

**Identificació dels principals *misconceptions* en l'àmbit de l'estadística aplicada.  
Disseny, aplicació i anàlisi d'un *concept inventory***

**Autor:** Adrián Martín Rodríguez

**NIU:** 1270919

**Tutors:** Pere Puig i Vanessa Serrano

## **Resum**

Actualment l'estadística està en el seu millor moment. Hi ha moltes dades per analitzar i poca gent que ho sàpiga fer. Per això, és tan important la formació de tots els professionals que en algun moment els hi caldrà l'ús de l'estadística en el món laboral. Aquest treball tracta sobre l'estudi dels principals *misconceptions* en l'àmbit de l'estadística, analitzant-los amb l'aplicació d'un *concept inventory* als alumnes, per així observar si realment han assolit aquests conceptes bàsics (mitjana, correlació, probabilitat i distribució) de manera apropiada.

## **Resumen**

Actualmente la estadística está en su mejor momento. Hay muchos datos para analizar y poca gente que lo sepa hacer. Por eso, es tan importante la formación de todos los profesionales que en el algún momento necesitarán usar la estadística en el mundo laboral. Este trabajo trata sobre el estudio de los principales *misconceptions* en el ámbito de la estadística, analizándolos con la aplicación de un *concept inventory* a los alumnos, para así observar si realmente han alcanzado estos conceptos básicos (media, correlación, probabilidad y distribución) de manera apropiada.

## **Summary**

Nowadays statistics is at its best moment. There are many data to analyse and few people know how to do it. For this reason, the training of all the professionals that in some moment will need the use of the statistics in their future jobs is so important. This project is about the study of the main *misconceptions* in the field of statistics, analysing them with the application of a *concept inventory* to the students, in order to see if they really have reached these basic concepts (mean, correlation, probability and distribution) appropriately.

## **Paraules clau**

***Concept inventory:*** Un *concept inventory* és una prova d'opcions múltiples dissenyat per avaluar la comprensió conceptual dels estudiants d'un tema concret.

***Misconception:*** Entenem per *misconceptions* els conceptes que no s'han assolit completament durant la docència. És a dir un concepte que no s'ha entès o que bé crea certa confusió.

**Identificació dels principals *misconceptions*  
en l'àmbit de l'estadística aplicada. Disseny,  
aplicació i anàlisi d'un *concept inventory***

**Autor:** Adrián Martín Rodríguez

**NIU:** 1270919

**Tutors:** Pere Puig i Vanessa Serrano



# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Marc teòric</b>	<b>3</b>
2.1	<i>Misconceptions</i> a l'àmbit de l'estadística . . . . .	3
2.2	Mètodes diagnostics: els <i>concept inventory</i> . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Disseny del qüestionari</b>	<b>9</b>
3.1	Elecció de conceptes . . . . .	9
3.2	Estructura i procés de revisió . . . . .	10
3.3	Prova pilot . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Treball de camp</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Anàlisi de resultats</b>	<b>15</b>
5.1	La mitjana . . . . .	15
5.2	Probabilitat . . . . .	18
5.3	Correlació . . . . .	20
5.4	Distribució . . . . .	23
5.5	Visió global del qüestionari . . . . .	25
<b>6</b>	<b>Conclusions</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>29</b>
<b>A</b>	<b>Annex: Qüestionari</b>	<b>31</b>
<b>B</b>	<b>Annex: Codi</b>	<b>39</b>

# 1. Introducció

L'estadística està present a molts sectors i és per aquest motiu que actualment al pla d'estudis de molts graus s'ha inclòs alguna assignatura d'aquesta ciència. Gran part dels graus de Ciències, Biociències o Ciències Socials tenen una assignatura d'estadística o utilitzen conceptes d'aquesta en altres assignatures. Cal tenir present que molts estudiants encara no han comprès la importància d'entendre bé els conceptes relacionats amb l'estadística perquè encara no en veuen l'ús que en faran en les seves professions o bé perquè pensen que sempre tindran un estadístic per fer-los-hi la feina.

Tot i així, els conceptes bàsics exposats en aquests graus són imprescindibles per fer un estudi estadístic bàsic o bé per entendre a l'estadístic millor un cop els hi presenti l'estudi complet.

Però aquests alumnes en tenen prou amb una assignatura? Assoleixen tot el necessari sobre estadística per a les seves carreres professionals? Entenen tots els conceptes que es comprimeixen en una assignatura d'Estadística?

La motivació d'aquest Treball de Final de Grau (TFG) sorgeix d'una vocació docent personal. Al començar a buscar temes per aquest treball tenia molt clar que volia un tema de didàctica. A partir d'aquí el Pere Puig (UAB) em va posar en contacte amb la Vanessa Serrano (IQS) i va sorgir la idea de buscar i estudiar els principals *misconceptions* en l'àmbit de l'estadística aplicada.

Aquest treball té els següents objectius:

- Identificar a la literatura els *misconceptions* més habituals en l'aprenentatge de l'estadística aplicada.
- Dissenyar un *concept inventory*.
- Analitzar els resultats d'aplicar el *concept inventory* en un primer curs d'estadística.

Per assolir aquests objectius s'ha seguit el següent procés: En primer lloc, s'ha fet una recerca bibliogràfica per conèixer els diferents *misconceptions* a l'àmbit de l'estadística aplicada. A continuació, i també amb una recerca bibliogràfica prèvia, s'ha dissenyat el *concept inventory*, seguint una sèrie de passos i fases que podeu veure a 3.2. Abans de passar el qüestionari s'ha fet una prova pilot d'aquest. A continuació, s'ha passat els qüestionaris a alumnes d'un primer curs d'estadística, i per últim, amb l'ajut del software R, s'han analitzat els resultats obtinguts al qüestionari.

El treball està format per un marc teòric, on parlem tant de la recerca bibliogràfica de *misconceptions* com dels mètodes diagnòstics per detectar-los. Després s'explica el procés

que s'ha seguit en l'elaboració d'aquest qüestionari i com s'ha passat als estudiants. Per últim, s'analitzen les dades en detall i s'extreuen unes conclusions per tancar el treball. A les conclusions (apartat 6) també podrem trobar futures línies de recerca per continuar amb aquesta investigació, que no acaba aquí.

## 2. Marc teòric

Des de fa uns anys, un gran nombre d'empreses s'han dedicat a recollir grans quantitats de dades i ara no saben analitzar-les. Per aquest motiu és molt important l'ensenyament de l'estadística en diferents graus, per tal d'aportar a tots els professionals uns nivells mínims d'estadística.

Actualment la docència de l'estadística i les matemàtiques es troba principalment guiada per teories constructivistes, amb un lligam especial amb autors com Piaget. (Garfield, 1995)

El constructivisme és una teoria didàctica que diu que els coneixements s'adquireixen gràcies a uns certs mecanismes i coneixements previs innats i de la interacció amb el món extern. Vigotsky, un altre dels grans autors del constructivisme, diu que la principal font de coneixements es produeix amb la interacció amb les persones del nostre voltant i per això és tan important la docència. (Mariscal et al., 2000)

Però com en qualsevol docència a l'estadística hi ha conceptes que no s'acaben d'entendre. La manca d'interès o la incapacitat de veure una aplicació a aquest coneixement en la seva disciplina pot provocar que els alumnes no adquireixin del tot bé aquests conceptes. D'aquí sorgeix el concepte de *misconceptions*.

