

## Projecte 2014PID-UB/056

### *Pràctiques d'Estadística individualitzades integrant R+exams+Sweave en el banc de preguntes Moodle*

**Responsable:** Calvo, Miquel

**Participants:** Miñarro, Antoni; Cubedo, Marta

**Ensenyaments:** Grau de Ciències Biomèdiques, Grau de Bioquímica i Grau de Biotecnologia de la Facultat de Biologia; Grau d'Estadística de la Facultat d'Economia i Empresa UB- Facultat de Matemàtiques UPC

#### **Resum**

*En aquest projecte hem utilitzat el paquet “exams” de R per tal d’implementar les pràctiques de les assignatures Estadística de primer curs dels graus de Bioquímica, Biotecnologia, CC. Biomèdiques i Estadística. Les pràctiques d’aquests graus havien utilitzat fins el curs passat un aplicatiu desenvolupat en Java pel propi grup. L’experiència adquirida utilitzant exams en un projecte d’innovació PMID a l’assignatura Disseny d’Experiments de quart curs del grau de CC Biomèdiques ens va animar a substituir la nostre anterior plataforma per la combinació “exams” i Sweave per tal de dissenyar una col·lecció de preguntes **individualitzades** (una mateixa pregunta pot tenir moltes variants, cadascuna amb diferents dades associades). La col·lecció de preguntes s’importa al banc de preguntes de Moodle i després s’integren en qüestionaris del campus. El campus virtual s’encarrega de subministrar aleatòriament a cada estudiant una d’aquestes variants i de corregir automàticament les respostes. Seguint aquesta tecnologia s’han confeccionat una **vintena de qüestionaris** equivalents en prestacions i facilitat d’ús a les activitats on-line dels projectes tradicionals Statmedia. Aprofitant el canvi tecnològic s’han **revisat els continguts** de totes les pràctiques.*

*Els avantatges respecte a la situació anterior són: 1) Sweave és molt conegut entre els usuaris de R i facilita la creació i modificació de les pràctiques per part dels professors “creadors” de material, 2) la gestió d’usuaris, terminis d’activitats i notes queda resolta pel propi campus virtual i simplifica notablement la tasca d’administració dels professors del grup d’innovació Statmedia.*

*Els estudiants han realitzat les pràctiques i complimentat els formularis sense incidències remarcables malgrat el doble canvi de tecnologia i de continguts. El resultat global ha estat molt satisfactori i estem disposats en un proper projecte PMID a dissenyar amb exams totes les activitats on-line dels cursos que imparteixi el grup.*

**Paraules clau:** Statistics, Moodle quizzes, individualized activities, automatic assessment; R

## 1. Introducció

El Departament d'Estadística ha rebut el curs 2015-16 l'encàrrec d'impartir les assignatures introductòries d'Estadística de primer cicle en un total de 10 graus de la UB. En el cas de la Facultat de Biologia els plans d'estudis dels graus de Bioquímica, Biotecnologia, Ciències Ambientals, Ciències Biomèdiques i Biologia inclouen una assignatura d'Estadística troncal a primer curs amb plans docents equivalents. Els continguts dels cursos a Biologia estan molt consolidats en acumular l'experiència dels quatre anys de graus de l'EEES i a més la de les assignatures predecessores de les llicenciatures de 1992. El Departament imparteix també assignatures a Enginyeria Química, Geologia, Ciències del Mar i Geografia que tenen plans docents força similars als anteriors. Tanmateix en el Grau d'Estadística, a priori molt més especialitzat, les assignatures Introducció a la Probabilitat i Introducció a la Inferència de primer curs comparteixen característiques comunes amb totes les altres.

Fins l'any passat la majoria d'aquestes assignatures recolzaven el seu pla docent en programari Java desenvolupat pel grup *Statmedia*. La seva implementació havia estat aconseguida paulatinament des de l'any 2000. Amb el pas dels anys la nostra plataforma havia anat adquirint un paper cada cop més important en l'avaluació continuada de les assignatures. En una primera etapa es va utilitzar només a pràctiques en sessions presencials d'ordinador, després en els problemes proposats per resoldre fora de l'aula (en forma d'activitats auto-avaluatives, una part de la nota d'avaluació continuada), finalment en proves parcials presencials. El conjunt d'applets, servlets i pàgines JSP, (per resumir els anomenarem *Statmedia-Java*) jugava en definitiva un paper central en aquestes assignatures. D'aquesta sèrie de projectes el PMID té abundant informació. Per destacar algunes dades: Statmedia-Java va ser utilitzat fins el curs 2013-14 a les assignatures de primer cicle a 7 dels 9 graus impartits aleshores i un 50% dels professors que l'utilitzaven no eren realment membres del grup consolidat, eren *usuaris*.

La **individualització** i l'**acreditació automàtica** han sigut els dos pilars dels nostres projectes d'innovació. La individualització d'una activitat presenta sota un context experimental comú per a tot el grup d'estudiants unes dades diferents per a cadascun d'ells. D'aquesta forma les conclusions del cas/problema/avaluació poden diferir entre els alumnes d'un mateix grup. La individualització resulta convenient per activitats resoltes no presencialment en tant que eviten el *contagi entre respostes*, però a més hem comprovat que afavoreixen la discussió a l'aula si el professor explica per què s'obtenen conclusions diferents d'un mateix experiment.

