



## MICROMET: UN COMPLEMENT PER A LA FORMACIÓ.

Grup d'Innovació Docent en Estructura, Propietats i Processat de Materials de la Universitat de Barcelona.\*  
Facultat de Química. Universitat de Barcelona. Martí i Franquès 1, 7<sup>a</sup> planta.

### I. INTRODUCCIÓ.

Tant en els plans d'estudis vigents com en les titulacions futures segons el model de Bolonya, els estudiants han de dedicar menys temps presencial en aules i laboratoris i, alhora, han d'emprar fonts diferents a les tradicionals per complementar la seva formació (crèdits no presencials). Fins ara, la tasca docent era assumida completament pel professor. En la nova situació aquesta tasca recau també, en bona part, en l'estudiant que necessitarà per dur-la a terme noves eines que li permetin trobar la informació adient i contrastada.

En el camp de les Ciències Experimentals, els crèdits no presencials presenten certes dificultats. Els estudiants tenen que passar necessàriament pel laboratori de manera que puguin adquirir els coneixements pràctics necessaris per a la seva vida professional. Els professors sabem que això només és possible mitjançant l'observació, manipulació, avaluació de resultats tant positius com negatius per a poder donar conclusions i així anar construint l'experiència i els coneixements que se'ls demana en el camp professional. Atès que en els últims anys la permanència en els laboratoris ha anat disminuint, el Grup d'Innovació Docent Estructura, Propietats i Processat de Materials ( GIDEP ) s'ha plantejat trobar solucions o bones alternatives per minimitzar aquest problema.

### II. OBJECTIUS.

En funció de la seva composició i/o tractament un metall o aliatge té unes propietats molt diferents degut a diferències microestructurals, i per tant, tindrà unes aplicacions diferents. En Ciència de Materials és de gran importància el fet de poder relacionar les microestructures amb les propietats i amb les possibles aplicacions d'un material concret.

La creació del grup d'Innovació Docent GIDEP posava de manifest la preocupació d'un grup de professors per la qualitat de l'ensenyament. Degut a la disposició en els laboratoris de gran quantitat de material que no es podia fer arribar als alumnes per manca de temps, es va pensar en la realització d'una "Base de Dades", la qual continguéssim una col·lecció de micrografies de diferents metalls i aliatges. Aquestes imatges estarien acompanyades de la corresponent descripció de la microestructura en funció de la composició i del tractament rebut.

Aconsellats per la Unitat de Suport de la Docència de la Universitat de Barcelona i amb l'ajut de la Generalitat de Catalunya, s'ha optat per la creació d'un aplicatiu "web" donat que ofereix moltes possibilitats de modificació i actualització al llarg del temps.

### III. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

El projecte, ha constatat de parts ben diferenciades: selecció i classificació del material, preparació de les mostres, anàlisi i interpretació, introducció a l'aplicatiu web i avaluació per part de diferents col·lectius. Tot el grup d'innovació ha treballat tant en la selecció de les mostres com en la realització d'un protocol comú per a totes elles. Així, en cada mostra s'inclou la classificació: material, grup i subgrup, composició química, descripció del tractament i designació sobre codis internacionals.

Aquestes dades permeten posar a disposició de l'alumne la informació per accedir a una mostra determinada. Per tal de poder comprendre i interpretar la microestructura obtinguda, i de la qual s'inclouran

-----  
\*El grup d'Innovació Docent està format per: Ramona Bergó, Josep M<sup>a</sup> Chimenos, Montserrat Cruells (coordinadora), Ferran Espiell, Ana Inés Fernández, Núria Llorca, Pere Molera, Antoni Roca, Mercè Segarra, Esther Vilalta, Joan Viñals, Elena Xurriquerà.

una o varies micrografies representatives amb les seves dades de preparació, tractament i interpretació, s'han introduït els diagrames d'equilibri de fases i els diagrames de tractament tèrmic i/o mecànic relacionats amb la mostra. Donat el caràcter docent de l'aplicatiu, s'ha introduït també un glossari amb les paraules clau que apareixen en la descripció de les diferents mostres.

