



PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA
2006-2007

**TÍTOL DEL PROJECTE: Elaboració de material docent per a
assignatures d'estadística industrial**

Professor responsable: LLUÍS MARCO ALMAGRO

lluis.marco@upc.edu;

Departament d'Estadística i Investigació Operativa

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

Professorat que ha intervingut:

Lourdes Roderó de Lamo

Pere Grima Cintas

Xavier Tort-Martorell Llabrés

Josep Anton Sánchez Espigares

Ignasi Solé Vidal

Moises Valls Colom

Estudiants becats que han intervingut:

Laura Corredoira González

Guillem Clot Razquin

Sara Fontdecaba i Rigal

Tipus d'ajut rebut: UPC_2006_2007

Data de la comunicació de resultats: novembre 2008

Resum

La finalitat del projecte és elaborar material d'ajuda i suport a la docència per assignatures relacionades amb l'estadística industrial. Ens centrem fonamentalment en les assignatures "Mètodes estadístics de l'enginyeria 1", d'enginyeria industrial, i "Estadística", d'enginyeria química, per la gran repercussió que tenen els canvis en aquestes assignatures (un total de 500 estudiants matriculats per any). El projecte es pot entendre com la continuació d'un altre projecte que va rebre un ajut de l'ICE i que es va desenvolupar durant el curs 2007-2008, titulat "Elaboració de material docent per a assignatures de control i millora de la qualitat" i coordinat per Lourdes Roderó de Lamo.

La necessitat de creació de nou material sorgeix a partir de decidir canvis – alineats amb l'enfocament de l'EEES – en la metodologia docent. Els canvis venen motivats no només pel fet que aquestes dues assignatures entren en la fase pilot d'implantació de l'EEES a l'ETSEIB, sinó també – i sobretot – a partir de la constatació de fets que no ens agradaven als professors: poca

assistència a classe, sensació de que els estudiants “no segueixen” l’assignatura, oblit ràpid del que s’ha après, etc.

Paraules clau

Espai Europeu d’Educació Superior (EEES), aprenentatge actiu, millora en base a dades.

Catalogació

Aquest projecte ha rebut suport econòmic de la UPC, i ha tingut com a finalitat principal impulsar un aprenentatge més efectiu, contribuint a millorar el rendiment acadèmic de l’estudiantat, en el marc de la millora global de la docència i de l’aprenentatge a la UPC amb un horitzó d’aproximació als elements que conformen l’Espai Europeu d’Educació Superior.

El projecte ha estat principalment referit als següents aspectes d’actuació docent:

- planificació orientada a resultats d’aprenentatge
- atenció a la progressió de l’estudiantat
- ús de metodologies docents actives
- diversificació dels mètodes d’avaluació
- desenvolupament de competències
- foment de la coordinació entre el PDI i del treball en equips multidisciplinaris

Àmbit o matèria

Aquest projecte s’inscriu dins el marc de l’adaptació d’assignatures a l’Espai Europeu d’Educació Superior. L’adaptació dels estudis a l’Espai Europeu d’Educació Superior farà necessari canviar els plans d’estudi de les carreres universitàries. Aquests canvis es poden fer simplement maquillant una mica el que ja fem i que tot segueixi, en el fons, igual, o bé aprofitar l’oportunitat per a realment passar d’un ensenyament centrat en els professors a un ensenyament centrat en els estudiants. Nosaltres ens hem proposat veure aquests reptes com una ocasió per millorar, i això ens ha mogut a realitzar canvis en les assignatures de les que som responsables.

Però tots sabem que canviar és sovint difícil: existeixen inèrcies importants que costa superar, i això és potser especialment cert en l’entorn acadèmic i universitari. Aquest projecte pretenia ser un impuls a aquests canvis necessaris, centrant-se en dos aspectes: pensar l’estratègia que calia seguir per millorar, i implementar les millores que s’havien decidit. Donat que només es pot millorar allò que es mesura, lligat al projecte estava l’avaluació de les mesures preses. De fet, el nostre full de ruta s’ha anat variant lleugerament en funció de la realimentació rebuda d’estudiants i professors. Aquesta ha estat la nostra estratègia des del primer moment: tenir un esquema fonamental dels canvis que es volien dur a terme, tirar-los endavant a poc a poc (dosificant els esforços per tal de tenir sempre recursos disponibles, i també per anar valorant

la seva incidència), i ser prou flexibles per anar fent petites modificacions al full de ruta segons calgués.

Què és el que, abans de començar, volíem canviar? Doncs bàsicament tot el que no ens agradava. No ens agradava impartir les nostres classes i tenir la sensació que els nostres estudiants no entenien el que els hi dèiem (la sensació de què no ens seguien, que “els perdíem”); anar perdent públic en les classes a mesura que va avançant el quadrimestre (i quedar-nos amb menys de la meitat dels alumnes matriculats assistint a les classes); avorrir-nos en les classes perquè sempre expliquem el mateix (com si fóssim actors que repeteixen la funció dia rere dia, any rere any)... Amb aquesta situació de partida, malauradament familiar per molts professors d'assignatures ben diferents, vam començar a treballar...

