

# PROCÉS D'OBTENCIÓ D'UN MATERIAL POLIMÈRIC

PDI responsable de la bona pràctica

Roser Gorchs Altarriba

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

Montserrat Solé Sardans

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

Grau en Enginyeria Elèctrica (pla 2009) – 2n curs

Grau en Enginyeria Química (pla 2009) – 2n curs

Grau en Enginyeria Mecànica (pla 2009) – 2n curs

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica (pla 2009) – 2n curs

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

Sistemes Químics - Obligatòria

Àmbit de coneixement UPC

Enginyeria Civil

Enginyeries Industrials

Alumnat implicat i grups

345 estudiants

(10 grups grans de teoria, 20 grups petits de pràctiques  
i problemes, grup PBL: 3-4 estudiants)

Trajectòria/recorregut

3 anys acadèmics

---

## Resum

S'utilitza l'aprenentatge basat en problemes (PBL, sigles en anglès que corresponen a *problem-based learning*) com a metodologia d'ensenyament/aprenentatge activa per tal que l'estudiantat "prengui contacte amb la indústria química" treballant en equip alhora que desenvolupa altres competències genèriques.

---

## Paraules clau

Aprenentatge basat en  
problemas/projectes  
(ABP o PBL)

Joc de rol

Indústria química

## Presentació

- Unitat responsable: 330 - EPSEM – Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
- Unitat que imparteix: 741 - EMRN – Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals
- Crèdits ECTS: 6
- Títol del PBL: Procés d'obtenció d'un material polimèric. De la matèria primera al producte final

## Objectius específics

- Prendre contacte amb la indústria química.
- Desenvolupar capacitats comunicatives oral i escrita i aprendre a treballar en equip.
- Desenvolupar destreses cercant informació.

Els grups de treball estan compostos per 3 o 4 estudiants proposats pel professorat, amb l'objectiu d'aglutinar diferents perfils.

El professorat tutoritza l'activitat PBL en l'horari de grups petits (pràctiques/problemes). En una o dues sessions es discuteix amb els alumnes de cadascun dels grups de treball i en una altra sessió l'alumnat presenta un esborrany del PBL, moment que s'aprofita per reconduir la tasca si no està orientada correctament i per fer-hi suggeriments o bé proposar-hi alternatives.



Aquesta activitat es proposa en el context del contingut 3, que du el títol “La indústria química II” (trobareu l'enllaç de la guia docent en les referències bibliogràfiques).

Inicialment, en l'elaboració del pla d'estudis i de la guia docent de l'assignatura Sistemes Químics ja es va pretendre que l'alumne fos una part activa del seu aprenentatge i que la realització del treball (PBL) li proporcionés una visió global de la indústria química. Aquesta va ser una decisió conjunta del professorat del centre, especialment les persones implicades en els estudis del grau en Enginyeria Química, que som els responsables de l'assignatura Sistemes Químics.

Des de l'inici que es va elaborar la guia docent de l'assignatura, en els nous graus d'enginyeria es va plantejar l'ús del PBL com a metodologia d'ensenyament/aprenentatge pel fet que és una eina apropiada perquè l'estudiant o estudianta sigui capaç d'aconseguir els objectius següents:

- Identificar les operacions presents en una planta química i els serveis auxiliars (aigua i energia). (*Competència específica*)
- Comprovar *in situ* el funcionament d'una indústria química (procés, control de qualitat, seguretat). (*Competència específica*)
- Conèixer els productes químics perillosos: normatives, ús, manipulació. (*Competència específica*)
- Comunicar eficaçment de manera oral i escrita. (*Competència genèrica*)
- Treballar eficientment tant individualment com en equip. (*Competència genèrica*)
- Aprendre de forma individual (aprenentatge autònom). (*Competència genèrica*)

En les primeres edicions havíem disposat de més hores de grup petit: 9 setmanes enfront de les 5 actuals, a raó de 2 hores setmanals. Per aquesta raó, inicialment es podien executar activitats destinades a millorar l'aprenentatge de les competències genèriques i específiques. Això implicava també que l'estudiant o estudianta disposava de més temps de treball autònom (un nombre més gran de setmanes).