La introducció en l'aplicatiu consta de diferents camps:

1. **Classificació de les mostres:** S'han escollit mostres representatives de la majoria de metalls i aliatges: Acers, foses, coure i els seus aliatges, aliatges de níquel, alumini i els seus aliatges i aliatges de titani.
2. **Microestructura.** Inclou la micrografia amb la descripció de la preparació (desbast, polit i atac) i interpretació de la microestructura en base a la composició i als tractaments rebuts.
3. **Diagrames d'equilibri de fases.**
4. **Diagrames de tractament tèrmic i/o mecànic**
5. **Glossari de paraules clau.**

L'aplicatiu web també consta d'un apartat de **cerca** (Fig.1), el qual facilita la localització ràpida:

CERCA NORMAL		CERCA PER PARAULES CLAU	
NOM DEL MATERIAL		Inseriu paraula:	Idioma
NOM			
NÚMERO AISI			
CERCA EMPRANT DIRECTORI			
Directori	Acers	Foses base Fe	Coures
	Níquel	Aluminis	Titanis

Fig. 1. Accés per diferents tipus de cerca.

#### IV. FUNCIONALITAT DE L'APLICATIU MICROMET.

La idea de l'aplicació és ajudar als alumnes en la comprensió dels conceptes exposats durant les hores teòriques i de pràctiques al laboratori, això s'aconsegueix observant i comparant les diferents fitxes.

A continuació es descriu l'exemple d'un material amb una composició determinada que presenta una microestructura diferent en funció del tractament que hagi rebut. Aquest és el cas d'un acer hipoeutectoide, en el què com s'observa en la Figura 2, ha estat sotmès a diferents tractaments, en aquest cas: normalitzat, laminat, tremp i tremp i revingut.

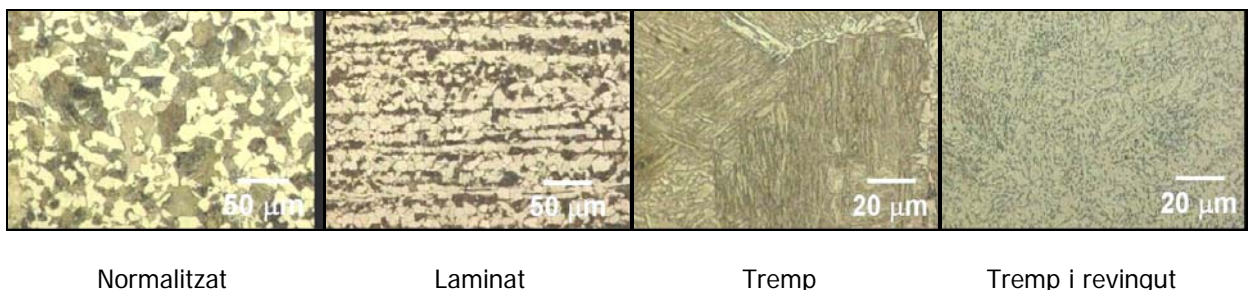
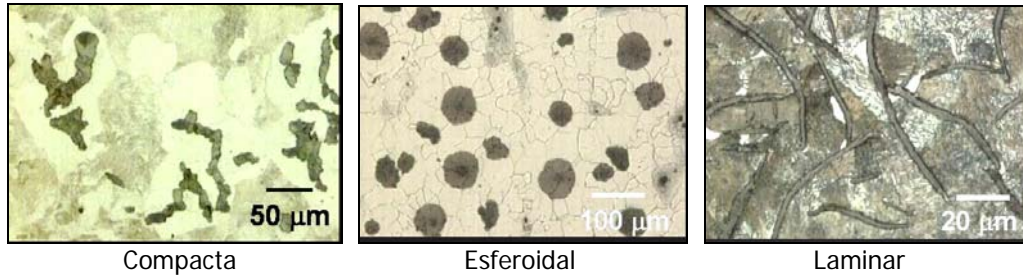


Fig.2. Micrografia d'un acer al carboni, 0.35% C amb diferents tractaments.