Entenem per *misconceptions* els conceptes que no s'han assolit completament durant la docència. És a dir un concepte que no s'ha entès o que bé crea certa confusió.

Comencem doncs el nostre projecte amb la recerca d'aquests *misconceptions*.

### 2.1 *Misconceptions* a l'àmbit de l'estadística

Segons Garfield and Ahlgren (1988), gran part dels alumnes se centren a aprendre fórmules però no entenen el problema que se'ls planteja, ni molt menys l'interioritzen.

A l'àmbit de l'estadística trobem moltes dificultats per entendre certs conceptes. Segons Garfield and Ahlgren (1988) per evitar aquests *misconceptions* els docents han de:

- Introduir conceptes usant simulacions o aplicacions, no abstraccions.
- Ensenyar la utilitat d'aquests conceptes.
- Usar mètodes visuals que ajudin a la comprensió.
- Ensenyar descriptiva sense ensenyar probabilitat.
- Ensenyar amb exemples els usos comuns de l'estadística.
- Ensenyar millor els nombres racionals abans de treballar proporcions.

- Reconèixer i afrontar les confusions sobre probabilitat.
- Crear situacions on sigui necessària la probabilitat dins de contextos que resultin atractius i familiars per als estudiants.

Tot i que seguint aquestes pautes a vegades és difícil corregir *misconceptions* si no els tenim identificats. Pot arribar a ser sorprenent com fins i tot els conceptes més senzills poden portar confusions.

Aquest és el cas de la mitjana aritmètica. Segons Garfield and Ahlgren (1988), la mitjana és un dels conceptes simples que sovint no s'entenen, juntament amb la distribució, la mostra o l'aleatorietat. Segons Huck (2015), les principals confusions amb la mitjana és considerar-la l'única mesura de tendència central junt amb la moda i la mediana. A més també és una confusió greu considerar que donat un grup  $A$ , formem dos subgrups amb mitjanes  $a_1$  i  $a_2$  respectivament, la mitjana de  $A$  és la mitjana de  $a_1$  i  $a_2$ , sense considerar la mida mostral de cada subgrup.

Segons Garfield (1995), idealment voldríem que els estudiants entenguessin els següents conceptes, ja que són els que presenten dificultats i més necessaris són:

- Variabilitat de les dades
- La distribució Normal
- La utilitat de la mostra depèn de la mida
- Correlació no implica causalitat
- L'Estadística prova poques coses, però dona suggeriments importants. Les conclusions no s'accepten cegament.

Aquest són els aspectes que provoquen més confusió en descriptiva, però al passar a inferència el concepte que més confusions dona és el p-valor. Segons Motulsky (2015), les principals confusions amb el p-valor són:

- Que el p-valor no sigui significatiu no és un resultat definitiu (hi han altres mètodes).
- El p-valor parla de si una diferència és significativa o no estadísticament, no de quant gran és aquesta diferència.

A més, no entenen quina és l'autèntica pregunta en un test d'hipòtesis. Per a molts estudiants el test d'hipòtesi pregunta que donades unes dades, quant probable és que passi la hipòtesi nul·la. Però realment el que fem amb un test d'hipòtesis és preguntar que suposant certa la hipòtesi nul·la, quant de probables són aquestes dades. Com podem veure no és el mateix.



## 2.2 Mètodes diagnostics: els *concept inventory*

Normalment l'ensenyament de l'estadística resulta una difícil tasca a molts estudis, ja que molts d'ells no són conscients del paper d'aquesta en el seu futur professional. Tot i així la qüestió més gran en l'actualitat és com analitzar si aquesta docència ha estat efectiva o quins són els *misconceptions* en la nostra matèria.

Un estudi (Gurel et al., 2015) revela que els mètodes utilitzats per l'anàlisi de *misconceptions* són entrevistes, tests de resposta oberta, test multi opció i proves de nivells múltiples. Trobem a la taula 2.1 per analitzar els punts forts de cada mètode diagnostic:

	<b>Punts forts</b>	<b>Punts febles</b>
Entrevista	Informació en profunditat i flexibilitat de pregunta.	Gran consum de temps i recursos humans. Anàlisi subjectiu. Influència de l'entrevistat segons el nivell de confiança amb l'entrevistador.
Test de resposta oberta	Respostes en paraules pròpies i poden respondre preguntes que no ens havíem fet.	Problemes de temps i puntuació. El radi de resposta és molt curt.
Test multiopció ordinari	Poc temps, immediat i objectiu de puntuar. Aplicable a molts àmbits.	Perdua d'informació. Una resposta correcta no implica que tinguin un raonament correcte. Poden malinterpretar les preguntes.
Test multiopció de 2 nivells	Dona els mateixos avantatges que l'ordinari però amb l'opció de mesurar falsos positius.	Proporcions de <i>misconceptions</i> sobreestimades.
Test multiopció de 3 nivells	Dona els mateixos avantatges que el de 2 nivells però determina si les respostes anteriors són degudes a un error o a una falta de coneixement	Proporcions de falta de coneixement subestimades. Puntuacions sobreestimades.
Test multiopció de 4 nivells	Dona els mateixos avantatges que el de 3 nivells però lliure d'errors.	Necesito d'un temps llarg. Ús limitat al propòsit de diagnostic.

**Taula 2.1:** Mètodes diagnostics segons Gurel et al. (2015)

Per tal d'obtenir els millors resultats, utilitzem un mètode que tracta d'agrupar tots els punts forts d'aquests tests citats anteriorment i minimitzant els punts febles al màxim possible. En anàlisis d'aquest tipus per a diversos temes de ciència s'utilitzen *concept inventories*.

Un *concept inventory* és una prova d'opcions múltiples dissenyada per avaluar la comprensió conceptual dels estudiants dels temes que es troben típicament en un curs introductor d'estadística. (Allen, 2006)

Normalment es passen abans de començar l'assignatura i un cop acabada amb la finalitat de mesurar quant d'efectiva ha estat la docència. Tot i així el seu ús no es limita a això. Es pot passar també al final de la docència per mesurar en quin grau els estudiants han assolit els conceptes, o bé si el temps de la docència ha estat el necessari. També es poden utilitzar per testejar si una nova metodologia docent ha estat efectiva. De fet segons un article sobre *concept inventories* de Biologia Els objectius declarats de conceptes inventories han anat variant, per avaluar i construir la cultura científica, per catalitzar la reforma curricular i identificar els punts febles dels estudiants. (Smith and Tanner, 2010)

S'han utilitzat en l'àmbit de la Biologia (D'Avanzo, 2008), la Física (Allen, 2006) i la Química (Gurel et al., 2015) sobretot, com a eina d'anàlisi de consolidació de continguts i millora docent.