Destinatari

Com és lògic, volíem estendre la filosofia de centrar-nos en l'aprenentatge dels estudiants en totes aquelles assignatures que impartim els professors que hem participat en aquest projecte. Bàsicament, es tracta d'assignatures d'estadística de la carrera d'enginyeria industrial i enginyeria química, a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB), i assignatures relacionades amb l'estadística industrial a la diplomatura d'estadística (que es convertirà, ben aviat, en el grau d'estadística), a la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME).

De tota manera, és evident que la incidència que es pot tenir, per exemple, en assignatures troncal a enginyeria industrial amb centenars d'estudiants cada any és molt més gran que en assignatures optatives de la diplomatura d'estadística, on els estudiants es poden sovint comptar amb els dits de la mà (de les dues mans, però de vegades encara sobra algun dit). És per això que s'han actualitzat i ampliat els apunts de diverses assignatures de la diplomatura d'estadística (26263 – Fonaments de control de qualitat; 26295 – Enginyeria de la qualitat; 26296 – Control estadístic de processos), però sobretot hem centrat els nostres esforços en assignatures impartides a les carreres d'enginyeria industrial i enginyeria química (23701 – Mètodes estadístics de l'enginyeria I; 23761 – Estadística).

Les assignatures “Mètodes estadístics de l'enginyeria I” i “Estadística” comparteixen temari i material. Es tracta d'un curs d'estadística bàsica aplicada per a estudiants d'enginyeria. Per la majoria d'estudiants, es tracta del primer contacte amb l'estadística (cosa que implica haver de trencar molts prejudicis). Són assignatures troncal que s'imparteixen cada quadrimestre, i que tenen entre 200 i 240 estudiants matriculats (això implica més de 400 estudiants cada any). Qualsevol millora que es fa en aquestes assignatures té, per tant, un impacte enorme pel que fa a la quantitat d'estudiants que se n'aprofiten. A més, aquestes dues assignatures van entrar en el pla pilot d'assignatures que s'adaptaven a l'EEES de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB), pel que la filosofia de canvi proposada en aquest projecte era especialment adient.

Resultat

Quan es va sol·licitar l'ajut per aquest projecte vam llistar 4 objectius. Anem a revisar-los:

- Objectiu 1: Actualitzar i ampliar els apunts de les assignatures: preparar guies d'estudi (manual amb exercicis per classes de teoria) de com a mínim 2 assignatures (23701, 23761) i apunts de classe d'altres assignatures (26263, 26268, 26275, 26276).

Hem preparat la guia d'estudi de les assignatures "Mètodes estadístics de l'enginyeria 1" (23701) i "Estadística" (23761) i apunts de classe de la resta d'assignatures proposades.

- Objectiu 2: Crear almenys 2 casos pràctics basats en situacions reals.

S'han creat 4 casos pràctics, que s'estan fent servir ja amb els estudiants.

- Objectiu 3: Col·locar tot el material docent en la intranet Atenea, utilitzant a fons les seves possibilitats (enviament de tasques en línia, proves tipus test).

S'ha revisat la intranet Atenea per totes les assignatures implicades, i tot el material està disponible pels estudiants (Figura 1). El següent pas serà posar material accessible des del dipòsit de material docent de la UPC.

- Objectiu 4: Presentar la nostra experiència en un congrés.

L'experiència es va presentar en el CIDUI 2008, celebrat a Lleida, amb un ponència titulada "Adaptación de una asignatura de estadística aplicada al EEES: sin prisa, pero sin pausa". El text complet està disponible a les actes del congrés.

Figura 1. Imatge del campus digital atenea on està disponible el material de l'assignatura.

Però realment, hem anat més enllà d'aquests objectius inicials per dues raons: a mesura que vam començar a caminar, ens vam adonar que calia fer més coses per arribar on volíem; i també ens hem anat engrescant. Veurem què més s'ha fet amb detall a continuació.

De fet, quan es mira enrere (per tal de poder escriure aquesta memòria) tot el que hem anat fent per millorar les nostres assignatures, ens sorprenem – positivament – de tot el que ja hem fet, i sobretot de com, poc a poc, sense que hi hagi hagut cap ruptura traumàtica, hem anat donant la volta a la manera d'impartir les nostres assignatures.

Un esforç positiu que hem tirat endavant els professors ha estat redactar objectius per les nostres assignatures. Tot i que aquest no havia estat especificat explícitament com un objectiu en iniciar aquest projecte, de seguida vam veure que es feia necessari tenir clar què preteníem que els nostres estudiants aprenguessin per tal de decidir quin material els hi proporcionaven i de quina manera plantejàvem les nostres classes. Els llistats d'objectius generals i específics que s'han redactat es poden consultar a les guies docents disponibles a internet (els enllaços específics es poden trobar en l'apartat Referències d'aquesta memòria).

