
PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA

TÍTOL DEL PROJECTE: Disseny i implementació d'un cas pràctic d'introducció a l'estadística basat en la presa de decisions realistes sobre dades simulades

*Professor/a responsable: Xavier Tort-Martorell Llabrés
xavier.tort@upc.edu*

*Departament d'Estadística i Investigació Operativa
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona*

Professorat que ha intervingut: Oriol Camps Lorente, Pere Grima Cintas, Lluís Marco Almagro, Xavier Puig Oriol, Lourdes Roderó de Lamo, Josep-Anton Sánchez Espigares, Ignasi Solé Vidal, Alexandre Riba Civil

Estudiants becats que han intervingut: Victor Berenguer Guerra; Adriana Jurado Margarit, Carlos Magriñà Amat

Tipus d'ajut rebut: **UPC_2011**

Data de la comunicació de resultats: 15 gener 2013

Resum

Un diagnòstic de les pràctiques d'estadística va portar a proposar per a una nova assignatura un joc competitiu en línia de presa de decisions basades en l'estadística. Aquest utilitza dades simulades i un web en què els estudiants adquireixen dades consumint un pressupost, hi introdueixen les decisions que prenen i fan el seguiment de la seva posició en el joc.

El resultat final (PRESTON, PRàctiques d'ESTadística ON-line) ja s'ha utilitzat amb èxit a l'ETSEIB (2 quadrimestres, 400 estudiants).

Paraules clau

Adquisició de dades, Presa de decisions, Comparacions, ANOVA, Regressió, Joc docent, Competència

Catalogació segons aspecte d'actuació docent (*)

- Noves metodologies
- Practicitat dels estudis

Àmbit de coneixement UPC

Àmbit o matèria principal beneficiària del projecte

- Ciències Aplicades

- Enginyeries Industrials

Destinatari

Estudiants de l'assignatura Estadística que s'imparteix el tercer i quart quadrimestres del Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials.

Resultat

I. Motivació i diagnosi

Com a resultat de l'entrada en vigor dels nous graus EEES, les dues assignatures d'estadística de la titulació d'enginyeria industrial s'han fusionat en una única assignatura de 6 crèdits ECTS. Això suposa una pèrdua d'hores de classe que s'han de compensar redissenyant la forma d'impartir els coneixements: més participació i treball per part de l'alumne i potenciació dels treball pràctics.

En concret, una diagnosi de la forma d'impartir aquests últims ens va permetre detectar àrees de millora en la forma com els estàvem enfocant; llistem a continuació les més rellevants:

1. Les dades reals (que fèiem servir fins ara) tenen molts avantatges en assignatures d'estadística més avançades però introdueixen sovint problemes que habitualment compliquen la comprensió dels conceptes a les assignatures introductòries.
2. Els estudiants podien escollir el tema sobre el qual realitzar el treball. Aparentment això hauria de ser una font de motivació, però hem detectat que, amb el temps, els temes acaben repetint-se molt i en la majoria dels casos, els estudiants tampoc acaben de "connectar" amb els temes que seleccionen.
3. El recorregut del treball de l'assignatura sembla massa guiat i de vegades excessivament intensiu i de poca utilitat. Els estudiants treballen molt però avancen poc.
4. Els estudiants acaben definint el treball de l'assignatura com "un treball en el qual es tracta de fer una sèrie de càlculs estadístics" en lloc d'"un treball on es resol un problema". En conseqüència, no adquireixen una idea pròpia sobre l'aplicabilitat de l'estadística en la resolució de problemes reals.

II. Objectius docents

Els objectius docent són dissenyar un nou treball pràctic que permeti:

- Aplicar els conceptes estudiats en les sessions de teoria a un exemple pràctic, realista, proper a l'estudiant i amb finalitat i objectius reals.
- Mostrar a l'estudiant la utilitat del pensament estadístic com a eina per a la resolució de problemes i presa de decisions en lloc de l'ús mecànic dels càlculs.

III. Concepció de les pràctiques

Tenint en compte els objectius i els punts febles detectats, la forma d'assolir-los va ser mitjançant un joc competitiu en línia de presa de decisions basada en l'estadística: PRESTON (pràctiques d'estadística online).