Per a una bona efectivitat del test cal dedicar un temps a preparar-lo correctament. Segons un article (Madsen et al., 2014) sobre la correcta administració dels *concept inventories*, i una prova d'aquest tipus realitzada a uns estudiants de Biologia (Klymkowsky and Garvin-Doxas, 2008) el procediment a seguir en l'elaboració d'aquest consta dels següents passos:

1. Recollir idees dels estudiants sobre el tema tractat, amb entrevistes o bé amb respostes obertes.
2. Utilitzar les idees dels estudiants per redactar les multi opcions, utilitzant sobretot les respostes incorrectes i fent servir el vocabulari dels estudiants.
3. Testejar aquests test amb un altre grups d'estudiants
4. Revisar les preguntes basant-nos en el feedback dels estudiants.
5. Passar el *concept inventory* a un gran grup d'estudiants. Comprova les respostes per cursos o institucions. Analitzar la distribució de les respostes. Utilitzar diferents mètodes estadístics per estar segur de la confiança del càlcul.
6. Revisar de nou.

Seguint aquest procediment, utilitzem les idees errònies dels alumnes com respostes del test multi opció i ens ajuda millor a analitzar si finalment els alumnes han assolit el concepte correctament o continuen amb una idea incorrecta d'aquest. Segons Mazur (1992), les respostes a les preguntes d'un test d'aquest tipus han de ser simples i concretes. És per aquest motiu que és molt important l'ús de les respostes obertes dels estudiants per tal que el llenguatge no sigui un motiu d'esbiaixar el nostre estudi.

S'han de tenir en compte diferents aspectes per millorar la qualitat de les dades que volem obtenir. En primer lloc el que demanem al nostre *concept inventory* s'ha d'acostar al màxim al contingut de la nostra docència. A més cal donar-li un títol genèric per tal de no condicionar a les respostes dels estudiants. Cal donar als estudiants el temps recomanat per tal que no hi hagi factors externs com els nervis que afectin les respostes. De la mateixa manera cal deixar clar que el test no és un examen, que aquest avalua a l'instructor

i l'ús que fa del temari i que aquest no afectarà la nota final. A més cal donar un incentiu per motivar als estudiants a contestar el test amb la precisió més grossa possible, com per exemple una puntuació extra per completar el test sencer (al marge de si aquest és correcte o no). Com a incentius també es poden posar preguntes del test a l'examen final i així l'alumne ja és coneixedor d'alguna d'aquestes. Es pot considerar també com una pràctica per a l'examen final, que provocarà més atenció de l'alumne. Una altra opció pot ser eliminar la nota més baixa del curs si la puntuació del *concept inventory* és superior al 90%. Aquestes són les principals opcions que s'utilitzen actualment per motivar a l'alumnat a participar seriosament d'aquests estudis però qualsevol altre que motivi a l'estudiant i l'ajuda a contestar amb la major tranquil·litat i sinceritat el test pot ser molt bona opció.

Les noves tecnologies actuals ens donen també la possibilitat de passar el test de manera virtual. Tot i així en aquests moments ens trobem en un debat, ja que a classe els estudiants (encara que seguim les pautes anteriors) poden sentir la pressió d'un examen i passar el test online pot suposar que l'estudiant busqui les respostes i contaminei els resultats. (Madsen et al., 2014)

També cal tenir en compte certes pautes sobre contaminació de resultats. Per tal que les respostes que obtinguem siguin les més realistes possibles cal tractar d'evitar qualsevol cosa que pugui orientar als estudiants a decantar-se per una resposta o una altra. No s'ha de preparar en cap cas als estudiants per la prova, ensenyant-los a resoldre qüestions que després sortiran al test. En cas contrari, estariem analitzant si s'ha preparat correctament a l'alumne per la prova en lloc d'analitzar si l'alumne ha assolit els conceptes que és l'objectiu d'aquest tipus de tests. Per aquest motiu tampoc han de conèixer les preguntes els alumnes abans del test. Això pot passar quan es realitza un test abans de començar la docència i un al finalitzar-la. No es poden repassar les preguntes ni les respostes dels tests després del primer test si no es contaminaran les respostes del segon.

Per tant, els *concept inventories* són eines molt útils per analitzar si els estudiants han assolit els conceptes però alhora són una eina molt delicada. S'ha de tenir molta cura en la seva elaboració, per no condicionar respostes, i en evitar tots els factors (ja citats abans) que poden contaminar les dades.



## 3. Disseny del qüestionari

En la següent secció ens disposem a narrar el procés de disseny del qüestionari.

El qüestionari s'ha dissenyat a l'IQS amb l'ajut de la Vanessa Serrano i amb la col·laboració del grup de recerca ASISTEMBE, en especial del Jordi Cuadros. Cal dir que l'estudi de *misconceptions* en disciplines específiques forma part d'una de les línies de recerca del grup ASISTEMBE. El nostre qüestionari en qüestió parteix d'un disseny previ que es va elaborar i portar a l'aula durant el curs 2015-16.

El primer que vàrem fer va ser triar quins conceptes volíem analitzar en la nostra recerca, per a construir posteriorment el qüestionari, revisar-lo amb el grup de recerca i un cop ja estigues revisat, fer una prova pilot amb alguns professors. El resultat d'aquest procés el podeu trobar a A.

### 3.1 Elecció de conceptes

Després de fer una recerca bibliogràfica, com hem vist a 2.1, vàrem agafar alguns conceptes bàsics per a elaborar el qüestionari. Els conceptes varen ser els següents:

1. Mitjana
2. Distribució
3. Correlació
4. Probabilitat

Pel que fa a la mitjana, la vàrem escollir deguda a la sorpresa que vàrem tenir en llegir que els alumnes tenien dificultats en entendre que han de considerar els pesos en fer la mitjana de dues mitjanes. (Huck, 2015)

El concepte de distribució és un altre dels conceptes no entesos correctament. (Garfield and Ahlgren, 1988) El nostre qüestionari pretén centrar-se en aspectes bàsics a través de la interpretació gràfica.

Segons Batanero (2001), correlació és un altre dels conceptes que no s'acaben de comprendre, especialment el fet que correlació no implica causalitat. Una afirmació que personalment, i des de la meua visió com a estudiant em sorprèn, ja que és una cosa amb la qual s'insisteix al llarg de tots els cursos d'estadística.

Batanero (2001) també parla de l'aleatorietat, que un primer moment va ser la nostra idea principal. Però ens hem volgut centrar en la probabilitat per tractar la probabilitat condicionada i la probabilitat afectada per l'atzar en experiments reals.

Amb els quatre conceptes definits ja podem començar a elaborar el qüestionari.

## 3.2 Estructura i procés de revisió

Per a nosaltres era important incloure els conceptes citats a 3.1 en un context real. De fet els alumnes entenen millor els conceptes si es plantegen en una situació real (Koehler, 2011), per tant té sentit també observar si comprenen aquests conceptes en situacions reals.