En els graus on impartim docència els grups tenen aproximadament uns 80 estudiants matriculats. No creiem raonable proposar activitats individualitzades si no s'acompanyen d'una avaluació automàtica. Amb una correcció manual els professors haurien d'afrontar una tasca molt laboriosa en no existir una solució vàlida per a tots els estudiants, sinó pròpia de cadascun d'ells. Probablement aleshores l'estudiant obtindria massa tard informació sobre el seu grau d'assoliment dels objectius del curs i es difuminaria el gran avantatge de l'avaluació continuada que comporta tenir un àgil feed-back professor-alumne. Automatització i individualització es reforcen una a l'altra i permeten que la proposta d'activitats a resoldre sigui interessant per alumnes i professors.

Durant els 15 anys d'activitat del grup Statmedia la tecnologia dels aplicatius web ha anat evolucionant. Els applets Java han esdevinguts incòmodes d'utilitzar degut als creixents requisits de seguretat. Els darrers anys no quedava més remei que rebaixar els perfils de seguretat dels navegadors a les aules, despertant la comprensible reticència dels seus administradors. Un segona novetat tècnica durant aquests anys ha estat la consolidació de R com paquet estadístic preponderant en recerca i docència universitària. Ambdós aspectes –obsolescència dels applets i creixent importància de R– suggerien la necessitat d'evolucionar tecnològicament cap un entorn amb projecció de futur.

L'any passat vàrem proposar un projecte exploratori del paquet *exams* de R vinculat a l'assignatura Disseny d'Experiments (DEAD) de quart curs del grau de CC Biomèdiques. Es volia comprovar les possibilitats d'*exams* tenint en compte els aspectes de modelització inherents a qualsevol curs d'estadística aplicada. En aquest sentit els projectes Statmedia-Java havien demostrat que modulant adequadament els paràmetres dels models estadístics es podia proporcionar variabilitat a les dades dels estudiants. Els bons resultats d'exams a DEAD ens va fer plantejar el projecte que presentem aquí que té com objectiu substituir i millorar les pràctiques dels projectes Statmedia-Java (II, II-Pi i III) per un sistema basat en R i integrat al màxim en *Moodle*. El nou material hauria de mantenir els principals punts forts dels projectes Statmedia-Java: facilitat d'ús, gratuïtat, individualització i correcció automàtica.

## 2. Actuació d'innovació docent

### 2.1. Context d'aplicació

Reprement els arguments de la nostre sol·licitud, els alumnes dels tres graus de Biologia als que s'adreça aquest projecte tenen en general un bon expedient acadèmic. Les notes de tall de selectivitat necessàries per accedir als tres graus són de les més altes del sistema universitari català. En el grau d'Estadística el requisit d'entrada és menys exigent.

En general en les quatre assignatures els alumnes es mostren interessats pel contingut del curs i participen activament en les sessions de pràctiques. Els resultats acadèmics de les darreres promocions han estat molt bons amb taxes d'èxit per sobre del 80%. Si afegim l'experiència dels projectes Statmedia-Java anteriors ens va semblar un bon escenari per assajar la nova tecnologia.

Actualment el campus virtual només permet una aleatorització rudimentària dels seus qüestionaris. En les activitats dels projectes Statmedia-Java generàvem de forma controlada dades diferents per a cada estudiant que s'associaven a un **conjunt** de qüestions relacionades i no a una sola pregunta. Per recuperar les prestacions dels projectes Statmedia-Java calia disposar de mètodes estadístics susceptibles de corregir múltiples preguntes associades a un mateix dataset. Només un llenguatge de programació pot assolir la complexitat de calcular les respostes correctes, diferents per a cada estudiant, quan hi ha un conjunt de varies preguntes sobre les mateixes dades. Aquesta és la raó per generar les preguntes amb R+exams en lloc de fer-ho directament

amb l'editor de Moodle. També per la mateixa raó es dissenyen preguntes de **tipus cloze** que encapsulen en una única pregunta totes les sots-preguntes d'un mateix dataset. Les preguntes cloze s'importen com un arxiu xml de Moodle en el banc del campus i *exams* adjunta en aquest arxiu les respostes de cadascuna de les sots-preguntes (per a més detalls veure l'apartat 3.3 *notes tècniques*) Posteriorment la col·lecció de preguntes cloze s'integren en un o més qüestionaris.

Statmedia-Java gestionava els formularis on-line però també proporcionava als estudiants una calculadora estadística basada en applets. En el seu dia aquesta eina es va dissenyar a mida per cobrir els temes d'una assignatura introductòria d'Estadística i al mateix temps per que resultés molt fàcil d'utilitzar. En aquest projecte calia doncs proporcionar una alternativa a la calculadora de Statmedia-Java que no fos la utilització directe de l'entorn R, conegut per l'aridesa de la seva corba d'aprenentatge.

Un punt dèbil dels projectes Statmedia-Java és que obligaven als professors a mantenir una doble gestió (la pròpia de Statmedia i la del campus) tant de calendaris, com importació/exportació de qualificacions, llistes d'alumnes, etc.. En la proposta d'aquest projecte volíem unificar aquesta gestió del professorat i que els estudiants treballessin la seva agenda d'activitats sota una única plataforma.

## 2.2.Objectius

El gruix del treball d'aquest projecte és l'adaptació de les activitats específiques preexistents basades en Java Server Pages (JSP) traduint-les a Sweave (llenguatge Latex + instruccions de R). A diferència de projectes anteriors del grup no es desenvolupava nova tecnologia sinó que el projecte es basa en tecnologia estàndard de R, de formatat de documents Latex i d'utilització del campus Moodle.