Es pot observar clarament que per aquest acer amb 0.35% C en funció del tractament rebut s'obtenen microestructures diferents, i com a conseqüència directa presentarà unes propietats i aplicacions que podran variar per a cada situació.

Un altre exemple seria que petites variacions de la composició (Taula 1) i aplicant un mateix tractament tèrmic la microestructura pot ser totalment diferent. Aquest fenomen s'observa clarament en les foses grises (Figura 3):

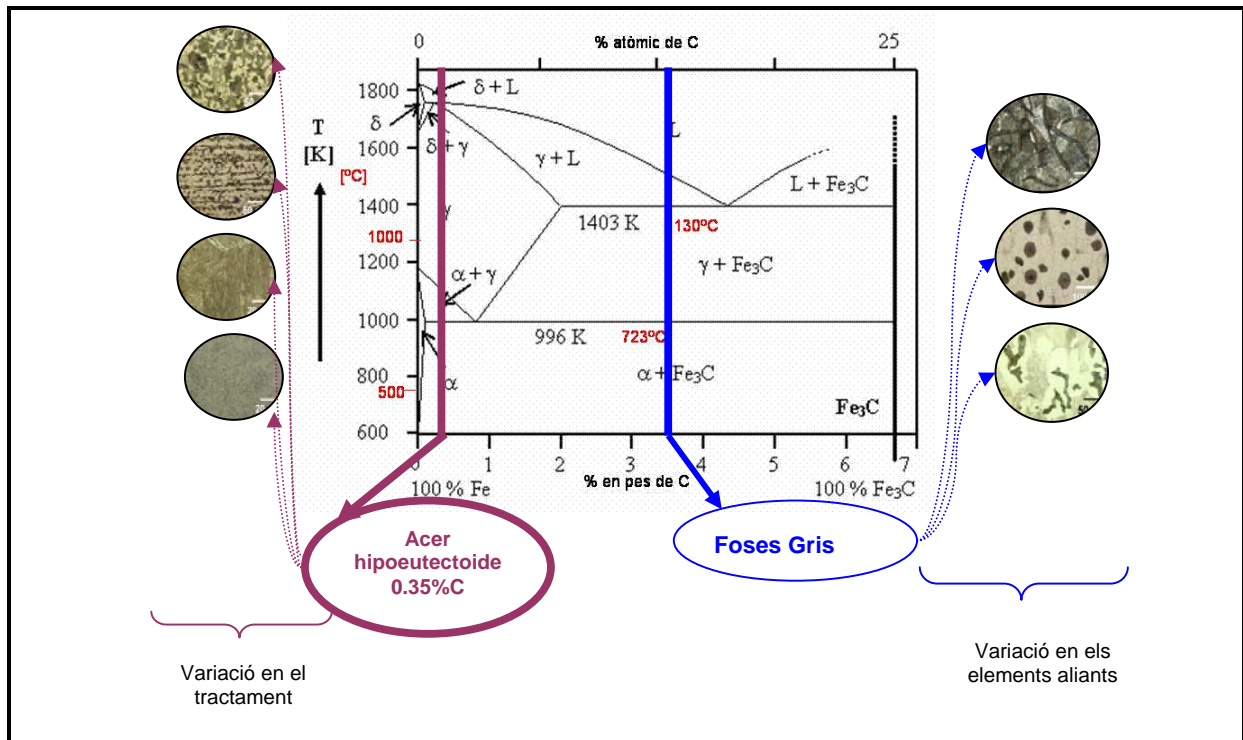


**Fig.3.** Micrografia de diferents tipus de foses grises.

Fosa gris tipus	Composició (%)						
	C	Si	Mn	S	Mg residual	P	Altres
<b>Compacta</b>	3.40	2.12	0.30	0.012	0.01	-	-
<b>Esferoidal</b>	3.50	2.10	0.30	0.010	0.07	0.020	0.8 Ni
<b>Laminar</b>	3.12	2.04	0.52	0.027	-	0.018	-