Centrant-nos en l'assignatura "Mètodes estadístics de l'enginyeria 1" i "Estadística", aquestes són assignatures amb 4 hores de classe a la setmana, distribuïdes en 2 hores de teoria (amb grups d'entre 60 i 80 estudiants) i 2

hores de problemes (amb grups d'entre 30 i 40 estudiants). Intentar canviar ara aquest format tenia dificultats d'organització a l'escola, i per tant és una cosa que no ens vam plantejar. Fins al curs 2005-2006 les hores de classe s'utilitzaven de la següent manera:

- Les 2 hores de teoria eren classes magistrals, on el professor explicava amb ajuda d'algunes transparències i la pissarra, i els estudiants copiaven.
- Les 2 hores de problemes eren classes on el professor (i no els estudiants) resolva exercicis, bé "a mà" en la pissarra o en una aula informàtica amb ajuda de l'ordinador.

Tal i com ja hem comentat, aquest projecte es pot entendre com la continuació d'un altre projecte que va rebre un ajut de l'ICE i que es va desenvolupar durant el curs 2007-2008, titulat "Elaboració de material docent per a assignatures de control i millora de la qualitat" i coordinat per Lourdes Roderó de Lamo. Aquell projecte es va centrar en millorar el material de les classes expositives (transparències), per fer-les més entenedores i emmarcades dins un àmbit realista (del món industrial o de serveis). El material va ser molt ben valorat pels estudiants, que van agrair poder concentrar la seva atenció en les explicacions del professor més que no pas en prendre apunts (el material estava disponible en la intranet Atenea, per tal que ells el poguessin imprimir). També es va treballar en preparar exercicis per les classes de problemes i d'aula informàtica (on es fa servir el programa d'anàlisi estadístic Minitab).

Tanmateix, quedava pendent de fer el gran canvi de moure el focus del professor a l'alumne, i intentar centrar-nos en l'aprenentatge dels estudiants. És a dir, havíem de deixar de fer tantes classes magistrals (on el profe "explica" la lliçó als alumnes) per dedicar més temps a fer amb els estudiants allò que només es pot fer quan estan junts estudiants i professor (fer de motivadors de l'aprenentatge, resoldre els seus dubtes, acompanyar-los quan per primera vegada s'enfronten a un determinat tipus de problema). En realitat, això és el que els estudiants, a la seva manera, ens estaven demanant (Figura 2).

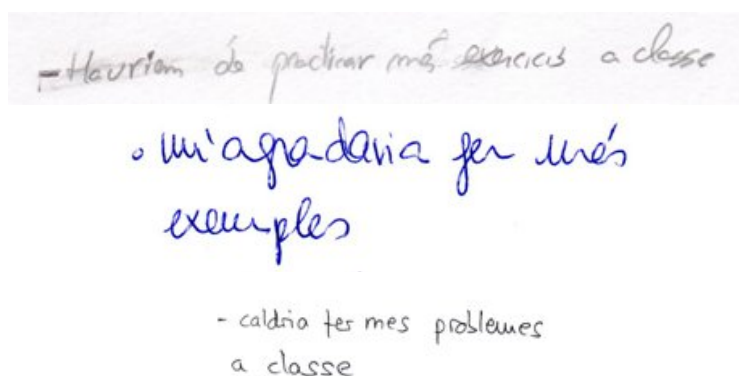


Figura 2. Algunes peticions d'estudiants a finals del curs 2006-2007

És per això que vam decidir canviar la manera de fer les classes de "teoria". A les transparències que s'havien elaborat a partir del projecte de millora docent

del curs anterior, vam afegir aquesta vegada exercicis intercalats entre la teoria. El professor dedica ara molt menys temps a explicar (en realitat, tampoc no és tan necessari, tota la documentació està a la intranet, i els estudiants preparen la classe abans d'assistir a la sessió presencial). El temps de coincidència física de professors i estudiants a l'aula en les classes de teoria s'utilitza ara, bàsicament, per donar continuïtat al temari, introduir els conceptes especialment difícils, resoldre els seus dubtes, i anar resolent exercicis d'aplicació del que s'acaba d'explicar.

