Learning Tools: Good Practices in GRAPAU-RIMA”. WCES 2012, Barcelona.
- Sánchez, P; Rosell, J; Muñoz, A; Flores, M: “La metodología de los juegos de rol y la aplicación de las nuevas tecnologías en el área de organización de empresas en las titulaciones de ingeniería y arquitectura”. Convocatorias 2009 Innovación (Universidad de Zaragoza)
- Zumbado, H; Escandell, J: “Didáctica universitaria”, Cultura Docente (<http://www.uh.cu/sitios/cultdoc>)
- Silvestre, M; Zilberstein, J: “Cómo hacer más eficiente el aprendizaje?” Ediciones CEIDE, México 2000