**Taula 1.** Composició foses grises.

Aquest dos efectes quedarien recollits en el diagrama que es presenta a continuació:



**Fig.4 .** Diagrama Fe-C amb detall de microestructures per un acer hipoeutectoide amb diferents tractaments i foses grises amb diferents elements aleants

## V. AVALUACIÓ DE MICROMET.

Un cop realitzat l'aplicatiu i tal de poder valorar el nivell d'objectius assolit ( punt II ), s'ha procedit a la seva avaluació per part de l'alumnat, destinatari principal d'aquest projecte. Aquesta avaluació s'ha dut a terme en dues fases: una primera fase a càrrec dels estudiants de tercer cicle, que ja tenen coneixements suficients sobre la matèria. Posteriorment, una segona fase per part dels estudiants de segon cicle, per a qui estava pensat inicialment l'aplicatiu.

L'avaluació ha constatat de dues parts:

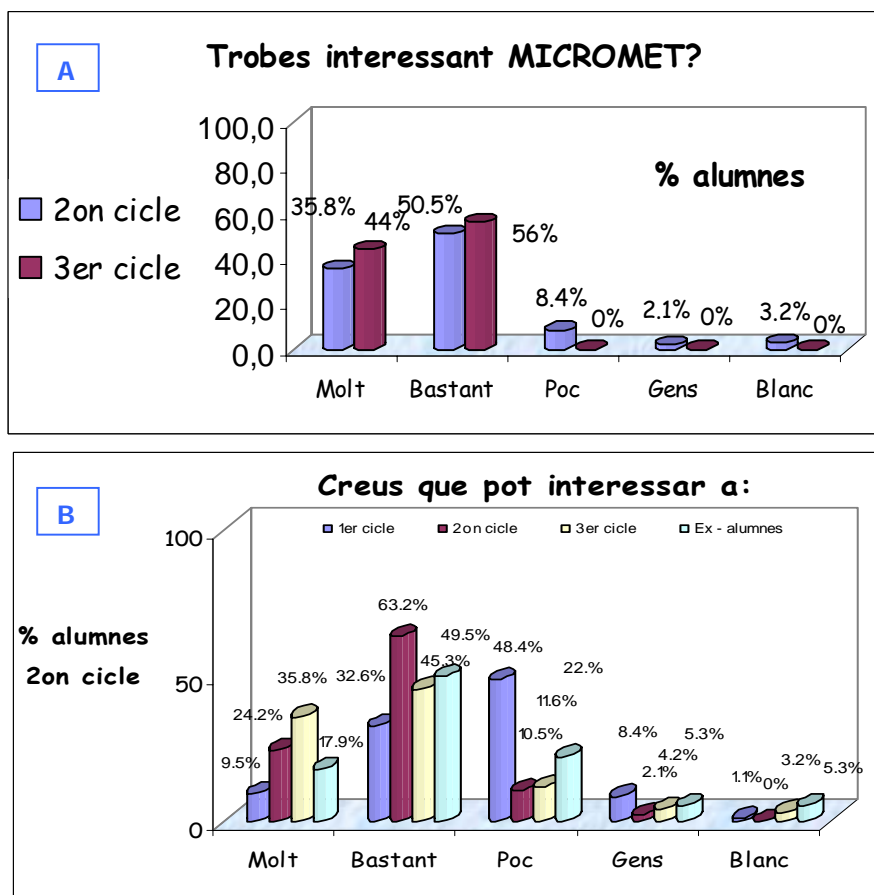
**Part 1.-** A cada estudiant se li formula una pregunta concreta que l'obliga a moure's per l'aplicatiu.