Cal puntualitzar que la col·lecció d'activitats implementada en Statmedia-Java al llarg d'anys era molt abundant i no es pretenia substituir-la en aquest projecte d'un sol cop en un any. En la nostre proposta vàrem proposar reformar les pràctiques exclusivament. Ara bé, les Estadístiques dels graus de Biologia corresponen al segon quadrimestre (240 estudiants en total) i la de Introducció a la Probabilitat del grau d'Estadística al primer (100 estudiants). Aquest calendari diferent implicava objectius i terminis diferents. Citant la nostre sol·licitud ens vàrem proposar els següents objectius principals:

1. En el cas d'*Introducció a la Probabilitat* disposar de **dues pràctiques** associades a l'avaluació continuada implementades a desembre de 2014.
2. A les *tres assignatures de la Facultat de Biologia* implementar **cinc pràctiques** semi-presencials totalment operatives a finals de maig de 2015.
3. **Substituir** en les 4 assignatures la **calculadora de Statmedia-Java** pel paquet **R-Commander** preservant els avantatges anteriors: facilitat d'ús, freeware i possibilitat d'instal·lació en els tres sistemes operatius predominants.
4. **Revisar el material** dels quatre cursos canviant tota referència a procediments de la calculadora Statmedia pels equivalents en R-Commander. La llista de material a revisar inclou presentacions de teoria, problemes i guions de pràctiques. Es **dissenyaran guies** d'instal·lació i d'ús de R i de R-Commander.

### 2.3. Metodologia i desenvolupament de l'actuació

Els professors de l'assignatura disposàvem de coneixements tècnics previs de R i Sweave i havíem programat en el projecte de l'assignatura Disseny d'Experiments de 4rt curs codi font en Sweave similar al que es requeria en aquest projecte. Com s'ha esmentat abans, la tecnologia associada a exams ens era doncs familiar.

En una primera fase els tres professors hem treballat conjuntament la primera pràctica fins obtenir qüestionaris *Moodle* plenament satisfactoris des del punt de vista funcional i estètic. Un cop dissenyada una versió estable de la primera pràctica, en una segona fase cadascun dels tres ha assumit el disseny i la implementació d'una de les activitats proposades als estudiants. La revisió de les cinc (Biologia) + tres (Grau Estadística) pràctiques s'ha fet sempre col·legiadament, incloent la verificació de la correcció automàtica de les respostes dels alumnes.

El calendari de desenvolupament ha seguit les especificacions de la nostre proposta:

1. Novembre 2014. Introducció a la Probabilitat: disseny i implementació de 3 activitats associades a l'avaluació continuada. Edició i assaig dels qüestionaris. Disseny de les guies de R i de R-Commander (utilitzades posteriorment en els altres tres graus).
2. Desembre 2014. Introducció a la Probabilitat: utilització a l'aula de les activitats desenvolupades al punt anterior.
3. Gener-Abril 2015. Estadística (BQ, BT, BM). disseny i implementació de les 5 pràctiques als 3 graus de Biologia. Revisió del material del curs (presentacions, llistes de problemes, guions de pràctiques) adreçant els càlculs als procediments de R-Commander.
4. Febrer-Maig 2015. Estadística (BQ, BT, BM): utilització a l'aula de les activitats desenvolupades al punt anterior.
5. Maig-Juny 2015. Difusió del projecte.

### 2.4. Recursos i suports emprats

Per desenvolupar aquest projecte no han calgut recursos externs, ni per adquirir material ni per a personal de suport. El paquet exams, com totes les aportacions del projecte R, és freeware. D'altra banda, els professors que formem part del projecte tenim suficients coneixements de R i Sweave i experiència en la creació de material docent per tal de poder crear noves activitats o adaptar-ne d'existents sense dificultat.

S'ha treballat exams sobre un curs virtual que el CRAI ens va facilitar temps enrere per assajar importacions dels arxius xml al banc de preguntes i per confeccionar i assajar els qüestionaris. Un cop verificada la seva funcionalitat s'ha abocat paulatinament el material als campus reals de les assignatures per tal que els alumnes facin ús de les diferents activitats on-line.

### 3. Resultats i conclusions

#### 3.1. Estat del projecte

En el moment de tancar el projecte, un cop acabat el curs 2014-2015, la nostre valoració és que el paquet *exams* compleix amb escreix els requeriments per substituir les pràctiques implementades anteriorment en Java. S'ha assolit tant la individualització de les activitats com la seva total integració en forma de qüestionaris estàndard de *Moodle*. Un inconvenient menor és que durant el curs 2014-15 la presentació de fórmules matemàtiques presentava certs problemes amb la versió *Moodle* 2.6 i alguns navegadors del client (per exemple, Internet Explorer). Ara bé, aquest estiu el campus ha migrat a la versió 2.7, que ofereix nativament la possibilitat d'activar el filtre *MathML*, i el problema ha quedat resolt de cara al curs 2015-16.