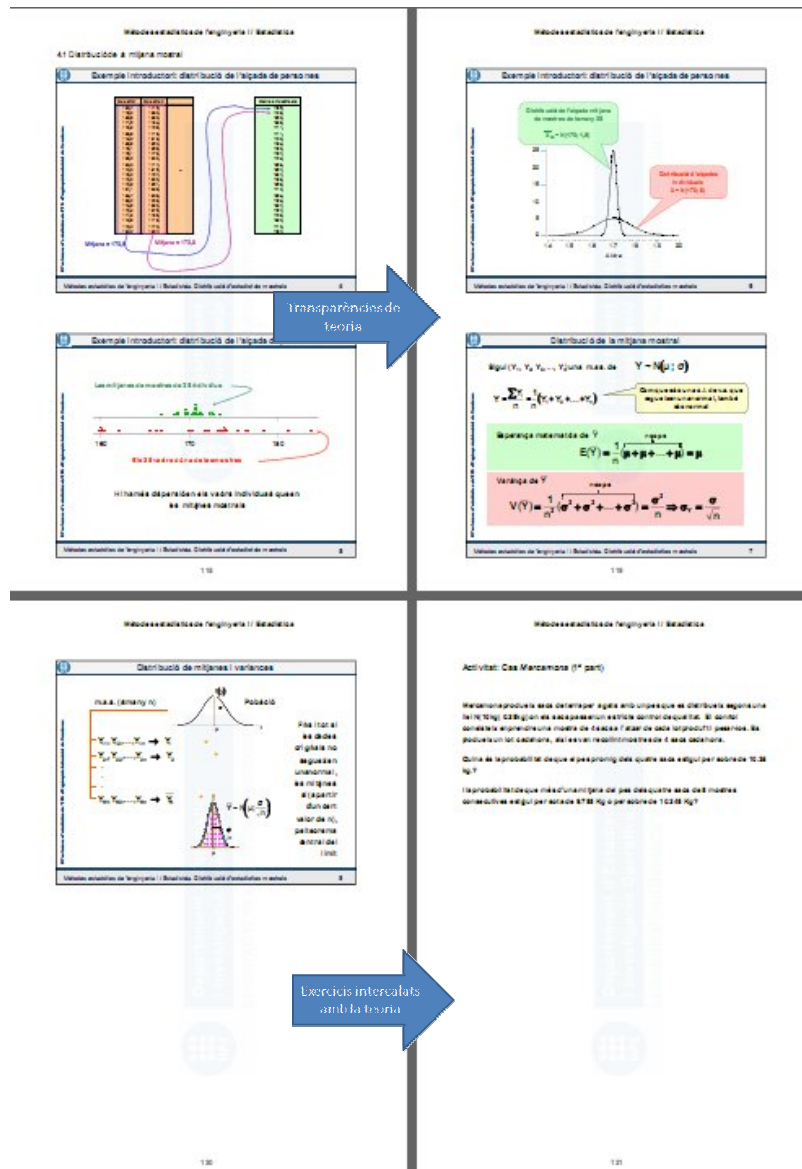


Figura 3. Una mostra de la guia d'estudi: transparències de classe, amb exercicis intercalats.

Aquests exercicis han estat curiosament pensats i provats ja durant el segon quadrimestre del curs 2007-2008, de manera que no són molt difícils (i tenen així el valor didàctic d'ajudar a entendre el que s'acaba d'aprendre), però tampoc són absolutament evidents de resoldre, de manera que suposa, la resolució de cada exercici, un petit repte. No és fàcil trobar aquest punt d'equilibri: ni massa difícil ni totalment evident. Els exercicis estan intercalats

entre les transparències de teoria, i alguns d'ells es recullen (de manera que el professor té una realimentació del grau d'aprenentatge dels estudiants) (Figura 3).

A més dels exercicis de la classe de teoria, i dels que ja es resolien en les classes de problemes (amb un material elaborat a partir del projecte de millora docent del curs 2006-2007), s'ha introduït l'ús de la plataforma e-status. e-status és una plataforma web que proposa exercicis als estudiants que es corregeixen automàticament. Un mateix exercici pot repetir-se totes les vegades que es desitja, ja que les dades són diferents cada vegada. En acabar de resoldre l'exercici l'estudiant obté una realimentació del seu treball. La plataforma fomenta l'aprenentatge autònom i es presenta a l'estudiant com una eina útil per a l'entrenament d'habilitats de resolució de problemes. A la Figura 4 es pot veure com és la plataforma e-status i un exemple de problema que els estudiants han de resoldre.

La plataforma e-status i la seva eficàcia en l'entrenament dels estudiants ha estat avaluada en un altre projecte de millora docent, coordinat per José Antonio González Alastrue, i que porta per títol "Plataformes digitals per aprendre activament i cooperativament". La part experimental d'aquest projecte es va fer durant el segon quadrimestre del curs 2007-2008 justament amb l'assignatura "Mètodes estadístics de l'enginyeria I".

The screenshot shows the e-status web interface. At the top, there are navigation links: 'Inici', 'Contacte', and 'Més informació'. A large blue header contains a stylized 'e' logo. Below this, a blue bar indicates the current exercise: 'Execució: Alçada de criatures de Star Wars'. The main content area is white and contains the following text:

Temps límit: 29 min 30 sec

L'alçada dels habitants del planeta Geonosis, governat per l'arxiduc Poggle el Menor durant l'època de les Guerres Clon, és una variable aleatòria que es pot modelar per una normal de mitjana 50 cm i desviació tipus 2 cm:
 $Alçada \sim N(50; 2)$

Prenem una mostra de 10 habitants i mesurem l'alçada de cadascun d'ells.

Responeu les preguntes arrodonint el resultat final a 2 decimals.