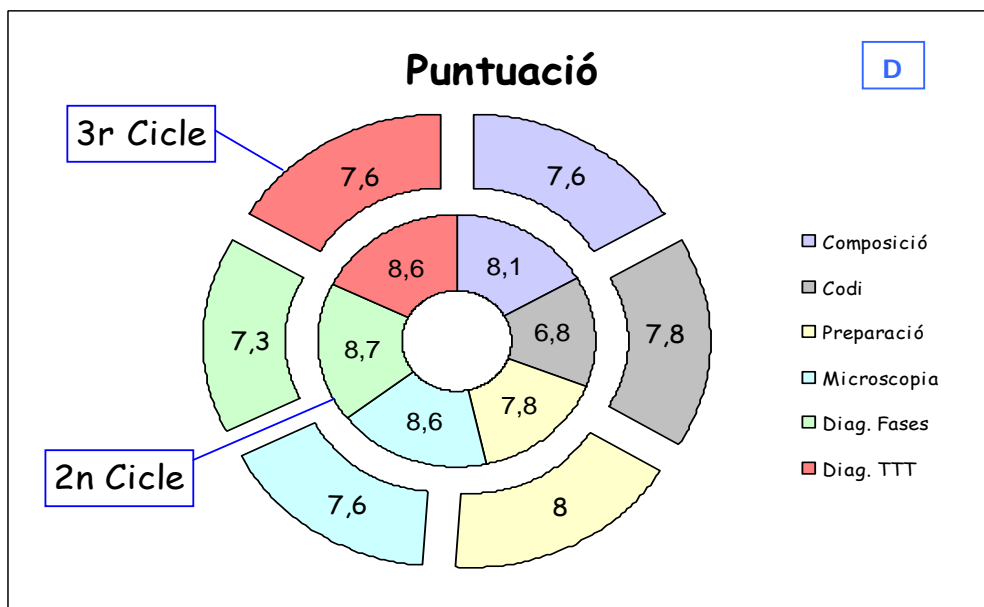
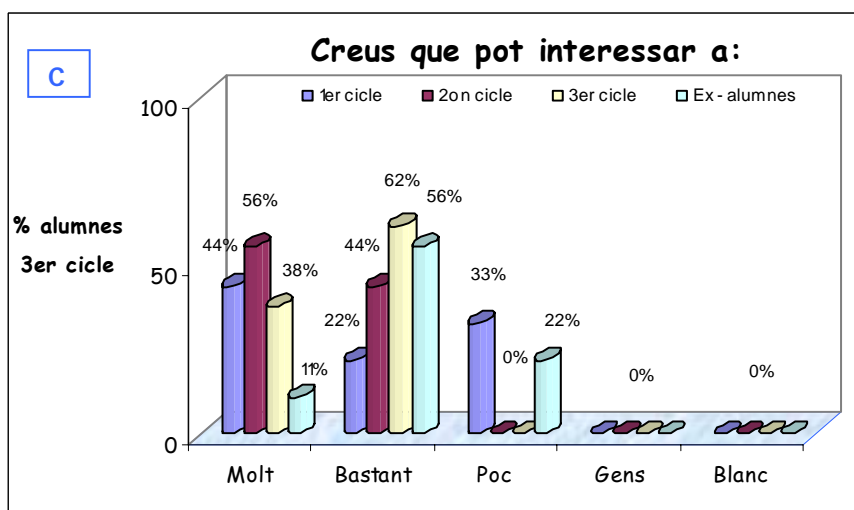
**Part 2.-** Cada estudiant rep una enquesta sobre la utilitat de l'aplicatiu, les dificultats trobades, etc. i un espai d'opinió lliure en el que es demana que siguin molt crítics.

L'esquema és el mateix en ambdós nivells, però als estudiants de Segon Cicle se'ls avalua la resposta de la **Part 1** com un apartat més dels crèdits no presencials (treball bibliogràfic, resolució de problemes, etc).