El resum pel que fa als diferents objectius és el següent:

1. **Grau d'Estadística:** s'han implementat **tres** pràctiques. Els alumnes van disposar puntualment de les guies d'instal·lació i d'ús de R i de R-Commander. Les il·lustracions 1 i 2 mostren alguns aspectes del campus de l'assignatura:

	PRÀCTICA 1	PRÀCTICA 2	PRÀCTICA 3
Q	8,00 Q	10,00 Q	7,50 Q
Q	8,00 Q	9,40 Q	6,25 Q
Q	- Q	- Q	- Q
Q	10,00 Q	10,00 Q	10,00 Q
Q	7,00 Q	5,30 Q	7,50 Q
Q	8,00 Q	9,40 Q	10,00 Q
Q	10,00 Q	9,40 Q	10,00 Q

Il·lustració 1: algunes notes de les tres pràctiques

Introducció a la Probabilitat (curs 2014-2015)

Podeu previsualitzar aquest qüestionari, però no podrieu contestar-lo perquè:  
Aquest qüestionari no està disponible

Pregunta 1  
No s'ha respost encara  
Puntual sobre 10,00  
Y Marca la pregunta  
Edita la pregunta

CAS 1: Emissions de NO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O

Ara ens centrarem en les emissions de NO<sub>2</sub>. Els tècnics de la fàbrica han arribat a la conclusió que amb un procés de producció correcte, la concentració d'aquest gas a l'aire segueix un model normal amb mitjana 79.7 µg/m<sup>3</sup> i desviació típica 21.3. En aquest cas, no establix cap normativa respecte la concentració permesa d'aquest gas contaminant, per això la direcció de la nostra fàbrica decideix auto regular-se. Cal tenir en compte que un excés de NO<sub>2</sub> pot ser nociv per a la salut i el medi ambient, però uns valors molt baixos indicarien que el procés industrial no funciona bé. Per aquesta raó, es vol establir un interval de probabilitat del 94 % centrat en la mitjana. Podries determinar els límits inferior i superior de l'interval, segons aquest criteri?

Límit inferior NO<sub>2</sub>:

Límit superior NO<sub>2</sub>:

Recorda que es prenen un total de nou mesures diàries dels gasos contaminants. Per tant, al cap d'una setmana tindrem 63 mesures (que continuarem suposant independents entre elles). Es demana: Quina és la distribució exacta de la variable "Nombre de mesuraments al llarg d'una setmana que han donat una concentració de NO<sub>2</sub> fora de l'interval calculat anteriorment"?

A l'hora de fer càlculs, té sentit aproximar aquesta distribució per alguna altra?

Quina és la probabilitat exacta (calculada amb la distribució exacta, no l'aproximada, encara que fos possible) que al llarg d'una setmana, 2 o més mesures caiguin fora de l'interval del 94 % que hem determinat a l'inici?

Torna a calcular la probabilitat que 2 o més mesures caiguin fora de l'interval del 94 % que hem determinat a l'inici, però amb la distribució aproximada (si té sentit alguna aproximació)?

Un altre possible contaminant és el N<sub>2</sub>O (òxid nítric), per al qual els mateixos tècnics de la fàbrica han determinat que segueix una distribució Normal amb mitjana 45 µg/m<sup>3</sup> i desviació típica 19. Un expert en contaminació industrial exposa el criteri que la variable important no és la concentració de N<sub>2</sub>O o NO<sub>2</sub> per separat, sinó la suma de concentracions d'ambdós gasos. Suposant independència entre les concentracions dels dos gasos, quina fóra la distribució de la variable "Suma de concentracions de NO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O (en µg/m<sup>3</sup>)"?

Quina és la probabilitat que, en una mesura concreta, la suma de concentracions de N<sub>2</sub>O i NO<sub>2</sub> es trobi entre 120 i 150 µg/m<sup>3</sup>?

Il·lustració 2: primera pantalla de la pràctica 3

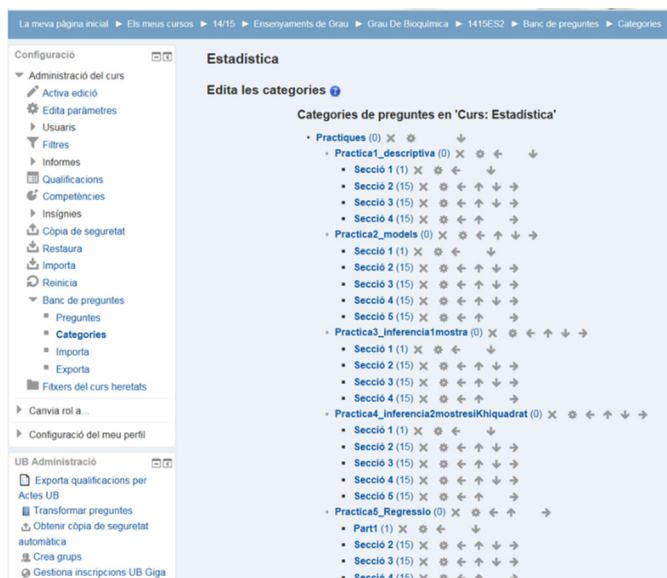
La mitjana de les notes de pràctiques ha estat 7.98 (7.6 els anys anteriors amb Statmedia-Java) i la desviació estàndard 1.47 (1.7 els anys anteriors).

2. **Graus de Bioquímica, Biotecnologia i Ciències Biomèdiques:** en acabar les classes havíem implementat en els campus de les tres assignatures les 5 pràctiques. Cada pràctica es desglossa en tres qüestionaris: un de previ a la pràctica presencial, un segon a complimentar durant la pràctica presencial, el tercer a completar no presencialment en acabar la pràctica. Aquests 15 qüestionaris es basen en un banc de preguntes cloze. La Il·lustració 3 mostra la pantalla del campus de DEAD de BQ amb els enllaços de les dues primeres activitats corresponents al tema 2.