Below this text is a table with 8 rows, each containing a question and an input field:

| | |
|--|----------------------|
| 1. Quin és el valor de la mitjana de la població (μ) de les alçades dels habitants de Geonosis? | <input type="text"/> |
| 2. Quin és el valor de la desviació tipus de les alçades (σ) dels habitants de Geonosis? | <input type="text"/> |
| 3. Quin és el valor de la variància de les alçades (σ^2) dels habitants de Geonosis? | <input type="text"/> |
| 4. Quin és el valor de la mitjana de la població (μ) de les mitjanes de les alçades de mostres de tamany 10 dels habitants de Geonosis? | <input type="text"/> |
| 5. Quin és el valor de la desviació tipus de les mitjanes de les alçades (σ_μ) de mostres de tamany 10 dels habitants de Geonosis? | <input type="text"/> |
| 6. Quina és la probabilitat de que la mitjana de les alçades de la mostra que s'ha agafat de 10 habitants de Geonosis sigui superior a 51? | <input type="text"/> |
| 7. És més probable tenir valors de la mitjana de mostres de tamany 10 per sota de 48.5 que valors de la mitjana per sobre de 50.7. Si és cert, escriu 1, si és fals, escriu 0. | <input type="text"/> |
| 8. Amb quina probabilitat tindrem valors de la variància de mostres de tamany 10 per sobre de 5? | <input type="text"/> |

At the bottom of the question list is a 'Correcció' button. The left sidebar contains navigation options for 'Calculadora', 'Usuari', and 'Alumne'. The footer includes the email 'webmaster@ca.upc.es' and the copyright notice 'Copyright 2006 © - e-status'.

Figura 4. Un exemple de problema amb e-status

Ja des del curs 2006-2007, i com a conseqüència de la tasca realitzada en el projecte de millora docent coordinat per la Lourdes Roderó, s'havien modificat les classes de problemes, i es donaven als estudiants no solament l'enunciat

dels problemes (que es van preparar nous) sinó també la solució d'alguns dels exercicis. Els demanem ara que intentin fer-los a casa i que si tenen dificultats, mirin la solució dels exercicis resolts. Les classes de problemes s'han convertit així en classes de resolució de dubtes. Dediquem per tant més temps al que més costa als estudiants. Finalment dediquem part de la classe a que s'enfrontin a un nou problema, proposat pel professor.

| | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|
| Nom: _____ | Puntuació: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | |

1. Podem comparar les mitjanes dels peixos CTL amb els de CD, tot i que les mostres no són del mateix tamany? Fitxer CD1.MTW
 - a) Com que es tracten de dades independents, es poden comparar les mitjanes perfectament.
 - b) No. Es tracta de dades aparellades, i per tant, cal que les mostres siguin del mateix tamany.
 - c) Mai es poden comparar mitjanes de mostres de diferent tamany.
 - d) Sí que les podem comparar. De fet, és igual si s'analitzen com a dades aparellades o independents ja que s'extrauran les mateixes conclusions.

2. Un *Dotplot* és un bon gràfic per comparar les notes de l'acadèmia Moneymir amb les de MIR? Fitxer MIR.MTW
 - a) Sí és adient, ja que amb un cop d'ull pots veure com es distribueixen les dades.
 - b) Sí que és un bon gràfic, però per ser més precisos cal complementar-lo amb un *Two-Sample T-Test*.
 - c) No, un *dotplot* és un gràfic massa bàsic per comparar mitjanes.
 - d) No, ja que es tracta de dades aparellades i així es barreja la variabilitat deguda al tractament amb la deguda a l'alumne.

3. És major l'increment de notes dels alumnes de la UB (últimes 20 files) que el dels altres? Fitxer MIR.MTW
 - a) L'increment de notes dels alumnes de la UB és significativament major.
 - b) Amb les dades recollides no es pot veure si hi ha diferències o no.
 - c) Sembla que l'increment de les notes dels alumnes de la UB és major, però no és un resultat significatiu.
 - d) L'increment és menor pels alumnes de la UB.

4. L'empresa de làctics pot produir dins de toleràncies amb el seu mètode tradicional?
 - a) El seu procés és capaç, però actualment està força descentrat.
 - b) No, el seu mètode habitual produeix amb massa variabilitat per produir dins de toleràncies.
 - c) No, el seu mètode habitual produeix amb massa poca variabilitat per produir dins de toleràncies.
 - d) Perfectament, tenen un procés sobradament capaç.

5. Hi ha diferències significatives entre el mètode A i B per produir iogurts tipus bifidus?
 - a) Amb un p-valor inferior a 0.05, podem rebutjar la hipòtesi d'igualtat de mitjanes.
 - b) No hi ha diferències significatives entre les mitjanes dels dos mètodes.
 - c) El mètode B té una mitjana poblacional més petita que el A.
 - d) Amb un gràfic es pot veure que el mètode A produeix més bifidobactèries.