En l'assignatura Sistemes Químics, l'estudiantat parteix del nivell zero quant al coneixement teòric del tema, el qual és diferent per a cada grup de treball, en tractar-se de diferents processos químics industrials però alhora afins. Cada grup elegix un tema entre els que proposa el professorat.

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

L'èmfasi es posa principalment en el "procés industrial d'obtenció del producte o material". L'estudiant o estudianta ha de fer un recorregut des de les "matèries primeres" fins al "producte final", contextualitzat en alguna indústria del sector químic: petroquímiques, galvàniques, potabilitzadores, dessalinitzadores, plàstics, pintures.

Per tal de poder fer-se'n una idea més clara, a continuació s'especifiquen els apartats

### PBL. ELS POLÍMERS

#### *De les matèries primeres als productes*

1. Font o recurs natural
2. Matèries primeres: monòmer
3. Síntesi del polímer
4. Procés: diagrama de flux
5. Producte final (o bé acabat)
6. Propietats, usos, repercussió mediambiental
7. Bibliografia; referències; webs

que han de seguir els estudiants de Sistemes Químics.

Es proporciona a l'estudiantat un pla de treball que conté tota la informació que necessita: els temes que poden escollir, que és diferent per a cadascun

dels grups de treball; el calendari en què els estudiants han de fer el PBL, així com el tipus de tutorització que els farà el professorat. Es proporcionen pautes per a l'elaboració dels lliuraments: propostes inicials i finals, memòria i presentació en PowerPoint. També s'hi adjunten



les graelles que s'utilitzen per a l'avaluació del professorat i d'ells mateixos (coavaluació).

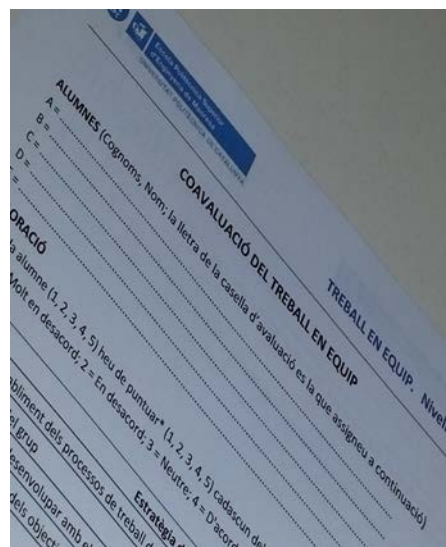
Amb l'objectiu d'acompanyar l'estudiantat en el procés d'adquisició de les competències “treball en equip” i “comunicació oral i escrita eficaç”, se'ls proporciona informació: monogràfics de l'EPSEM, basats principalment en els que proporciona l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat Politècnica de Catalunya, i algun article perquè ells mateixos busquin solucions als conflictes entre els membres del grup de treball.

Per tal d'afavorir l'aprenentatge de les competències transversals i alhora per tenir indicadors per avaluar-les, se'ls demana que emplenin alguns documents, els quals s'expliquen a continuació, que en bona part es basen en preguntes proposades per diferents autors, segons la bibliografia:

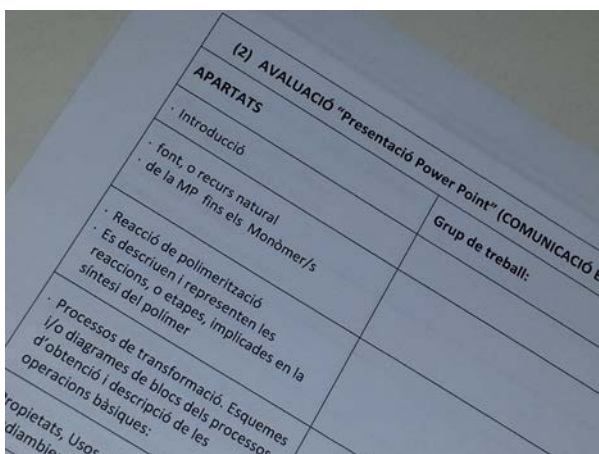
- Al llarg del període que han de realitzar l'activitat PBL, cada vegada que el grup de treball es troba de forma presencial han d'emplenar el full de registre de la sessió presencial de treball en grup. Aquest conté

- preguntes que els ha d'ajudar a organitzar-se, a discutir el funcionament del grup de manera habitual. (Per tal que no se soterrin els problemes sorgits o que s'hagin de discutir quan ja s'han fet massa grans, se'ls convida a proposar millores de funcionament del grup o dels individus, segons el que s'escaigui, entre altres qüestions.)
- En finalitzar el treball i un cop lliurat el PBL, cada estudiant ha de respondre un qüestionari d'autoavaluació i coavaluació del treball en grup.

- Una de les preguntes que ajuda més a reconèixer el grau de participació de cada estudiant és la que demana que es reparteixin la puntuació entre els membres de l'equip.



Pel que fa a l'avaluació, conté els aspectes “quantificable” i “formativa”, la qual té dues vessants:



- Valoració numèrica (nota màxima: 10), que valora les competències específiques (CE).
- Valoració de màxim a mínim, amb les qualificacions A, B, C i D, de les competències genèriques (CG) “treball en equip” i “comunicació oral i escrita eficaç”.

L'activitat PBL representa el 23 % de la nota numèrica de l'assignatura Sistemes Químics, la qual es valora sobre la base dels aspectes següents:

- Memòria escrita (14 %) (avalua el professorat): es valoren les CE i la CG “comunicació escrita”.
- Presentació en PowerPoint (4,5 %) (avaluen el professorat i l'alumnat): es valora la capacitat comunicativa (CG “comunicació oral i escrita eficaç”).

- Tutorització (4,5 %) (avalua el professorat al llarg del període de treball en grup). A la meitat del període d'elaboració del PBL, se'ls fa presentar una primera proposta de presentació en PowerPoint, que ha de contenir els punts clau per enfocar de manera adient el tema del treball: se'ls fan suggeriments i se'ls donen pautes, perquè s'adonin dels errors, si n'hi ha; etc.

L'avaluació de les competències genèriques es fa sobre la base de la “tutorització” feta pel professorat i els “fulls de registre de la sessió presencial de treball en grup”, que han d'emplenar cada vegada que el grup es reuneix i lliurar-los setmanalment. Finalment, han d'emplenar el “qüestionari d'autoavaluació i coavaluació del treball en grup”.

Alguns dels trets que destaquem en la realització del PBL respecte de les metodologies tradicionals, com ara la classe expositiva, són els següents:

- És una pràctica millor perquè l'alumne “aprèn a aprendre”, que és el que li servirà per al seu futur personal i professional.
- El ventall de temes que arriba a l'estudiantat és més ampli, ja que cada grup de treball tracta un tema diferent, en comparació amb la classe expositiva, que imparteix el professor o professora.
- L'alumne que obté un excel·lent, com a resultat del PBL, és perquè s'ha fet seu el coneixement; per contra, no seria capaç d'explicar-lo en públic de manera eficient. L'aprenentatge real es fa quan s'aconsegueix que el mateix estudiant o estudianta es faci seus els coneixements. A més, amb el PBL l'estudiant treballa a diferents nivells cognitius, segons Bloom-Anderson (2001).
- Posa en joc diverses habilitats a més de la capacitat d'autoaprenentatge.
- L'alumne és part activa, fa autoaprenentatge, que va des de coneixements teòrics nous per a l'alumne fins a posar en joc l'adquisició de les competències “treball en equip” i “comunicació oral i escrita eficaç”, cosa que concorda amb el que recomana l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU) (2011).