Abans de començar a redactar vam mirar diferents plantejaments d'aquest tipus. Per exemple, Reinhart (2015) té un seguit de propostes de problemes que ens podien inspirar. El procés que vàrem seguir per elaborar el qüestionari va ser el següent:

1. **Elaboració de situacions reals:** A partir de situacions reals i/o aplicades a les diferents disciplines universitàries on podem trobar cursos d'Estadística vàrem elaborar les diferents situacions. A més, amb la intenció de poder reutilitzar el qüestionari tant per passar-lo abans com després de l'assignatura s'havia d'intentar no utilitzar molt vocabulari tècnic.
2. **Elaboració de respostes:** Per crear les diferents opcions calia escriure de la manera idònia i tenir cura de no donar indicis de quina era la resposta correcta. Per exemple, per crear una resposta incorrecte no podem posar coses molt desbaratades perquè donem a l'alumne la facilitat de saber que aquella no és la correcta. També cal tenir en compte que la resposta correcte no fos necessàriament la més llarga perquè a vegades donava indicis de quina era la correcta. A més, calia posar respostes incorrectes que fossin fruit de les confusions més típiques dels estudiants. Les respostes com "Cap de les anteriors" o "Totes les anteriors" no estan permeses, ja que totes les respostes han de ser independents.
3. **Elaboració de justificacions:** Aquesta va ser la part més complicada. Les justificacions han de seguir les següents característiques:
  - Les justificacions han de ser correctes, però només una ha de justificar la resposta.

- Les justificacions han de poder justificar qualsevol resposta, per no donar indicis de quina és la resposta correcta.
- S'ha de fer servir el mínim vocabulari tècnic.

Tenint en compte aquestes condicions vàrem redactar les justificacions.

4. **Reordenació:** En aquest punt només vam reordenar respostes per no donar cap idea de excés de cap lletra o que hi hagués algun tipus d'indici així de que les correctes eren, per exemple, les opcions d).

A aquest procés vam dedicar uns 3 mesos.

A meitat del procés amb les situacions només plantejades i amb les seves respostes (sense justificacions), es van presentar al grup de recerca per fer una petita revisió. Un cop afegit els seus comentaris, vàrem passar a les justificacions, on de nou vàrem fer una segona revisió amb el grup de recerca. Un cop vàrem acabar tot el procés, vàrem passar a la prova pilot.

### 3.3 Prova pilot

Un cop amb el qüestionari fet, vam procedir a la validació d'aquest. Es va enviar a 3 professors de IQS i membres del grup ASISTEMBE i 2 professors d'Estadística de la UB (amb els que col·laboren el grup) perquè el contestessin. Vam rebre 3 respostes per correu i es va preparar una sessió de *brainstorming* amb el grup en la que també van participar alguns alumnes que actualment estan fent el màster i el doctorat dins del grup. Així vàrem comprovar que cap d'aquestes dones lloc a confusió. Un cop fet això es van fer algunes petites modificacions en el qüestionari.

També se'ls va demanar que anotessin el temps de resposta, que va oscil·lar entre els 13-15 minuts. Per tant, vam estimar un temps de resposta pels estudiants de 20 minuts.





## 4. Treball de camp

Tal com hem vist a 2.2 els *concept inventory* són eines efectives per l'anàlisi de *misconceptions* però alhora són eines molt delicades. Abans de passar el qüestionari als estudiants cal tenir en compte de quina manera ho passem. Hem de tenir en consideració els següents punts:

- Cal deixar clar que no es tracta d'un examen. D'aquesta manera evitem l'efecte nervis.
- S'ha de donar un incentiu als alumnes. Per exemple, afegir puntuació però que en cap cas penalitzi.
- El test s'ha de fer de manera presencial.

Per tal de passar el qüestionari primer vam fer una recerca dels diferents graus que donen alguna assignatura d'estadística. A la UAB els graus que fan estadística són:

- Grau en Ciències Ambientals (2n curs, 1r Semestre)
- Grau en Biologia (1r curs, 1r Semestre)
- Grau en Bioquímica (2n curs, 1r Semestre)
- Grau en Genètica (2n curs, 1r Semestre)
- Grau en Ciència i tecnologia dels aliments (1r curs, 1r Semestre)
- Grau en Psicologia (2n curs, 2n Semestre)
- Grau en Veterinària (2n curs, 2n Semestre)
- Grau en Administració i direcció d'empreses (1r curs, 2n Semestre) (2n curs, 1r Semestre)
- Grau en Economia (1r curs, 2n Semestre) (2n curs, 1r Semestre)
- Grau en Comptabilitat i finances (1r curs, 2n Semestre) (2n curs, 1r Semestre)
- Grau en Empresa i tecnologia (1r curs, 2n Semestre) (2n curs, 1r Semestre)
- Grau en enginyeria de sistemes de telecomunicacions (1r curs, 2n Semestre)

- Grau en enginyeria d'electrònica de telecomunicacions (1r curs, 2n Semestre)
- Grau en Estadística Aplicada

D'aquests graus vam contactar amb els professors de l'assignatura, si l'assignatura era del 2n semestre, i amb els coordinadors de grau, si l'assignatura era del 1r semestre.

No van ser moltes les respostes afirmatives però finalment vam entrar en els següents graus:

- **Grau en Biologia:** La coordinadora del grau de Biologia ens va donar la oportunitat de passar el qüestionari i ens va posar en contacte amb una professora que amablement va cedir una estona de la seva classe. Tot i així, en aquesta classe no se'ls va poder donar cap incentiu, només se'ls hi va dir que els resultats sortirien per graus i que deixessin en bon lloc la seva titulació.
- **Grau en empresa i tecnologia:** La professora de l'assignatura va accedir a passar el qüestionari i a contactar amb altres professors (Comptabilitat i finances, administració i direcció d'empreses) per a passar el qüestionari. En aquest cas el qüestionari es va plantejar com una activitat d'aula útil per repassar per l'examen i que la comentarien el següent dia a l'aula. Això es pot considerar com un incentiu perquè és una ajuda per l'examen.
- **Grau en Comptabilitat i finances:** Es va utilitzar la mateixa metodologia que a Empresa i tecnologia.
- **Grau en Administració i direcció d'empreses:** Es va utilitzar la mateixa metodologia que a Empresa i tecnologia.
- **Grau en Estadística aplicada:** Amb el mateix incentiu que al grau de Biologia, es va passar el qüestionari als alumnes de 3r d'estadística aplicada. Serà interessant veure els resultats ja que el tenim considerat com un grup de control, és a dir, que contesten tot correcte.

Pel que fa a l'IQS, un professor i membre del grup ASISTEMBE, va accedir a passar el qüestionari als seus alumnes. El qüestionari va ser considerat una activitat d'aula avaluable i després es va treballar a classe per millorar els coneixements de l'estudiant i obtenir un millor rendiment a l'examen. Els graus en qüestió són els següent:

- Grau en Administració i direcció d'empreses
- Grau en Biotecnologia
- Grau en Enginyeria de tecnologies industrials
- Grau en Química
- Grau en enginyeria química

Un cop fets tots els qüestionaris, passem les dades a un excel i ja podem començar a analitzar.

## 5. Anàlisi de resultats

En aquest capítol analitzarem els resultats dels qüestionaris. Farem l'anàlisi per a conceptes i un anàlisi global per tancar el capítol. L'anàlisi és principalment descriptiu, per observar els errors i els encerts dels alumnes. També inclourem un model de regressió logística per veure com afecten la confiança, la justificació, la universitat i el grau en la probabilitat d'encertar la resposta.

La nostra base de dades consta d'un total de 354 individus, distribuïts segons indica la taula 5.1.