6. Referit a la variabilitat en la producció de bifidus:
 - a) Amb un p-valor = 0,004, no podem rebutjar la hipòtesi d'igualtat de variances. El p-valor és massa gran prenent un nivell de significació del 5%.
 - b) Amb un p-valor superior a 0.05, podem dir que els dos mètodes tenen igual variabilitat.
 - c) No té sentit comparar les variances perquè és un disseny aparellat.
 - d) No és possible fer la comparació de variances perquè les dades no són normals.

7. Quin mètode de producció és millor: A o B?
 - a) El A, perquè produeix més bifidus.
 - b) El B, perquè produeix centrat en el valor nominal, i amb menys variabilitat que el A.
 - c) Qualsevol dels dos és igual de bo.
 - d) El B, perquè produeix més bifidus.

8. Com es comporten les empreses de làctics de la competència i la nostra empresa utilitzant el mètode triat?
 - a) Les empreses de la competència produeixen amb més variabilitat que la nostra empresa.
 - b) Nes3 i Pemei produeixen aproximadament amb la mateixa quantitat de bifidus.
 - c) La nostra empresa és la que produeix menys bifidus.
 - d) Dan1 i Nes3 produeixen més bifidus que les altres empreses.

| | | | | | | | |
|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|
| 1 | A B C D | 2 | A B C D | 3 | A B C D | 4 | A B C D |
| 5 | A B C D | 6 | A B C D | 7 | A B C D | 8 | A B C D |

Figura 5. Exemple de qüestionari de les sessions de resolució de problemes amb programari estadístic

En les classes de resolució de problemes amb programari estadístic teníem la sensació que l'estudiant es limitava a copiar les comandes necessàries per resoldre els problemes i es distreia amb altres coses (correu electrònic, Messenger, etc.), i per tant calia també fer alguna cosa. Es va decidir seguir una estratègia semblant a la de les sessions de problemes "a mà". Vam decidir crear uns vídeos on, mitjançant la resolució d'un exercici senzill, es feia èmfasi en les comandes i opcions útils del programari estadístic Minitab. Els estudiants han d'haver mirat el vídeo de la sessió abans de la classe presencial. La classe

presencial es destina ara a resoldre dubtes i, sobretot, a que els estudiants resolguin un cas pràctic que no han vist fins al moment, però que és un resum del exercicis que han hagut de preparar a casa, i responguin un qüestionari sobre el cas. A la Figura 5 es pot veure una mostra d'un qüestionari d'una sessió d'aula informàtica.

L'ús intensiu de la plataforma e-status (que ha suposat crear nous problemes, fent servir el llenguatge de computació estadístic R), juntament amb la creació dels vídeos per les sessions de Minitab (que s'han creat fent servir el programa Camtasia), han estat dues tasques no previstes inicialment en el projecte, però que han portat una gran inversió de temps i recursos. Teníem clar des del començament que calia seguir el full de ruta previst per modificar la metodologia docent de l'assignatura, i també sabíem que calia ser flexibles per tal d'incorporar els elements necessaris, en aquest cas, els nous problemes per la plataforma e-status i els vídeos per ensenyar com funciona el programa Minitab. Estem molt satisfets d'aquests dos nous elements, que s'afegeixen a la resta de producció de material docent fruit d'aquest projecte de millora docent.

En resum, hem finalitzat el projecte havent creat el següent material nou:

- Les transparències per seguir les classes de teoria (que ja existien, però s'han revisat), ara amb exercicis intercalats.
- Casos pràctics per les sessions d'aula informàtica (quatre diferents, amb 8 jocs de dades cadascun, per anar-los variant cada quadrimestre), i qüestionaris per avaluar l'aprenentatge de les sessions d'aula informàtica.
- Més problemes per fer en finalitzar les sessions de problemes (es disposava d'un joc abans de començar el curs 2007-2008, ara es tenen quatre).

Tot aquest material (transparències, problemes per resoldre "a mà" i amb el Minitab) està disponible a la intranet Atenea. A més, s'ha recopilat en un llibre imprès, anomenat Guia d'estudi. Els estudiants han rebut molt bé l'edició d'aquest llibre, i la majoria assisteixen a classe amb aquest document.

A més del material escrit anterior, en finalitzar el projecte també tenim:

- Quatre vídeos (aproximadament 75 minuts en total) amb explicacions de com fer servir el programa Minitab.
- Una col·lecció de 20 problemes nous per la plataforma e-status.

Avaluació del projecte

El resultat dels canvis en les assignatures (en els quals continuem treballant, i probablement mai no acabarem, en això consisteix la millora contínua), han tingut un resultat positiu. Per als professors suposa un menor esforç de preparació de la classe una vegada tot el material està llest. Els professors s'ho passen millor a classe, es diverteixen més (una cosa que nosaltres mateixos hem pogut experimentar). Els estudiants assisteixen més a classe i, igual que els professors, sembla que s'ho passen millor. Els nous materials, especialment la guia d'estudi de l'assignatura "Mètodes estadístics de l'enginyeria I" i "Estadística", han estat molt bé acceptats pel col·lectiu d'estudiants.