Segons l'informe fet per l'AQU l'any 2011 *Universitat i treball a Catalunya 2011. Estudi de la inserció laboral de la població titulada de les universitats catalanes*, les cinc competències més necessàries per desenvolupar el treball actualment són resoldre problemes, prendre decisions, treballar en equip, la informàtica i la capacitat de gestió. D'altra banda, les persones graduades presenten dèficits en algunes de las competències considerades rellevants: resoldre problemes, prendre decisions i lideratge.

---

## Avaluació i resultats

És difícil exposar indicadors o valors concrets, ja que no tenim una alternativa diferent, o anterior, per poder-los comparar. Aquesta activitat s'ha realitzat des de l'inici amb la idea que l'estudiantat de Sistemes Químics a segon curs dels graus d'enginyeria adquireixi una visió general de la indústria química en algun dels camps possibles, de manera que sigui part activa i responsable del seu aprenentatge: des de visitar una indústria química (cas real) fins a fer recerca bibliogràfica per obtenir coneixements teòrics i ser capaç d'elaborar la informació (memòria) relacionada amb la matèria (polímer o un altre tipus) i el procés industrial que permet l'obtenció d'aquesta matèria. Finalment, ha de ser capaç d'explicar-ho: exposar-ho davant un públic (l'estudiantat). De fet, l'assignatura en conjunt forma part del pla d'estudis de la majoria dels graus d'enginyeria a l'EPSEM (els que consideren "industrials"), amb l'objectiu que l'alumne conegui la indústria química.

Amb el PBL, bàsicament les diferències respecte als treballs més clàssics són:

- Se'ls proporciona un pla de treball, de manera que se'ls guia durant el procés.
- Se'n fa un seguiment per evitar que al final el treball no reuneixi els requisits o s'hagi encaminat cap a una via diferent de la que se'ls exigeix.
- Se'ls donen pautes en diversos sentits, les quals ja s'han anat desglossant anteriorment: model de treball, apartats que ha de contenir, com es treballa en equip, etc.

Pel que fa als resultats, amb l'aplicació del PBL es comproven els aspectes següents:

1. Hi ha una gran diversitat de notes, a causa de la diversitat d'ítems: el grau de dedicació de l'alumnat, el treball continuat que fa l'estudiantat i que el professorat tutoritza, o les habilitats que els estudiants posen en joc, com ara les informàtiques, la capacitat de treball autònom i d'autoorganització, la capacitat de treball en equip, etc. Es pot donar el cas que els membres d'un mateix grup tinguin notes diferents.
2. El fet de treballar en equip fa que augmenti la motivació d'alguns alumnes. Pel que es coneix sobre la motivació de l'estudiantat, aquesta augmenta en el cas que es tracti d'un treball de tipus més pràctic o experimental. Actualment, els plans d'estudis dels graus no afavoreixen que l'estudiant de segon curs pugui aprendre en una empresa o indústria química.
3. Quan disposàvem de més temps (setmanes) per realitzar el PBL, amb la qual cosa podíem acompanyar millor l'alumne, vam poder observar les qüestions següents:
  - "Aprendre a comunicar-se": es discutien a classe els elements que ajuden a comunicar-se, se'ls deixava que fessin algun assaig d'exposició en públic o altres activitats que permetessin posar en joc les habilitats de l'estudiant.
  - Com cal "transmetre la informació" de manera més tècnica i científica: es considerava la presentació de les figures o taules, el tipus de format, la citació de les referències, etc.
  - "Aprendre a treballar en equip": es feia un pòster, que substituïa la resposta de qüestionaris, en què l'estudiant havia d'aportar informació de forma individual, la qual serà imprescindible per fer el "pòster", però que sobretot és útil per fer-los reflexionar sobre la responsabilitat individual que té l'estudiant vers el grup, així com fer-los notar els elements que afavoreixen el treball en grup.