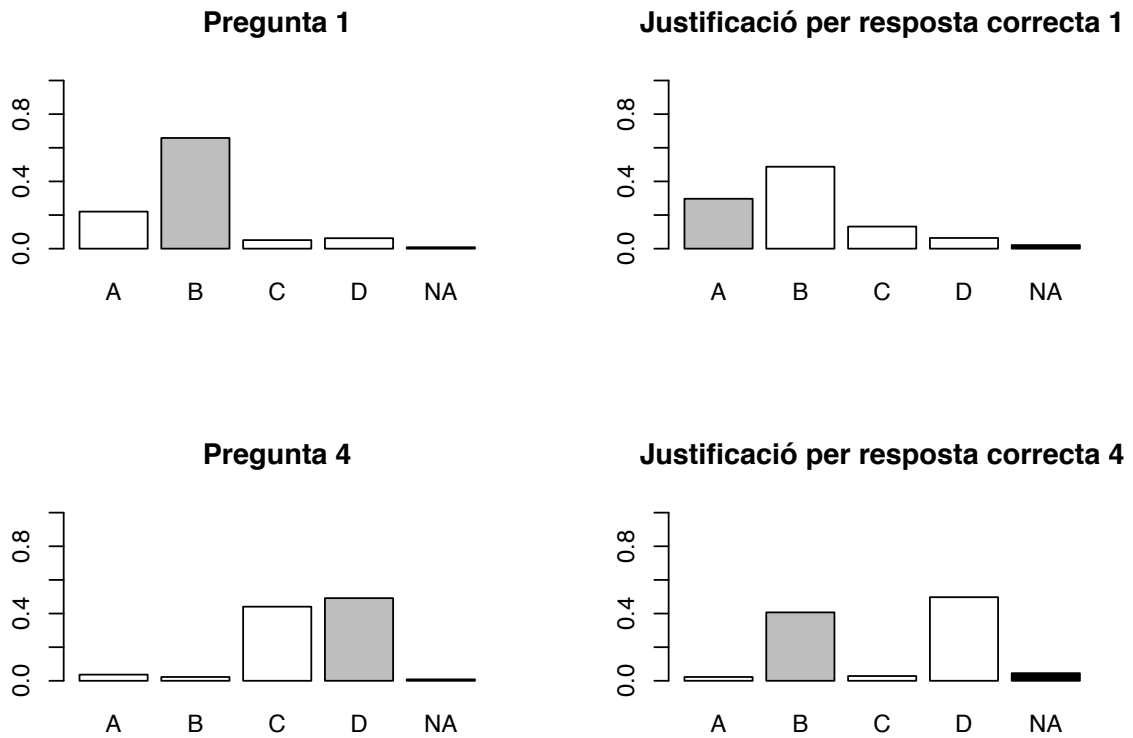
<b>Grau</b>	<b>Individus</b>
UAB: Grau en Biologia	59
UAB: Grau en ADE	46
UAB: Grau en Comptabilitat i Finances	43
UAB: Grau en Empresa i Tecnologia	45
UAB: Grau en Estadística Aplicada	16
IQS: Grau en Biotecnologia	29
IQS: Grau en ADE	21
IQS: Grau en Enginyeria de tecnologies industrials	54
IQS: Grau en Química i enginyeria química	41

**Taula 5.1:** Distribució de la mostra per graus i universitats

### 5.1 La mitjana

Al nostre qüestionari, les preguntes que refereixen a la mitjana són la 1 i la 4. En la primera, el que volem observar és si donats dos grups de diferent mida i les seves mitjanes sabien calcular la mitjana de tots dos grups. En el segon en canvi faltaven dades per calcular la mitjana d'un dels grups, ja que calia tenir en compte la mida de cada grup (de nou) i no les donàvem.

Al gràfic 5.1 podem veure quatre gràfics de barres: un mostra les respostes dels estudiants per la pregunta 1, un altre les justificacions dels que han contestat correctament la pregunta 1, un amb les respostes per la pregunta 4, i per últim, un amb les justificacions dels alumnes que han contestat correctament la pregunta 4.



**Figura 5.1:** Gràfics de preguntes sobre la mitjana

Com podem observar tant a la pregunta 1 com a la pregunta 4 la resposta correcta és la que té major freqüència. Això no passa per les justificacions, que en cap de les dues la més freqüent és la correcta.

Pel que fa a la pregunta 1, la resposta A que ha estat la segona més freqüent correspon al càlcul de fer la mitjana aritmètica de les dues mitjanes sense tenir en compte els pesos. Tot i que no és una resposta molt freqüent.

Destaquem que la justificació més freqüent és la que diu: Perquè el sou mitjà disminuirà en incorporar nous treballadors amb sou més baix. Aquesta justificació és certa, però no justifica la resposta. La correcta és la que diu que cal tenir en compte la mida de cada grup.

Pel que respecta a la pregunta 4, la resposta C és força freqüent també. Aquesta resposta correspon, de nou, al resultat del càlcul sense considerar els pesos. Com en aquesta pregunta no disposaven dels pesos la correcta era la D, que deia que no podíem calcular el que ens demanava.

Donat que hi ha dues respostes amb freqüències semblants també podem sospitar que hi ha dues justificacions semblants. És el cas de la D i la B. La justificació D diu que és per la definició de mitjana, resposta comprensible si no tenim en compte els pesos. La B (la

correcta) diu que necessitem la suma per poder calcular la mitjana que en aquest cas és totalment cert.

A continuació, analitzarem les dues preguntes per separat amb un model de regressió logística per cadascuna d'aquestes. Pel que fa a la pregunta 1 obtenim en el model el següent output:

##	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
## (Intercept)	0.8009634	0.9474237	0.8454120	0.3978808391
## DadesTFG\$`1CR`	0.4131781	0.1505650	2.7441844	0.0060661458
## DadesTFG\$`1J`B	-0.7032749	0.3227481	-2.1790207	0.0293301302
## DadesTFG\$`1J`C	-0.6298685	0.4400439	-1.4313763	0.1523223896
## DadesTFG\$`1J`D	-1.6611280	0.4573207	-3.6323044	0.0002809015
## DadesTFG\$GrauBIO	-0.8577663	0.8306768	-1.0326113	0.3017858336
## DadesTFG\$GrauGADE	0.5648141	0.8972576	0.6294894	0.5290287201
## DadesTFG\$GrauGADE1	-1.8918015	0.9136399	-2.0706206	0.0383942684
## DadesTFG\$GrauGBIO	-1.7665614	0.8615960	-2.0503362	0.0403316366
## DadesTFG\$GrauGCIF	-1.0119057	0.8433188	-1.1999088	0.2301747497
## DadesTFG\$GrauGEiT	-0.5707164	0.8428434	-0.6771321	0.4983221303
## DadesTFG\$GrauGETI	-0.5051303	0.8330311	-0.6063763	0.5442648801
## DadesTFG\$GrauGQEQ	-0.4542800	0.8559737	-0.5307172	0.5956147565

Fixem per la variable justificació (DadesTFG\$`1J`), la correcta com a categoria de referència. Pel que fa a la variable grau (DadesTFG\$Grau) fixem com a referència el grau d'Estadística aplicada. Amb els resultats obtinguts podem veure que la confiança (DadesTFG\$`1CR`) és estadísticament significativa i que amb més confiança augmenta la probabilitat d'encert. Per altra banda, les justificacions significatives són la B (variable DadesTFG\$`1J`B) i la D (variable DadesTFG\$`1J`D), i totes dues redueixen la probabilitat d'encertar la resposta (tot i que la D redueix més que la B). Pel que fa als graus, sembla que els únics significatius són els Biotecnòlegs (DadesTFG\$GrauBIO) i els estudiants d'ADE de l'IQS (DadesTFG\$GrauGADE1). Aquests tenen menys probabilitat d'encertar que els estudiants d'Estadística aplicada, d'una manera significativa.