- Les transparències són impecables. ✓ Diapositives perfectes
- Material internet (minitubs vídeos) ✓ Explicació bona
- M'agrada ✓ Interès del professor
- Feu problemes d'exemple
 - mentre s'explica la teoria
 - les transparències s'entenen bastant bé.
- Diapositives impecables
 - Exemples a classe pràctics
 - Apunts a Atenea
- ✓ M'apraden les transparències.
- La bona comunicació professor-alumnes a través de d'atenea.
- * M'AGRADA
- CON ESTA DISTRIBUCIÓ I LA GRAN QUANTITAT D'INFORMACIÓ QUE HI HA AL CAMPUS
 - CON ESTA FET EL LIBRE DE TEORIA

Figura 6. Valoracions positives del material per part dels estudiants.

Quan anem a impartir les classes, tant de teoria com de problemes, és evident que l'assistència és molt superior a la que teníem anteriorment. Els estudiants, a més, es mantenen fidels fins a finals de curs, i no es detecta el decrement en el número d'assistents que era típic a mesura que anava avançant el quadrimestre. Tenim pendent, però, quantificar aquest increment de l'assistència, i ho farem comptant la quantitat d'estudiants que "han aguantat" fins a finals del primer quadrimestre del curs 2008-2009, on tot el material i totes les estratègies pensades inicialment ja s'han implementat. De la mateixa manera, tenim intenció de fer servir l'enquesta SEEQ a finals d'aquest quadrimestre, per tenir una valoració quantificada de les millores, i poder-les comparar amb les xifres que tenim d'enquestes SEEQ passades abans d'iniciar els canvis, i a la meitat de la implementació de les millores.

En conjunt, els professors estem molt contents amb els resultats del projecte de millora docent (no només per la quantitat de feina realitzada i el patrimoni de material que hem generat, i que estarà ben aviat disponible al Dipòsit de material docent de la UPC; sinó també pels resultats que està tenint en l'aprenentatge dels estudiants, que és el que ens interessava realment). Els estudiants també semblen satisfets amb els canvis, rebem puntuacions altes en les enquestes oficials de la universitat i en les pròpies, i el rendiment acadèmic (en termes de quantitat d'estudiants aprovats i de les notes que obtenen) és bo

(i s'ha aconseguit no rebaixant el nivell d'exigència, sinó més aviat al contrari, incrementant-lo, però tenint clar què és el que volíem que aprenguessin i quines capacitats volíem que adquiríssim, tal i com està redactat en els objectius de l'assignatura).

Conclusions

Tal i com hem comentat a l'apartat d'avaluació, tots els canvis que han sorgit d'aquest projecte de millora docent han estat positius. Ara, també han tingut dificultats. Tant professors com estudiants mostren, en ocasions, una resistència al canvi. És comprensible aquesta resistència en el cas dels professors: els suposa més feina, almenys en el transitori d'implantació, i en ocasions costa deixar de ser el protagonista de l'aula perquè passin a ser-ho els estudiants. Modificar la forma de fer les classes ens resulta difícil als professors: estem tan acostumats a ser "estrelles" a l'aula, i parlar molt, que cedir protagonisme als estudiants, permetre que ells s'expressin, no resulta fàcil. Molts professors ens han comentat la dificultat que han tingut en estar callats 10 minuts per tal que els estudiants poguessin treballar fent un exercici durant les classes de teoria.

També sorprèn a molts professors adonar-se ràpidament que alguns estudiants no entenen el que se'ls explica. El fet de tenir avaluacions freqüents permet tenir una realimentació doble: els estudiants veuen què és el que més els costa, però també el professor s'adona aviat d'on tenen dificultats els seus estudiants. Simplement, ara el professor té coneixement del que els seus estudiants no saben quan encara pot arreglar-lo, no en l'examen final, quan ja és massa tard. Però això resulta sovint dur: viure dins de "The Matrix" (com a la pel·lícula dels germans Wachowski), anar fent classes expositives i no tenir informació de si els estudiants aprenen o no és molt més còmode.

Curiosament, també alguns estudiants mostren resistència al canvi. En aquest cas, el problema és que estan molt acostumats a les classes magistrals, molt còmodes per a ells: simplement cal anar copiant la pissarra. El fet d'haver de participar de manera activa, el fet en definitiva "d'haver d'aprendre", fa mandra a alguns alumnes. Els suposa també una càrrega de treball forta, i un compromís amb el seu aprenentatge. Ja no és possible estudiar el dia abans de l'examen, i veure si hi ha sort, ja que els objectius d'aprenentatge són de nivell més alt.