El joc es basa en un cas realista, de manera que els alumnes han d'utilitzar l'estadística per prendre les decisions, però la competició no s'articula directament al voltant de conceptes o exercicis estadístics sinó pròpiament en els beneficis obtinguts per les decisions que han de prendre. De forma coherent amb el diagnòstic inicial, el joc utilitza dades simulades, on el professor pot controlar el nivell de dificultat de cadascuna de les bases de dades que ha d'analitzar l'estudiant. A més s'utilitza una interfície web on els estudiants:

1. Adquireixen dades d'acord amb una estratègia de recollida que han de dissenyar prèviament consumint un pressupost de què disposen.
2. Introdueixen les decisions que prenen a partir de les anàlisis estadístics realitzats.
3. Fan el seguiment de la seva posició en el joc

El format en línia permet una gran flexibilitat en l'autoaprenentatge per part dels estudiants i a més allibera temps de docència presencial, el que es considera important en context actual.

IV. Funcionament del joc competitiu

PRESTON es compon d'un enunciat de caràcter realista sobre un problema donat i una interfície web on l'estudiant pot interaccionar per obtenir dades i introduir les decisions que prengui.

Es proposa a l'estudiant el cas d'una empresa, anomenada PRESTON, que compra, processa i ven articles. El format en què s'ha dissenyat el cas i la pròpia aplicació web permet que el core business de PRESTON vagi canviant en diferents edicions.

En primer lloc, l'estudiant se situa en un context general a partir de documentació que rep al principi de l'exercici i que servirà per entendre quin és el problema i quin rol jugarà en la seva resolució. El joc s'articularà al voltant de la maximització de beneficis sobre la base de les diferents decisions que s'han de proposar després de realitzar les anàlisis estadístiques pertinents.

Les adquisicions de dades s'hauran planificar per optimitzar els recursos disponibles (el pressupost per a la compra de dades), tenint en ment la resolució del problema. Es promou d'aquesta manera que l'estudiant utilitzi estratègies seqüencials en la recollida de dades.

Les decisions a prendre vénen emmarcades en quatre fases. A cada fase s'incrementa el nivell de dificultat perquè l'estudiant vagi aprenent de manera més o menys natural.

- Fase 1: Es tracta de decidir entre dues alternatives mitjançant tècniques de comparació de dos tractaments.
- Fase 2: Han d'escollir entre més de dues alternatives, tenint en compte la presència de factors incontrolables en el procés que afegeixen variabilitat a les dades. Per això han d'utilitzar tècniques d'anàlisi de la variància.
- Fase 3: Es tracta de comprendre el funcionament d'una variable del procés en funció d'un conjunt de factors controlables a partir de la construcció un model lineal senzill, amb poques variables i el més independents possible.
- Fase 4: L'objectiu és predir el valor d'una variable sobre la base dels valors d'altres. Per això de construir un model de regressió amb alta capacitat predictiva.

Després de cada fase, l'aplicació avalua la decisió presa i quantifica l'increment de benefici que suposa. Això dona lloc a un rànquing dels diferents participants.

V. Implementació de PRESTON

D'acord amb els objectius proposats s'ha desenvolupat una aplicació web centrada en la interacció amb l'estudiant. L'aplicació està desenvolupada en PHP i té un motor de càlcul mitjançant el programari estadístic de lliure distribució R. R s'encarrega de la generació aleatòria de les dades a partir de models donats i de l'avaluació de les decisions. L'execució de l'aplicació és compatible amb els navegadors més habituals.

L'aplicació disposa d'una base de dades on es registren tant els paràmetres que governen els models de simulació com cada un dels moviments que realitzen els estudiants. Disposar d'una base de dades amb els paràmetres permet flexibilitzar la seva entrada, amb la idea que any rere any la configuració del problema es pugui modificar fàcilment i sense necessitat de reprogramar l'aplicació.