Ara fem el mateix anàlisi per la pregunta 4. Fixem de nou la justificació correcta com a referència per la variable justificació, així com el grau d'Estadística aplicada com a grau de referència. Obtenim el següent resultat:

##	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
## (Intercept)	4.76888500	1.0559744	4.5160992	6.298917e-06
## DadesTFG\$`4CR`	-0.33973761	0.1723600	-1.9710928	4.871326e-02
## DadesTFG\$`4J`A	-3.64520634	0.7769583	-4.6916368	2.710279e-06
## DadesTFG\$`4J`C	-5.35587960	0.6607831	-8.1053514	5.259330e-16
## DadesTFG\$`4J`D	-2.57953200	0.4545201	-5.6752872	1.384561e-08
## DadesTFG\$GrauBIO	-1.46490775	0.8431074	-1.7375103	8.229715e-02
## DadesTFG\$GrauGADE	-2.19823686	0.8766970	-2.5074077	1.216203e-02

```
## DadesTFG$GrauGADE1 -0.45946957 0.9957367 -0.4614368 6.444852e-01
## DadesTFG$GrauGBIO -0.76179555 0.9089811 -0.8380763 4.019878e-01
## DadesTFG$GrauGCIF -2.57777163 0.8996275 -2.8653767 4.165135e-03
## DadesTFG$GrauGEiT -1.76151992 0.8751710 -2.0127723 4.413859e-02
## DadesTFG$GrauGETI 0.22545080 0.8657029 0.2604252 7.945358e-01
## DadesTFG$GrauGQEQ 0.08447627 0.8888450 0.0950405 9.242827e-01
```

Observem que la confiança (DadesTFG\$'4CR') és significativa però aquest cop un augment de la confiança provoca menys probabilitat d'encert. Les tres justificacions incorrectes també són significatives (variables DadesTFG\$'4J'A, DadesTFG\$'4J'C, DadesTFG\$'4J'D) i totes tres redueixen la probabilitat (en més o menys grau) d'encert. En aquesta pregunta els graus significatius són de la UAB: ADE (DadesTFG\$GrauGADE), Compatibilitat i Finances (DadesTFG\$GrauGCIF) i Empresa i Tecnologia (DadesTFG\$GrauGEiT). Tots tres tenen menys probabilitat, que els estudiants d'Estadística aplicada, d'encertar la resposta. Cal destacar que aquests graus fan la mateixa assignatura d'estadística, per tant és lògic que tinguin el mateix *misconception*.

## 5.2 Probabilitat

Pel que fa al concepte de probabilitat les preguntes del nostre qüestionari que hi fan referència són la 2 i la 7. La primera tracta sobre la probabilitat d'una moneda i determinar si aquesta està o no trucada. L'altra pregunta tracta de probabilitat condicionada.

Al gràfic 5.2 podem veure quatre gràfics de barres: un mostra les respostes dels estudiants per la pregunta 2, un altre les justificacions dels que han contestat correctament la pregunta 2, un amb les respostes per la pregunta 7, i per últim, un amb les justificacions dels alumnes que han contestat correctament la pregunta 7.

De nou a les dues preguntes la resposta correcta és la que té major freqüència, però això no passa amb les justificacions, que en cap de les dues la més freqüent és la correcta.

Pel que fa a la pregunta de la moneda, la resposta C ha estat la segona més freqüent però amb molta diferència.

Destaquem que la justificació més freqüent és la que diu: Perquè tot experiment està influït per l'atzar. És un error que esperàvem quan vam revisar el qüestionari. Tot i així la correcta és la C que diu que la comparació amb el cas de la moneda ideal així ho indica, ja que si no sabem si la moneda aquesta trucada o no l'hem de comparar amb una moneda ideal, entenent que l'atzar pot treure resultats una mica diferents.

Pel que respecta a la pregunta 7, la resposta C és la més freqüent, seguida de la D i la A, que són respostes que corresponen a no fer cap càlcul. Tot i que la majoria ha respost la resposta correcta encara hi ha bastants respostes que no són correctes.

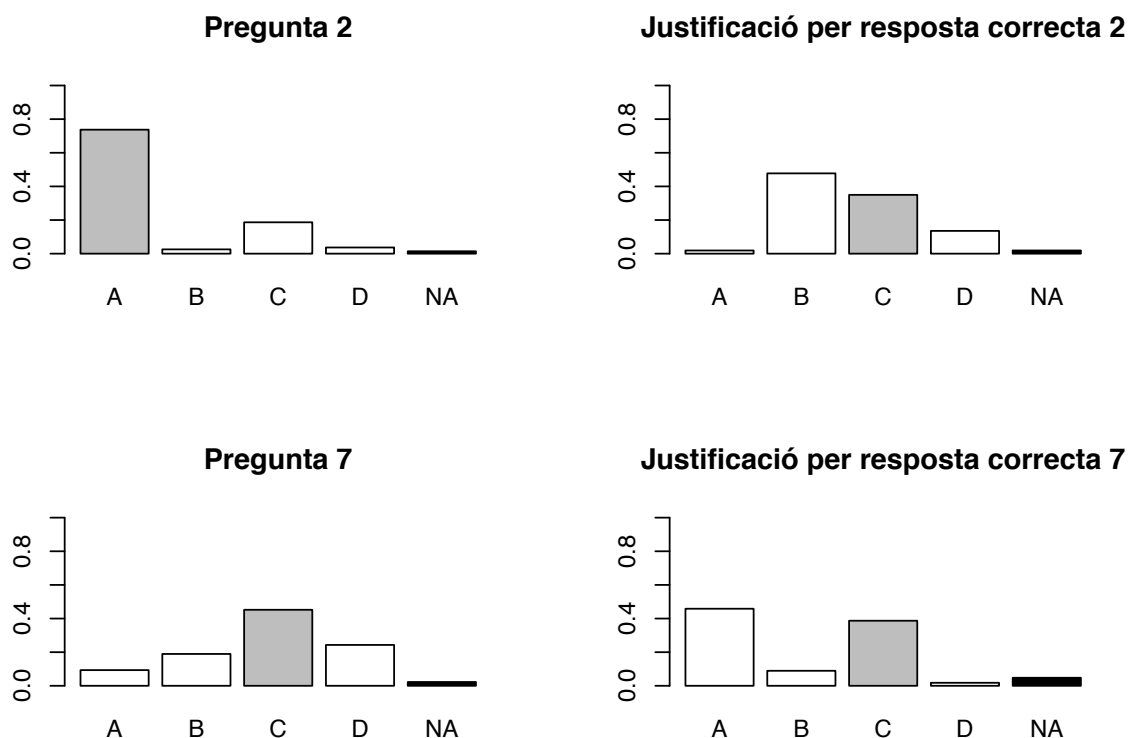


Figura 5.2: Gràfics de preguntes sobre probabilitat

Pel que fa a les justificacions la A és la més freqüent seguit de la C que és la correcta. La justificació A tracta de la definició de probabilitat, pel que podem intuir que els alumnes saben una definició però no entenen que en aquest cas només hem de considerar una part dels casos.