Il·lustració 3: grau BQ, vista dels recursos del Tema 2

La Il·lustració 4 mostra les preguntes cloze del banc de preguntes del grau de BQ i entre parèntesi, el nombre de rèpliques de cada pregunta. Per facilitar la identificació a l'hora de muntar els qüestionaris s'anomena *secció* a les preguntes cloze amb un sub-índex per a cada pràctica.



Il·lustració 4: banc de preguntes BQ, categories i num. Rèpliques

El conjunt de preguntes cloze/seccions (una vintena aproximadament per grau) inclou internament un total de 277 sots-preguntes numèriques o multi-choice per grau. El nombre de preguntes internes que inclou una secció està entre un mínim de

6 i un màxim de 54. Atès que les seccions difereixen en el nombre de preguntes internes establim una ponderació diferent en el qualificador (veure II·lustració 5).

Pràctica 1	
Questionari P1.1	0,0
Questionari P1.2	27,0
Questionari P1.3	15,0
<b>Total de Pràctica 1</b>	Mijana ponderada de les qualificacions. Inclou les notes buides.

Pràctica 2	
Questionari P2.1	0,0
Questionari P2.2	20,0
Questionari P2.3	5,0
<b>Total de Pràctica 2</b>	Mijana ponderada de les qualificacions.

Pràctica 3	
Questionari P3.1	0,0
Questionari P3.2	26,0

II·lustració 5: grau BQ, ponderacions dels qüestionaris en el qualificador de Moodle

Les 5 pràctiques han estat realitzades sense incidències per la gran majoria d'estudiants dels 3 graus. La II·lustració 6 i la II·lustració 7 mostren aspectes diferents de participació i dels resultats. Ambdues són captures del grau de BQ, amb 60 estudiants enguany. Els altres graus mostren participacions al voltant del 90-95%.

**Campus Virtual de la Universitat de Barcelona**  
 Universitat de Barcelona

La meua pàgina inicial ▶ Els meus cursos ▶ 14/15 ▶ Ensenyaments de Grau ▶ Grau De Bioquímica ▶ 1415ES2 ▶ Tema1-2 ▶  
 Qüestionari P1.2

**Estadística**  
**Questionari P1.2**

Intents permesos: 2  
 Aquest qüestionari es va tancar el dia divendres, 13 març 2015, 11:20  
 Mètode de qualificació: Qualificació més alta  
 Intents: 57

**Resum dels vostres intents anteriors**

Intent	Estat
--------	-------

II·lustració 6: nombre d'intents totals de la segona secció del primer qüestionari

Avaluació continuada							
Pràctiques							
Pràctica 1			Pràctica 2	Pràctica 3	Pràctica 4	Pràctica 5	
Questionari P1.1	Questionari P1.2	Questionari P1.3	Total de Pràctica 2	Total de Pràctica 3	Total de Pràctica 4	Total de Pràctica 5	Total de Pràctiques
- q	24,00 q	9,00 q	7,60	9,72	10,00	9,62	8,96
- q	25,00 q	13,00 q	6,00	8,61	8,03	9,62	8,26
6,00 q	23,00 q	8,00 q	8,80	7,22	9,18	8,30	8,18
10,00 q	25,00 q	8,00 q	9,60	10,00	9,51	8,87	9,17
10,00 q	26,50 q	14,00 q	10,00	8,61	10,00	9,62	9,58
- q	24,00 q	13,00 q	6,40	6,11	9,18	7,17	7,53
10,00 q	26,50 q	14,00 q	9,60	9,44	10,00	9,62	9,66

II·lustració 7: notes dels qüestionaris de la pràctica 1 i notes totals de les pràctiques 2 a 5.

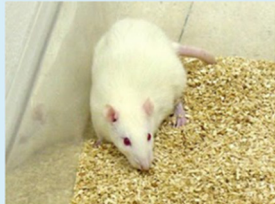


La Il·lustració 8 mostra les qualificacions de cada secció del qüestionari 1:

Estat	Començat el	Completat	Temps emprat	Qualificació/27,00	P. 1 /12,00	P. 2 /15,00
Acabat	13 març 2015 09:14	13 març 2015 10:26	1 hora 11 minuts	24,00	✓ 10,00	✓ 14,00
Acabat	13 març 2015 09:12	13 març 2015 10:23	1 hora 10 minuts	25,00	✓ 10,00	✓ 15,00
Acabat	13 març 2015 09:14	13 març 2015 10:23	1 hora 9 minuts	23,00	✓ 11,00	✓ 12,00
Acabat	13 març 2015 09:12	13 març 2015 10:23	1 hora 10 minuts	25,00	✓ 10,00	✓ 15,00
Acabat	13 març 2015 09:12	13 març 2015 10:18	1 hora 5 minuts	26,50	✓ 11,50	✓ 15,00
Acabat	13 març 2015 09:12	13 març 2015 10:17	1 hora 4 minuts	24,00	✓ 10,00	✓ 14,00
Acabat	13 març 2015 09:12	13 març 2015 10:19	1 hora 6 minuts	26,50	✓ 11,50	✓ 15,00
Acabat	13 març 2015 09:13	13 març 2015 10:23	1 hora 10 minuts	23,50	✓ 11,50	✓ 12,00
Acabat	13 març 2015 09:12	13 març 2015 10:22	1 hora 9 minuts	26,00	✓ 11,00	✓ 15,00

Il·lustració 8: notes de les seccions del qüestionari P2.2 del grau BQ

La Il·lustració 9 i la Il·lustració 10 són dos exemples de pantalles de pràctiques