Els resultats de la **Part 2** de l'avaluació es troben recollits en la Figura 5. L'avaluació per part dels alumnes de Tercer Cicle ha permès detectar algunes deficiències i per tant millorar l'aplicatiu abans de presentar-lo als alumnes de Segon Cicle.

Si comparem els resultats de les dues avaluacions del mateix projecte, es posa de manifest que segons el nivell de coneixements es dona més valor a unes dades de l'aplicatiu o a unes altres. L'espai d'expressió lliure ha estat una bona eina per detectar algunes mancances i poder millorar l'aplicatiu.





**Fig.5.** Resultats avaluació pels alumnes de Segon i Tercer Cicle: A, B, C enquesta general i D enquesta per camps.

## VI. CONCLUSIONS.

El projecte MICROMET es presenta com una bona eina d'autoaprenentatge pels alumnes de Ciència de Materials ja que permet que els estudiants constatin alguns dels efectes que poden modificar la selecció d'un determinat material.

Les aplicacions web, com la presentada, poden ser un camí per complementar les hores de teoria i laboratori, amb l'avantatge de la disponibilitat de les mateixes sense limitacions horàries ni d'espai. Al ser un sistema obert permeten al professorat incorporar nou material o modificar el que ja contenen per tal d'oferir un mètode evolutiu, continu i actualitzable.

La Demostració del projecte MICROMET es pot visitar actualment des de la pàgina de Suport a la Docència de la Universitat de Barcelona i al link dels dossiers electrònics de la UB, emprant com usuari: **alumne** i com contrasenya: **químiques**.

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. **Askeland, Donald. R.** *Ciencia e ingeniería de los materiales*. ISBN 84-9732-016-6. (2001)
2. **Callister, William D.** *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. ISBN 84-291-7253-X. Ed. Reverté, S.A. (1995). *Fundamentals of Materials Science and Engineering. An Integrated Approach*. ISBN 0-471-47014 (2004)
3. **Flinn, Richard A., Trojan, Paul K.** *Engineering Materials and their Applications*. Houghton Mifflin Co., USA 1995. *Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones* (1979).
4. **Shackelford, James F.** *Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros*. ISBN 84-8322-047-4 (1998)
5. **Smith, William F.** *Introducción a la ciencia e ingeniería de materiales*. ISBN 84-481-2956-3. (2004). *Foundations of materials science and engineering: international edition*. Mc Graw Hill (2003)
6. **Smith, William F.** *Structure and properties of engineering alloys*. Mc Graw Hill (1981).
7. **Angus, H.T.** *Cast Iron, physical and engineering properties*. Butterworths . (1976).
8. **Calvo, F.A.** *Metalografía Práctica*. Editorial Alhambra. (1972).
9. **Mangonon, P. L.** *Ciencia de materiales: Selección y diseño*. Pearson Educación. ISBN 970-26-0027-8. (2001) .
10. **Chadwick, G.A.** *Metallography Of Phase Transformation*. London Butteerworths. ISBN 408-70324-5.(1972).
11. **ASM Metals Handbook**, Vol. 3,6,8,9,21. ASM International. 10th Ed.
12. **ASM Metals Reference Book**, ASM International, 3rd edition. (1993).
13. **ASM Metals Reference Book**, ASM International, 2nd edition. (1983).
14. **MatWeb, Material Property Data**: [www.matweb.com](http://www.matweb.com) (Gener 2005).

## VIII. AGRAÏMENTS.

Per aquesta aplicació el Grup d'Innovació Docent EPPM ha comptat amb la col·laboració inestimable de la Unitat de Suport a la Docència de la Universitat de Barcelona i amb els ajuts rebuts del Programa d'Innovació Docent de la Universitat de Barcelona i de Millora de la Qualitat Docent de la Generalitat de Catalunya a qui agraeix molt sincerament . També vol agrair als alumnes de tercer cicle, " l'assaig general " de l'aplicació i els seus suggeriments que ens han permès introduir un seguit de millores.