La plataforma és multilinguatge i està estructurada per pantalles. Disposa d'un menú principal d'accés a les diferents fases del problema. Les pantalles de cada fase tenen un menú on es pot accedir a l'enunciat i a tres opcions:

1. Compra de dades. L'estratègia de compra té en compte tant la quantitat d'observacions com el nombre de variables a incloure. En tot moment l'estudiant té control sobre el romanent de pressupost i el que li pot suposar una nova adquisició.

total pressupost mòdul 1: 1000.00 €
 saldo restant: 347.00 €
 total gastat mòdul 1: 653.00 €
 total gastat en aquesta adquisició: 653.00 €

	€/variable	€/individu	subtotal €	
BARCELONA	30	10.00 €	5.00 €	160.00 €
Lobocar	<input type="text" value="15"/>			
CotxesLeiny	<input type="text" value="15"/>			
TARRAGONA	20	20.00 €	4.00 €	100.00 €
CenturionCars	<input type="text" value="10"/>			
VirgiliCarreras	<input type="text" value="10"/>			
LLEIDA	30	18.00 €	4.00 €	138.00 €
HugoTorres	<input type="text" value="15"/>			
MarioCasanova	<input type="text" value="15"/>			
GIRONA	40	15.00 €	6.00 €	255.00 €
VehiclesOller	<input type="text" value="20"/>			
RunFun	<input type="text" value="20"/>			

Figura 1. Pantalla d'adquisició de dades

2. Presa de decisions. Per a cada fase els estudiants introdueixen a través d'aquesta pantalla la decisió que consideren més adequada d'acord amb les dades que han pres i analitzat estadísticament.

The screenshot displays a web-based decision-making interface. At the top left is the 'Preston' logo. At the top right, there is a 'castcat' link and a user profile icon with the text '10001 testnext1 (un mòdul avançat) sortir'. Below this is a progress bar with four modules: 'mòdul 1' (highlighted in blue), 'mòdul 2', 'mòdul 3', and 'mòdul 4'. Under the progress bar, it shows 'Darrera modificació: dimecres, 30 novembre, 18:51h' and two buttons: 'confirmar decisió' and 'descartar canvis'. To the right of these buttons is a summary table for 'mòdul 1':

total pressupost mòdul 1:	1000.00 €
saldo restant:	347.00 €
total gastat mòdul 1:	653.00 €

Below the summary table is a list of companies grouped by city, each with a radio button for selection:

- BARCELONA**
 - Lobocar
 - CotxesLeiny
 - És indiferent
- TARRAGONA**
 - CenturionCars
 - VirgiliCarreras
 - És indiferent
- LLEIDA**
 - HugoTorres
 - MarioCasanova
 - És indiferent
- GIRONA**
 - VehiclesOller
 - RunFun
 - És indiferent

On the left side of the company list, there is an information icon and the text 'Info dec mòdul 1'.

Figura 2. Pantalla de presa de decisions

3. Visualització del rànquing en el joc. En tot moment els alumnes poden consultar la posició de la seva empresa respecte la dels seus companys. La posició es calcula a través dels beneficis obtinguts per diferència entre el cost de les dades que han fet servir i els beneficis ocasionats per les decisions preses.