Aquesta secció es destina a repassar algunes de les tècniques de l'estadística descriptiva orientades a l'obtenció de **característiques numèriques o estadístics**. Els estadístics es poden classificar segons la informació que ens aporten, així doncs, tenim estadístics de **centralització i dispersió**. Cal tenir en compte però que hi ha altres categories d'estadístics que no es presenten en aquesta pràctica. Comencem per descriure estadísticament la variable **proteïnes sèriques totals (pts)**, en el grup de rates en dejuni i amb **alimentació normal**. Podeu recuperar les dades clicant l'enllaç del següent arxiu [ProtSeriques.csv](#). Alternativament, podeu marcar i copiar al porta-papirs la taula contigua i després importar-la a RCommander: menú RCmdr: Datos -> Importar Datos -> Desde archivo de texto, portapapeles...

Alguns dels estadístics més comuns per resumir els valors observats són la mitjana, la variància, la desviació estàndard i el rang. Completeu la taula següent referent a la variable **Proteïnes sèriques grup normal**.

1. Mitjana	<input type="text"/>	2. Variància corregida	<input type="text"/>
3. Desviació estàndard corregida	<input type="text"/>	4. Rang	<input type="text"/>

5. Dels estadístics que recull la taula anterior

Grup	Proteïnes	Edat
grupNormal	6.59	1
grupNormal	7.16	0
grupNormal	6.55	1
grupNormal	7.69	0
grupNormal	6.54	2
grupNormal	7.25	0
grupNormal	7.50	1
grupNormal	7.44	2
grupDejuni	6.05	1
grupDejuni	4.59	0
grupDejuni	4.71	0
grupDejuni	5.14	2
grupDejuni	5.74	0
grupDejuni	6.67	2
grupDejuni	5.40	0
grupDejuni	6.44	1
grupDiabetis	9.57	1
grupDiabetis	8.80	1
grupDiabetis	8.62	2
grupDiabetis	8.20	1
grupDiabetis	9.31	1
grupDiabetis	9.43	1
grupDiabetis	9.28	0

Il·lustració 9: pantalla inicial del 1er qüestionari

12. Si es vol un nivell de significació del 5%, **quines conclusions es poden inferir de les dades obtingudes?**



El pH del suc té un doble requisit per considerar el lot com apte per a la venda.



El laboratori de l'empresa ha comprovat, en diferents experiments, que si el valor mitjà del pH no excedeix el valor 4.1, no hi ha cap conseqüència pràctica en la data de caducitat del lot. D'altra banda, si el valor mitjà d'un lot és superior a 3.9, els consumidors el troben agradable.

Amb les dades del darrer lot analitzat, l'interval del pH amb un 95% de confiança correspon a:

13. Extrem inferior	<input type="text"/>
14. Extrem superior	<input type="text"/>

15. Tenint en compte aquest interval i els requisits que ha de tenir el suc, **quina és la conclusió aplicada dels resultats anteriors?**

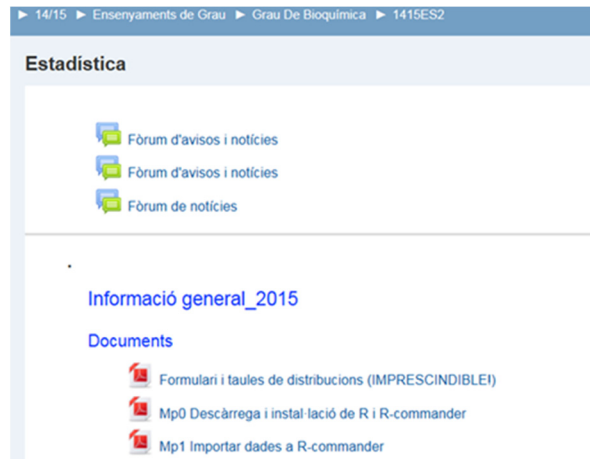


Tal i com s'ha indicat en les seccions anteriors es realitza un control de qualitat de les pomes abans d'entrar en producció. Una variable important és el pes de les pomes, que no ha de ser inferior a 140 g. Es desitja calcular de forma sistemàtica l'interval de confiança del **percentatge de pomes** que no compleixen aquesta especificació, però abans cal conèixer quina

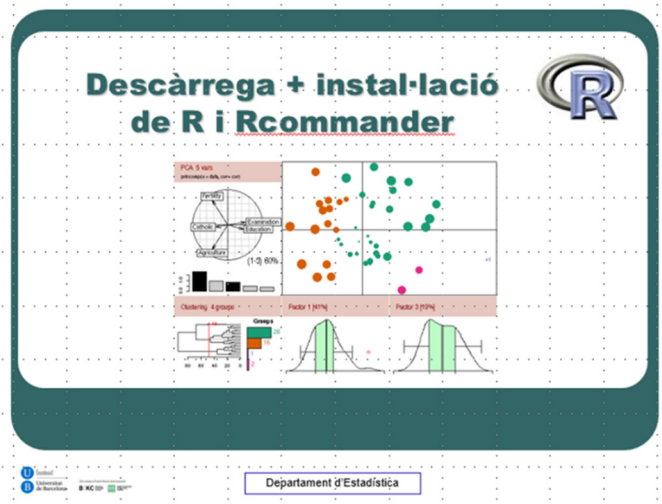
Il·lustració 10: pantalla de la pràctica 3, secció 2

### 3. **Utilització de R-Commander a les aules:**

R-Commander és un paquet de R força popular atès que els seus autors el van dissenyar per facilitar l'ús de R en cursos introductoris d'Estadística. No és doncs cap casualitat que la substitució de la calculadora Java de Statmedia no hagi comportat problemes i que la pràctica totalitat de les funcionalitats estiguin també en R-Commander. Amb l'ajuda de les guies d'instal·lació i d'ús que hem redactat (veure Il·lustració 11 i Il·lustració 12) els alumnes s'han familiaritzat ràpidament amb el seu manegament. Hem rebut molt poques consultes pel que fa a la instal·lació dels aplicatius, i els pocs problemes detectats es concentren en els portàtils Apple.