En qualsevol cas, i malgrat les dificultats, estem contents amb l'estratègia d'adaptació de la nostra assignatura per la qual hem optat. A poc a poc, quadrimestre rere quadrimestre, hem anat introduint algun canvi, de manera que en uns anys arribem al punt de que desitjàvem (i que està alineat amb les directrius de l'EEES): menys classes magistrals, més treball autònom dels estudiants, material ben elaborat, objectius d'aprenentatge ben definits i metodologies d'ensenyament orientades a aconseguir-los. Anar introduint els canvis a poc a poc permet corregir el que s'està fent malament, fa que la càrrega de treball de preparació de nou material per als professors sigui

suportable, i, sobretot, permet fer una transició suau reduint les resistències al canvi.

Ens ha estat molt útil aquest projecte de millora docent per tal de poder fer tot el que volíem. Preparar bon material és una feina que consumeix moltíssim temps, i l'ajuda dels becaris que hem tingut (i la sort d'haver-los escollit correctament i de que hagin funcionat bé, cosa que no sempre s'aconsegueix) ha estat vital.

Sens dubte ens queden coses per fer en moltes de les nostres assignatures, i en la mesura del possible volem continuar treballant. Pensem que la manera de procedir que ens ha guiat és perfectament transferible a qualsevol assignatura, i de fet creiem que la nostra experiència pot ser útil per equips de professors que es plantegin adaptar les seves assignatures a l'EEES. Això és el que ja vam explicar al CIDUI 2008, celebrat a Lleida. I nosaltres mateixos tenim intenció de fer servir tot el coneixement adquirit en altres assignatures pròpies, que ja han iniciat el seu camí de canvi, però que encara no estan tan avançades com "Mètodes estadístics de l'enginyeria I" i "Estadística".

La il·lusió més gran en acabar aquest projecte de millora docent és que els estudiants percebin que anar a classe val la pena:

- El pofe explica molt bé
- Em val la pena venir a classe (eu heu feina d'estudi)
- Em motiva el pofe

I és que sens dubte un estudiant motivat és imparabile...

Referències/més informació

La filosofia que ha orientat els canvis que s'han anat fent en assignatures d'estadística bàsica de la carrera d'enginyeria industrial i enginyeria química, com hem implementat aquests canvis, els resultats aconseguits, una reflexió sobre els èxits i les dificultats que han anat associades es pot trobar en la ponència titulada "Adaptación de una asignatura de estadística aplicada al EEES: sin prisa, pero sin pausa", presentada al CIDUI 2008 celebrat a Lleida. L'abstract d'aquesta ponència està disponible a https://eprints.upc.es:666/cidui_2008/prop_llegir_public.php?idioma=cast&id=491. Les actes del congrés tenen l'article complet, que recomanem llegir com a complement de les explicacions d'aquesta memòria.

Es poden consultar les guies docents de les assignatures "Mètodes estadístics de l'enginyeria 1" i "Estadística", on s'ha fet la tasca de redactar els objectius generals i específics. A les assignatures "Control estadístic de processos" i "Enginyeria de la qualitat" s'han redactat objectius generals i un llistat de capacitats a adquirir. Els enllaços directes són aquests:

- Mètodes estadístics de l'enginyeria 1 (enginyeria industrial):
https://biblioteca.upc.es/gd240/guia_docent_publica_veure_fitxa_catal_a.asp?codi_assignatura=23701&titulacio=Ind&curs=5&pla=94

- Estadística (enginyeria química):
https://biblioteca.upc.es/gd240/guia_docent_publica_veure_fitxa_catala.asp?codi_assignatura=23761&titulacio=Quim&curs=5&pla=00
- Control estadístic de processos:
<http://www-fme.upc.edu/ConsultaGuiaDocent/asignatura.php?codi=26296>
- Enginyeria de la qualitat:
<http://www-fme.upc.edu/ConsultaGuiaDocent/asignatura.php?codi=26295>

Des del campus digital de la UPC Atenea (<http://atenea.upc.edu>), accedint com a convidat, i entrant en el quadrimestre 2008/09-01, podem anar al cercador de cursos i introduir el codi 23701. Ens apareixerà el curs 23701 - MÈTODES ESTADÍSTICS DE L'ENGINYERIA I (Curs Total). El contingut d'aquest curs es pot consultar fent servir la clau d'inscripció (*enrolment key*) "aixoesestadistica" (sense les cometes). Tot el material (tant documentació escrita, en format pdf, com contingut multimèdia, vídeos) disponible des de la intranet s'ha anat elaborant a partir d'aquest projecte de millora docent. De fet, la mateixa organització de la intranet en temes, amb les tasques que cal realitzar dins de cada tema, és també un producte – que considerem especialment valuós de cara a començar a quantificar prenent dades el temps de dedicació dels nostres estudiants a l'assignatura) – del projecte.

La nostra intenció, tal i com es va anunciar als inicis del projecte, és empaquetar tot el material creat per tal de penjar-lo al dipòsit de material docent de la UPC. Estem treballant per tal de que, ben aviat, el material escrit estigui disponible a <http://e-md.upc.edu> (la intranet contindrà aleshores enllaços al dipòsit de material docent), i el material multimèdia estigui penjat a la Videoteca de la UPC (<http://upcommons.upc.edu/video>)