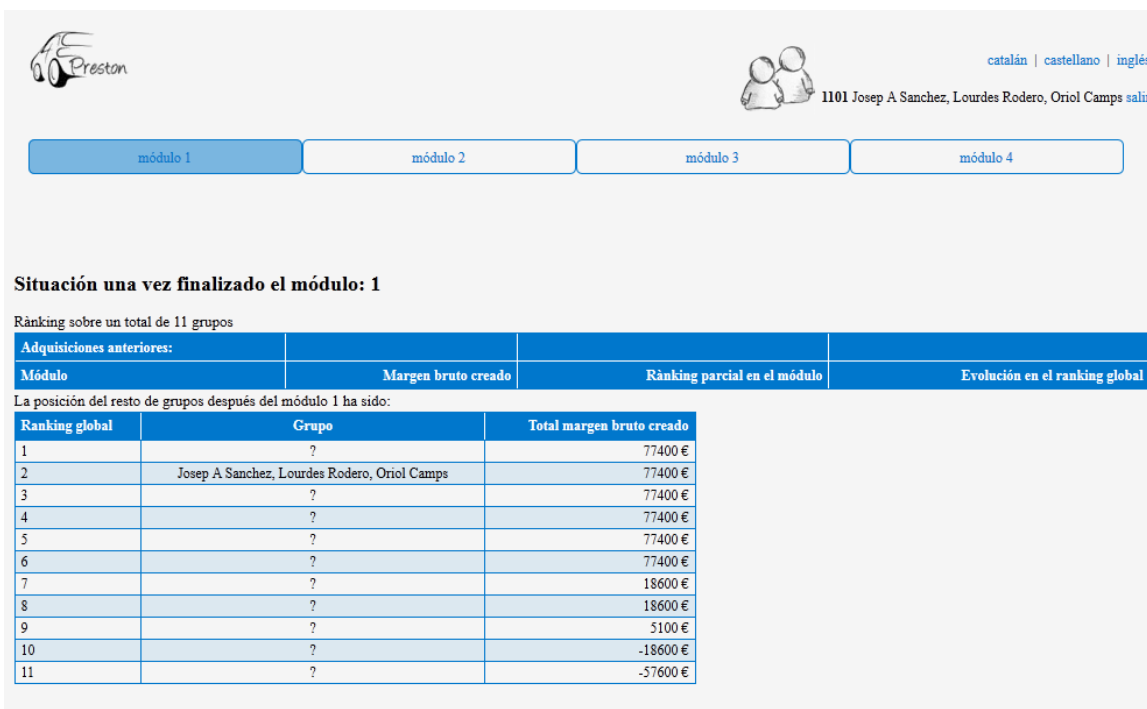


Figura 3. Pantalla de seguiment del ranking

Avaluació del projecte

Entre febrer i juny de 2012 el PRESTON es va fer servir a les pràctiques de l'assignatura Estadística de segon curs del Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials impartit a l'ETSEIB (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona). En total 246 alumnes repartits en 82 equips de 3 alumnes. La Figura 4 mostra les puntuacions obtingudes pels alumnes a cada una de les 4 fases de Preston.