Il·lustració 11: grau BQ, accés a les guies d'instal·lació i ús de R i Rcmdr



Il·lustració 12: guia d'instal·lació publicada als 4 campus

### 4. **Revisió del material**

S'han revisat totes les presentacions de teoria, exemples, enunciats de problemes i els propis enunciats de pràctiques indicats en l'apartat 2. Tot el material de les quatre assignatures ja no esmenta la calculadora Statmedia sinó els mètodes adients de R-Commander.

### 3.2. Indicadors d'avaluació del projecte i difusió dels resultats

El llistat d'indicadors d'avaluació proposats en la sol·licitud del projecte consta de:

1. Material traduït al nou entorn: 100% pràctiques de BQ, BT, BM, 2 activitats i 1 pràctica a GE.
2. Taxa de participació dels alumnes: com a mínim la taxa històrica de Statmedia
3. Seguiment i incidències d'utilització: cal haver resolt les incidències en acabar els cursos
4. Notes de pràctiques (BM, BT, BQ) i activitats (GE) han de ser comparables a les obtingudes amb l'entorn anterior
5. Retorn dels estudiants via enquestes del curs: anàlisi qualitatiu de les respostes

Tal i com s'ha anat comentant en apartats anteriors els objectius mesurats pels indicadors 1 a 3 s'han assolit completament.

Pel que fa a l'indicador 4, la taula següent presenta mitjanes i desviació estàndard de les notes de pràctiques. La columna central s'obté reunint les dades dels alumnes dels dos darrers cursos on es va utilitzar Statmedia-Java, la tercera columna els resultats actuals amb exams+Moodle+R. Es pot comprovar que els resultats no han variat significativament dins d'un mateix grau

Grau	12-13 + 13-14	14-15
Bioquímica	7.9 ± 1.3	7.8 ± 1.8
Biotecnologia	8.6 ± 1.1	8.3 ± 1.1
CC. Biomèdiques	8.6 ± 1.7	8.6 ± 1.4

Pel que fa a l'indicador 5, les enquestes dels estudiants no han proporcionat cap feedback específic pel que fa a les pràctiques en general ni dels aplicatius en particular. De forma optimista podem interpretar que als estudiants no els ha resultat massa feixuc el nou entorn, sinó haurien fet constar la seva queixa en les enquestes.

Pel que fa a la difusió del projecte, el passat 13 de gener de 2015 el Grup Consolidat Statmedia va organitzar el seminari *Generació de qüestionaris Moodle amb R + exams + Sweave*. Aquest seminari tenia caràcter obert, a més dels professors del Departament d'Estadística de la UB varen assistir companys del Departament d'Estadística de la UPC i del Institut Químic de Sarrià. Els continguts del seminari van ser els següents:

- descripció del paquet *exams*. Tipus de preguntes i relació amb les preguntes *Moodle*.
- exemples d'implementació resolts i assajats: pràctiques d'Estadística (diferents graus) i problemes de Disseny d'Experiments (grau de Ciències Biomèdiques).
- importació de qüestionaris al banc de preguntes de *Moodle*. Possibilitats de configuració pel que fa a temporització, puntuació i retroacció.
- disseny de noves activitats: instruccions de R, tags essencials de Latex/Sweave i tags específics del paquet *exams*.
- control de les generacions aleatòries de dades.

El seminari va tractar doncs des del nivell més bàsic d'utilització d'*exams* fins a aspectes força tècnics d'elaboració de material. El vàrem impartir els membres del grup que havien treballat amb el paquet *exams* (els d'aquest projecte i el del 2014PID-UB/051).

Posteriorment es va presentar una comunicació oral al Congrés Nacional d'Estadística i Investigació Operativa (Pamplona, maig 2015) amb el títol *Generación automática de cuestionarios Moodle con el paquete exams de R* on es va exposar a la comunitat estadística nacional la nostre experiència d'innovació. Després de la comunicació es varen interessar diferents col·legues d'altres universitats i ens consta que al menys tres grups d'innovació estan actualment assajant actuacions similars basant-se en el material que els hem subministrat.

### 3.3. Algunes notes tècniques

Aquest apartat consta també en la memòria del projecte 2014PID-UB/051, però creiem interessant tornar-lo a incloure aquí per si el lector desitja alguns detalls tècnics i no disposa de l'anterior informe.