De la mateixa manera que hem fet a 5.1, analitzem els models de regressió logística per cada pregunta, posant de nou les justificacions correctes com a categoria de referència i el grau d'estadística com a grau de referència. Per la pregunta 2 obtenim el següent model:

##	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
## (Intercept)	-0.75347531	1.0238365	-0.73593323	0.4617713311
## DadesTFG\$`2CR`	0.70226264	0.1870198	3.75501768	0.0001733292
## DadesTFG\$`2J`A	-0.52931968	0.8424379	-0.62831889	0.5297950597
## DadesTFG\$`2J`B	0.60944327	0.3421668	1.78112915	0.0748913552
## DadesTFG\$`2J`D	0.02092402	0.4310964	0.04853674	0.9612884811
## DadesTFG\$GrauBIO	-0.25765995	0.8482184	-0.30376605	0.7613061361
## DadesTFG\$GrauGADE	-1.10282722	0.8438796	-1.30685382	0.1912623618
## DadesTFG\$GrauGADE1	-0.11222168	0.9631310	-0.11651757	0.9072423582
## DadesTFG\$GrauGBIO	1.42053840	1.2791341	1.11054688	0.2667634387

```
## DadesTFG$GrauGCIF -1.91174311 0.8512322 -2.24585396 0.0247133638
## DadesTFG$GrauGEiT -1.26630552 0.8399055 -1.50767610 0.1316374456
## DadesTFG$GrauGETI 0.55498196 0.9085155 0.61086680 0.5412877649
## DadesTFG$GrauGQEQ 0.19519493 0.9123886 0.21393838 0.8305951112
```

De nou la confiança en la resposta (DadesTFG\$'2CR') és significativa. En aquest cas l'augment de la confiança comporta un augment en la probabilitat d'encert. Pel que fa als graus només el grau de comptabilitat i finances (DadesTFG\$GrauGCIF) és significatiu i comporta menor probabilitat d'encert respecte al grau d'estadística aplicada.

Pel model de la pregunta 7 obtenim el següent:

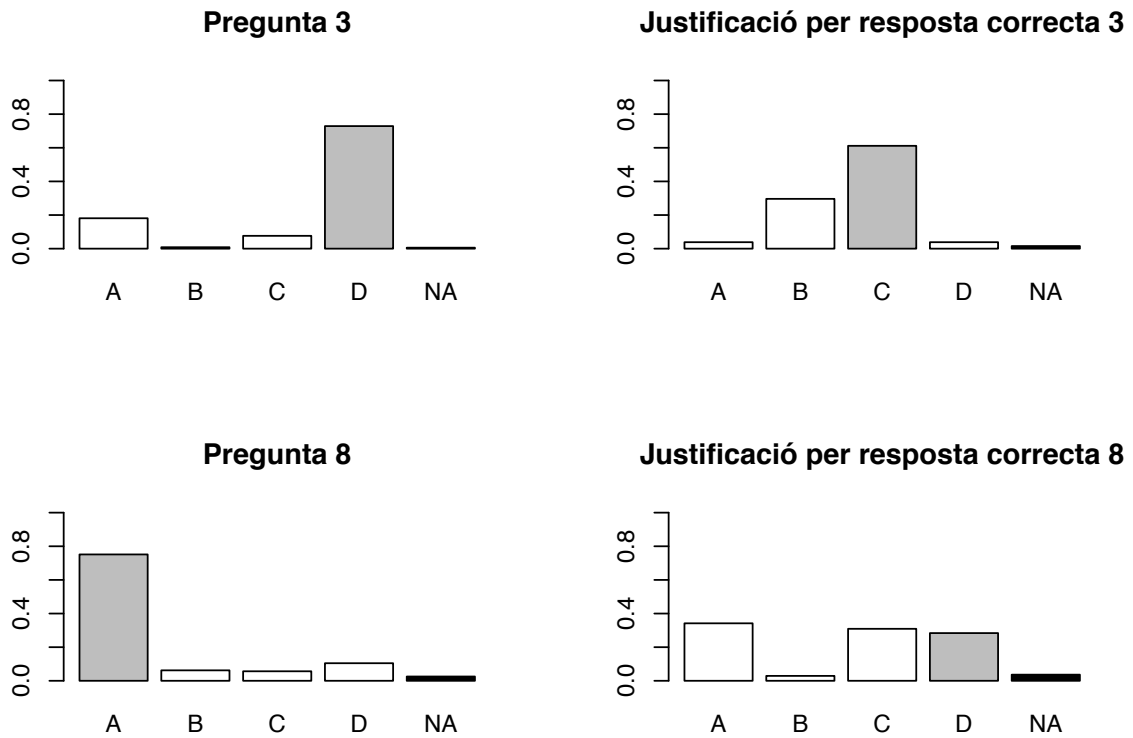
```
## Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept) -0.93117636 0.7707880 -1.2080837 0.2270150771
## DadesTFG$`7CR` 0.06558196 0.1266543 0.5178030 0.6045957392
## DadesTFG$`7J`A -0.75328282 0.2687196 -2.8032304 0.0050593518
## DadesTFG$`7J`B -1.21638314 0.3891270 -3.1259283 0.0017724474
## DadesTFG$`7J`D -2.30426517 0.6824431 -3.3764944 0.0007341587
## DadesTFG$GrauBIO 1.51616058 0.7206334 2.1039276 0.0353847588
## DadesTFG$GrauGADE 1.27145410 0.7297330 1.7423553 0.0814462980
## DadesTFG$GrauGADE1 0.22286394 0.8242872 0.2703717 0.7868743137
## DadesTFG$GrauGBIO 1.20173460 0.7777618 1.5451191 0.1223174460
## DadesTFG$GrauGCIF 0.80025309 0.7427706 1.0773892 0.2813064060
## DadesTFG$GrauGEiT 1.02413248 0.7333555 1.3965020 0.1625633840
## DadesTFG$GrauGETI 1.86274654 0.7262742 2.5647978 0.0103235943
## DadesTFG$GrauGQEQ 1.81555003 0.7417860 2.4475389 0.0143835611
```

En aquest cas observem que la confiança en la resposta (DadesTFG\$'7CR') no és significativa. Podem sospitar que molts tenen confiança en la seva resposta però no tots han assimilat el concepte de probabilitat condicionada correctament. En canvi les justificacions incorrectes si són estadísticament significatives (variables DadesTFG\$'7J'A, DadesTFG\$'7J'B, DadesTFG\$'7J'D) i totes tres redueixen la probabilitat d'encert. Sembla que hi ha força relació entre resposta i justificació. Pel que als graus, són significatius els graus de Biologia de la UAB (DadesTFG\$GrauBIO), Enginyeria Química, Química (DadesTFG\$GrauGQEQ) i Enginyeria de tecnologies industrials (DadesTFG\$GrauGETI) de l'IQS. Els seus coeficients ens indiquen que tenen més probabilitat d'encert que els estudiants del grau d'Estadística aplicada.