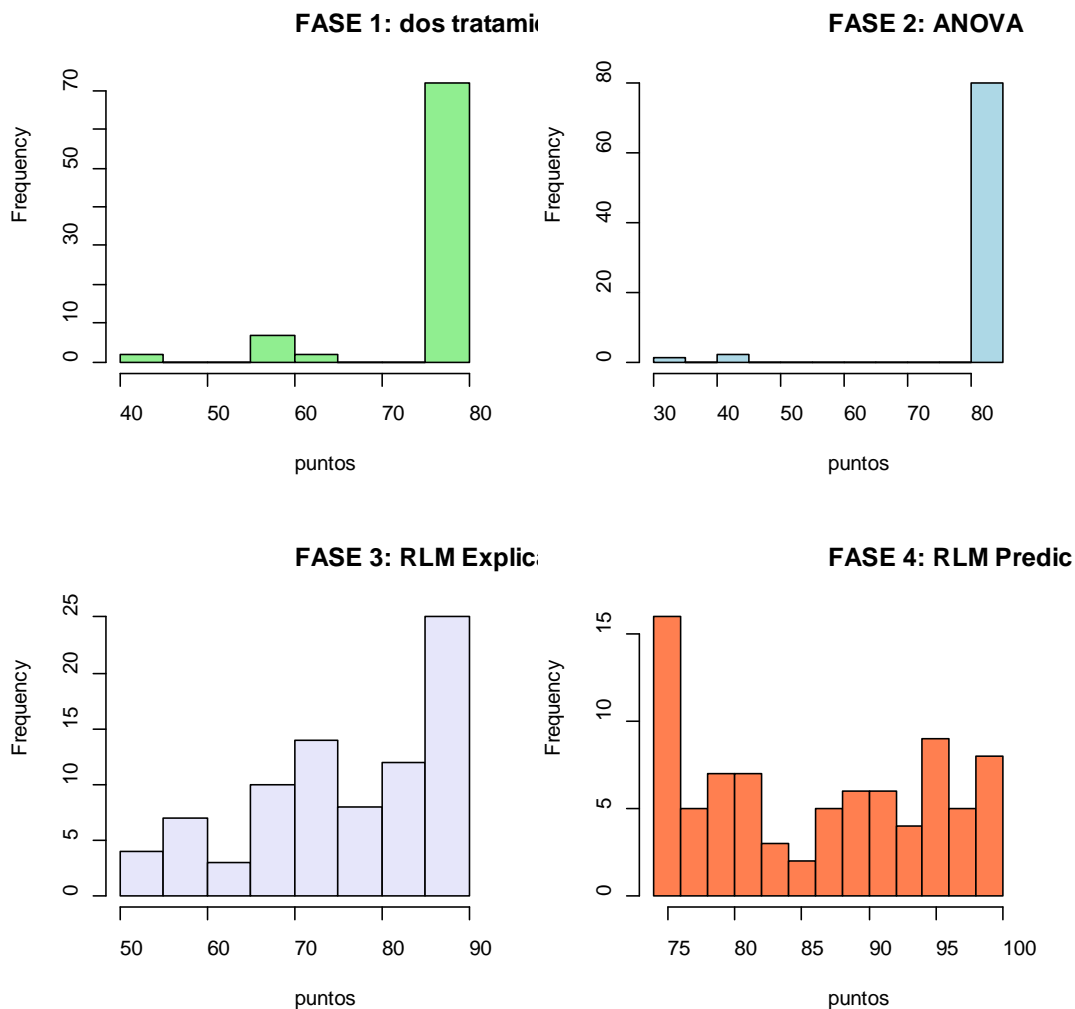


Figura 4. Puntuacions obtingudes a les 4 fases del Preston pels 82 equips

Les puntuacions mostren un elevat grau d'adquisició dels coneixements necessaris per prendre bones decisions.

El 90% de l'estudiantat (222 alumnes) va respondre el qüestionari d'avaluació dissenyat per tal de valorar l'efectivitat de Preston. Les valoracions son molt positives. El 63% pensa que Preston els ha ajudat a entendre conceptes de l'assignatura (Figura 5)

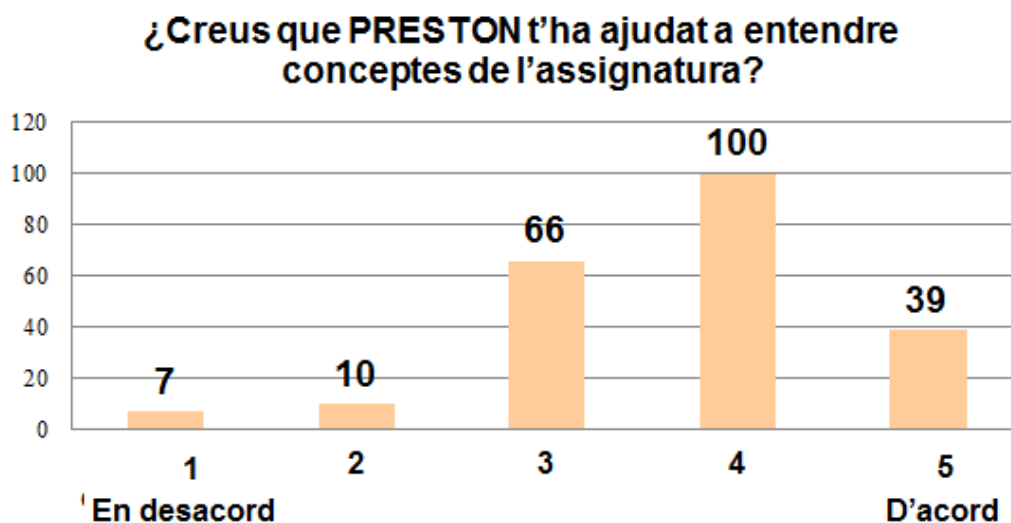


Figura 5. Valoració de Preston com ajuda per entendre l'assignatura

Conclusions

La percepció clara i contrastada a través de l'enquesta a l'estudiantat després de la primera implantació ha estat que les pràctiques on-line fent servir el Preston han assolit en gran mesura els objectius proposats inicialment. En particular:

- Els estudiants perceben un context realista de presa de decisions i responen adequadament a l'estímul d'un element competitiu, encara que suposa una part molt baixa de la nota final: actualment 0,4 punts sobre 10. La major part de la nota de l'exercici, 1,6 punts sobre els 10 de la nota final de l'assignatura, depèn dels informes en què se'ls grups justifiquen les seves decisions.
- Els estudiants tenen clar que l'objectiu és prendre una decisió, es veuen forçats a pensar el salt des de les receptes senzilles (basades en l'aplicació automàtica de criteris numèrics com els p-valors o la R2) a la decisió "de veritat" (amb conseqüències en el context del joc) que han d'introduir al web i justificar en l'informe.
- Aquesta necessitat de pensar tant l'estratègia de recollida de dades com l'anàlisi i la decisió, fa que la discussió entre les persones d'un mateix grup permeti a més treballar competències transversal importants com el treball en equip i la presa de decisions conjunta encara que hi hagi discrepàncies individuals.

Referències/més informació

Chance, B. L. (2002). Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment, *Journal of Statistics Education*, Vol. 10, Num. 3

- Cochran, J. J. (2005). Can you *really* learn basic probability by playing a sports board game?, *The American Statistician*, Vol 59, No. 3
- Fullerton, T. (2008). *Game Design Workshop: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*, Morgan Kaufmann Publishers (Elsevier), Burlington MA
- González, J.-A., Marco, Ll., Rodero, L., Sánchez, J.-A. (2008). e-status: a problem-based learning web tool powered by R, *COMPSTAT'2008 Proceedings*
- Iizuka, M., Tarumi, T., Yanagi, K., Fueda, K., Fujino, T. (2004). Development of the educational materials for statistics using Web, *COMPSTAT'2004 Symposium*, Physica-Verlag/Springer
- Lee, C. (2010). Some issues of data production in teaching statistics, *Proceedings of the ICOTS8 Conference*, Ljubljana, Slovenia
- MacKay, J., Steiner, S. (2010). Learning to apply statistics using a virtual environment, *Proceedings of the ICOTS8 Conference*, Ljubljana, Slovenia
- Nolan, D., Speed, T. P. (1999). Teaching statistics theory through applications, *The American Statistician*, Vol 53, No. 4
- Pike, D. J. (1976). Statistical games as teaching aids, *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, Vol. 25, No. 2
- Pipelers, P., Thas, O., De Vleeschauwer, D., Ottoy, J.-P. (2006). A web-based exercise tool using randomized datasets for statistical education, *Proceedings of ICOST7 Conference*
- R Development Core Team (2006). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>.
- Saporta G., Bourdeau M. (2004). The St@tnet Project for Teaching Statistics in the Information Society, *COMPSTAT'2004 Symposium*, Physica-Verlag/Springer
- Snee, R. D. (1993). What's missing in statistical education?, *The American Statistician*, Vol 47, No. 2
- Valero-García, M., Navarro J.J. (2001). Niveles de Competencia de los Objetivos Formativos en las Ingenierías. *JENUI 2001*.

Zimmerman, E., Salen, K. (Eds.) (2006). *The Game Design Reader: A Rules of Play Anthology*, The MIT Press, Cambridge MA

(*)

Aspectes d'actuació docent:

Noves metodologies: planificació d'activitats d'aprenentatge actives i col·laboratives orientades a resultats d'aprenentatge en assignatures i/o matèries

Acompanyament a l'aprenentatge: pot incloure aspectes d'organització de la docència i de planificació del seguiment, així com aspectes d'acció tutorial, pot incloure actuacions de suport mitjançant l'ús de les TIC

Avaluació dels aprenentatges: planificació d'activitats d'avaluació diverses i contínues

Disseny curricular: canvis en el disseny curricular, orientant-lo al desenvolupament de competències, i incentivant la coordinació entre grups i/o assignatures

Qualitat a l'aula: implantació de sistemes d'assegurament de la qualitat de la docència a les assignatures o titulacions

Coordinació entre el PDI: foment del treball en equips multidisciplinaris en torn a assignatures i/o matèries, iniciatives, observació entre iguals, elaboració de portafolis docents

Competències genèriques: integració i avaluació de les 7 competències genèriques definides per la UPC

Practicitat dels estudis: integració entre la teoria i la pràctica, articulació de pràctiques en àmbits professionals

Materials didàctics: millora i creació de materials docents i d'aprenentatge en diferents formats, facilitació d'accés als materials i difusió dels mateixos