La llibreria *exams* és un mòdul de R que proporciona documents en format XML que *Moodle* és capaç de manegar. Es pot descarregar al repositori estàndard dels paquets de R (<http://cran.r-project.org/web/packages/exams/index.html>). De forma molt esquemàtica, les passes per obtenir una activitat generada amb *exams* que pugui ser gestionada per *Moodle* són:

1. Generació dels documents
  - a. Generació d'un arxiu (codi font) en format Sweave
  - b. Compilació amb R del codi font: obtenció d'un arxiu xml
2. Utilització a Moodle
  - a. Importació de l'xml al banc preguntes del curs
  - b. Confecció del qüestionari a partir de preguntes del banc

Tant el tipus de preguntes utilitzades com el codi font resultant han vingut condicionats pel fet d'implementar activitats individualitzades. Tal i com hem recordat en la introducció d'aquest informe, entenem com individualització d'una activitat la presentació sota un escenari experimental comú per a tot el grup d'unes dades diferents per a cada estudiant. La discussió a l'aula dels diferents resultats permet reflexionar conjuntament i trobar quina és la justificació estadística que explica que apareguin conclusions diferents entre estudiants. L'acreditació automàtica facilita al professor la tasca de correcció i permet programar varies activitats consecutives en poques setmanes de diferència sense col·lapsar la seva taula de treball.

Per tal d'aconseguir que un estudiant tingui preguntes i respostes consistents amb el seu conjunt de dades ha calgut articular les preguntes de forma encapsulada en el format que *Moodle* i *exams* anomenen **cloze**.

A tall d'exemple, si tota l'activitat gira al voltant d'un únic conjunt de dades hi haurà una única pregunta *cloze* en el qüestionari que inclou totes les qüestions relatives a aquest

conjunt de dades. En el banc de preguntes *Moodle* la pregunta *cloze* apareix com una certa categoria que agrupa amb el mateix nom totes les còpies amb diferents dades. Per a cada estudiant, *Moodle* extraurà a l'atzar un representant de la categoria i presentarà les dades específiques en el qüestionari de l'estudiant. La correcció de les respostes queda automàticament fixada.

En canvi, si l'activitat inclou dos o més conjunts de dades amb qüestions independents entre conjunts es pot articular el qüestionari en base a dues o més preguntes *cloze*. Com abans, en el moment de presentar el qüestionari a l'alumne *Moodle* extraurà independentment una còpia del banc per a cada categoria. La Il·lustració 4 mostra la captura de pantalla d'algunes de les categories de preguntes actualment associades al grau de BQ i el nombre de còpies que contenen. Les categories dels altres dos graus són similars.

En aquesta mateixa il·lustració, sota la categoria *Practica 1*, apareixen 4 sots-categorïes (*Seccions 1 a 4*). Cadascuna de les sots-categorïes és en realitat una pregunta *cloze* diferent. Es pot comprovar que el campus disposa de 15 versions amb dades diferents de cada pregunta. En realitat el nombre de versions d'una mateixa pregunta s'escull quan es crida el mètode d'exams (*exams2Moodle*). Aquest mètode admet des de un mínim d'una sola rèplica de la pregunta fins a un nombre arbitràriament gran, malgrat aquest nombre en la pràctica està limitat per la grandària dels fitxers importables per Moodle.

La primera pràctica als tres graus de Biologia es divideix en tres qüestionaris, per exemple el segon d'ells està configurat de forma que Moodle escollirà aleatòriament per a cada estudiant un element de les preguntes *cloze Secció 2* i *Secció 3*.

### 3.4. Conclusions

Hem comprovat que el mòdul *exams* pot dotar als cursos d'Estadística d'activitats individualitzades sota el paraigües de *Moodle* de forma còmoda i eficient. Concretament en aquest projecte hem substituït una eina (Statmedia-Java) que havia proporcionat excel·lents resultats en termes d'aprenentatge dels alumnes de primer cicle sense perdre cap dels seus principals avantatges. De fet es guanyen prestacions, una de molt important és la integració de les qualificacions de les pràctiques amb la resta d'activitats del curs que es fa en un únic entorn i agilitza el seguiment per part dels estudiants.

Pel que fa als professors es presenten dos altres guanys: 1) el formatat Sweave és molt conegut entre els usuaris de R i facilita la creació i modificació de les pràctiques per part dels professors "creadors" de material; 2) la gestió d'usuaris, terminis d'activitats i notes es fa en el propi campus virtual i simplifica notablement la tasca d'administració dels professors del grup d'innovació Statmedia.

Pel que fa als resultats a l'aula, els estudiants han completat les pràctiques sense incidències remarcables i no s'aprecien canvis significatius en les notes obtingudes malgrat el canvi de tecnologia i de continguts.

Ens sembla també molt interessant que en acabar el curs els estudiants coneixen l'entorn R i tenen potencialment accés a una col·lecció de mètodes estadístics que supera àmpliament als de la calculadora de Statmedia-Java. R acompanyarà sens dubte els nostres estudiants durant bona part de la seva trajectòria científica.

L'experiència d'aquest projecte i el de l'assignatura de Disseny obre al departament un ventall molt ample de possibilitats. Per començar, estem disposats en un proper projecte PMID a dissenyar amb exams **totes** les activitats on-line dels 4 cursos, no sols les pràctiques com aquest projecte. Atès que el departament imparteix altres assignatures amb plans docents semblants creiem que els seus professors poden estar interessats a mig termini en aprofitar directament el nostre material com en el passat havia estat el cas de Statmedia-Java.

Els mètodes estadístics que R té implementats abasta des de les tècniques impartides en un curs introductori d'Estadística de qualsevol grau fins a les tècniques de l'assignatura més especialitzada del màster d'Estadística. En aquest sentit estem convençuts que durant els propers anys s'aniran incrementant les assignatures del nostre departament que aprofitaran la combinació R+exams+Moodle per oferir activitats on-line als estudiants.