- Hem fet valoracions globals de l'assignatura, mitjançant enquestes més aviat relacionades amb les competències específiques, no tant amb les metodologies emprades. Pel que fa a l'activitat PBL, l'hem valorada sobre la base del grau d'acompliment, el resultat numèric i l'efectivitat del treball en grup, així com de la competència comunicadora. En les enquestes no hem demanat qüestions més explícites sobre l'activitat PBL. Per aquesta raó, en el futur cal que en fem una valoració més explícita i mesurable.

Si bé no em consta que en el centre s'hagi fet una valoració quantificable en aquest sentit, personalment constato que actualment, després del segon curs, l'alumnat ha tingut l'oportunitat de posar en joc diverses habilitats que els estudiants dels antics estudis d'Enginyeria Tècnica Industrial sovint només aplicaven en el projecte de fi de carrera (PFC).

---

## Plans de millora contínua

En la primera edició (2009-2010) no disposàvem de graelles d'avaluació i de fet només avaluava el professorat. Les graelles s'han elaborat i modificat en edicions successives. Les que s'utilitzen per avaluar són adaptacions pròpies de les proposades en els monogràfics de l'ICE i l'EPSEM. Quant al full de registre de les sessions de treball en grup i el qüestionari, ens vam inspirar en graelles documentades bibliogràficament, especialment mitjançant la participació activa en el projecte RIMA (Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge) i el grup d'interès GRAPA (Grup d'Avaluació de la Pràctica Acadèmica).

Inicialment, l'alumnat no disposava de prou informació per conèixer què se li exigia de cadascuna de les competències genèriques, perquè no disposava encara de les graelles d'avaluació.

Pel que fa a la tutorització del professorat, s'ha comprovat que és totalment necessària per acompanyar l'estudiantat i assegurar que el treball pren l'orientació adequada. Encara hi ha alguns estudiants que perceben el "treball" com a sinònim de "copiar i enganxar", a manera de puzle de material trobat a Internet. A la meitat

del període (3a o 4a setmana de l'inici), se'ls demana que presentin un esborrany del treball en format de presentació en PowerPoint, cosa que s'aprofita per fer-los notar que afavoreix la comunicació o la comprensió del que s'explica.

Actualment hi hem afegit alguna activitat, també activa i en grup, dirigida a l'aprenentatge de les competències genèriques i específiques alhora. Per exemple: se substitueix un qüestionari relacionat amb la indústria química per un pòster fet en grup. A continuació se n'exposen alguns dels avantatges:

- Els membres del grup poden comprovar que si algun estudiant no fa les tasques individuals (no fa aportacions) tenen dificultats per elaborar el pòster i en conseqüència la qualificació de l'activitat és més baixa.
- El professorat en treu el rendiment mostrant un model de pòster, exposant la manera de comunicar millor atenent el format, les figures, els peus de figura, les taules, etc.
- Quant a la indústria química concretament (competències específiques), en comptes d'una classe passiva per a l'alumnat, aquest es dedica a fer cerques d'informació, cosa que permet que sigui actualitzada.

---

## Referències

Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. *Universitat i treball a Catalunya 2011. Estudi de inserció laboral de la població titulada de les universitats catalanes* (2011). [Consulta: 16-11-2013]. Disponible a: [http://www.aqu.cat/doc/doc\\_14368286\\_1.pdf](http://www.aqu.cat/doc/doc_14368286_1.pdf)

Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. [et al.]. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova York: Longman (2001).

Guia docent de Sistemes Químics. Contingut 3. La indústria química II. [Consulta: 16-11-2013]. Disponible a: [http://www.epsem.upc.edu/guia/GuiaDocentLocal.php?codi\\_ud=330070](http://www.epsem.upc.edu/guia/GuiaDocentLocal.php?codi_ud=330070)