## 5.3 Correlació

Les dues preguntes de correlació són la 3 i la 8. Totes dues preguntes tracten d'analitzar si els estudiants són capaços de diferenciar correlació de causalitat. Tal com hem fet a 5.1 i a 5.2 fem els quatre gràfics per analitzar les respostes dels estudiants 5.3.





**Figura 5.3:** Gràfics de preguntes sobre correlació

Pel que fa a les respostes, cal remarcar que a les dues preguntes la freqüència de les correctes és bastant alta. Per tant sembla que el concepte de correlació no és causalitat està bastant clar.

En les justificacions, a la pregunta 3 observem que la C (la correcta) és la que té més freqüència. La segona més freqüent és la B, que diu correlació i causalitat no és el mateix. És un error raonable, però la justificació més idònia és la C que diu que l'existència d'una relació no permet saber sempre quina és la causa, ja que si hi ha seqüència temporal sí que es podria observar algun tipus de relació causal.

A la pregunta 8, la justificació més freqüent és la A, seguida de la C i la D. Totes tres tenen freqüències molt semblants. En aquest cas la tercera més freqüent és la correcta. La resposta A diu que la correlació és positiva, que res té a veure amb el fet que correlació no sigui causa, i la C diu que quan augmenta un augmenta l'altre i això és cert però no justifica. La correcta és la D que diu que l'existència de correlació no implica causalitat. Potser l'existència d'un gràfic a despistat als alumnes pel que fa a la justificació.

A continuació, estimem el model de regressió logística de la mateixa manera que als apartats anteriors. Obtenim el següent model per la pregunta 3:

##	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
## (Intercept)	21.4767118	2367.7695766	0.0090704399	9.927629e-01
## DadesTFG\$`3CR`	0.2519310	0.3268165	0.7708639130	4.407876e-01
## DadesTFG\$`3J`A	-5.8647634	0.6960847	-8.4253584527	3.596475e-17
## DadesTFG\$`3J`B	-0.8611124	0.6394187	-1.3467113598	1.780732e-01
## DadesTFG\$`3J`D	16.2874554	3174.9927282	0.0051299190	9.959069e-01
## DadesTFG\$GrauBIO	-18.7059515	2367.7693020	-0.0079002424	9.936966e-01
## DadesTFG\$GrauGADE	-19.9015165	2367.7693173	-0.0084051754	9.932937e-01
## DadesTFG\$GrauGADE1	-18.6023103	2367.7693893	-0.0078564705	9.937315e-01
## DadesTFG\$GrauGBIO	-2.4407130	3106.1505826	-0.0007857678	9.993730e-01
## DadesTFG\$GrauGCIF	-20.5766841	2367.7693199	-0.0086903247	9.930662e-01
## DadesTFG\$GrauGEiT	-18.1842403	2367.7692764	-0.0076799038	9.938724e-01
## DadesTFG\$GrauGETI	-18.4370319	2367.7693083	-0.0077866673	9.937872e-01
## DadesTFG\$GrauGQEQ	-16.8465246	2367.7692842	-0.0071149350	9.943232e-01

Observem que només hi ha una variable significativa: la justificació A (DadesTFG\$`3J`A). Segons el model, els alumnes que responen la justificació a A tenen menys probabilitat d'encertar que els alumnes que contesten la justificació correcta.

Ara observem el model per la pregunta 8:

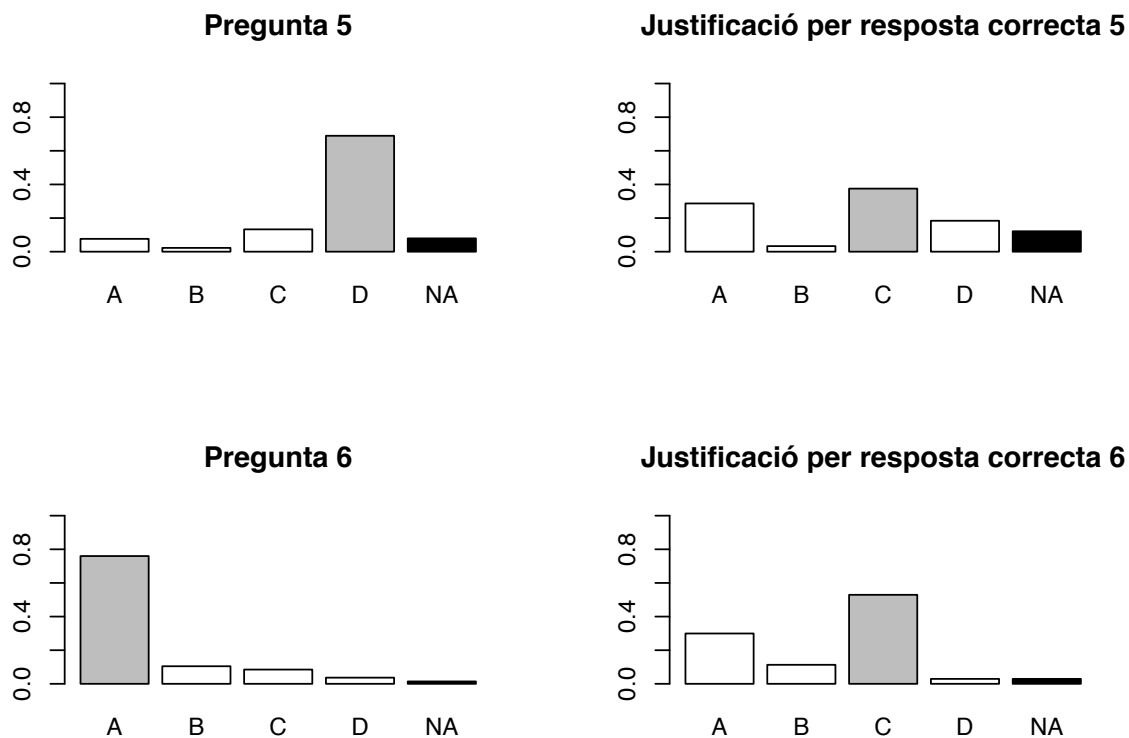
##	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
## (Intercept)	1.8976256	1.2963245	1.4638507	0.1432347399
## DadesTFG\$`8CR`	0.6470214	0.1803364	3.5878580	0.0003334057
## DadesTFG\$`8J`A	-1.8192637	0.5734070	-3.1727267	0.0015101460
## DadesTFG\$`8J`B	-1.7418288	0.8187499	-2.1274247	0.0333848152
## DadesTFG\$`8J`C	-1.4706804	0.5833221	-2.5212152	0.0116950291
## DadesTFG\$GrauBIO	-1.3811718	1.1514270	-1.1995305	0.2303217479
## DadesTFG\$GrauGADE	-1.0633817	1.1613171	-0.9156687	0.3598406694
## DadesTFG\$GrauGADE1	-0.4362923	1.2824492	-0.3402024	0.7337040835
## DadesTFG\$GrauGBIO	0.4471738	1.5217759	0.2938500	0.7688725542
## DadesTFG\$GrauGCIF	-1.9788171	1.1609193	-1.7045260	0.0882828711
## DadesTFG\$GrauGEiT	-0.7056324	1.1752954	-0.6003873	0.5482481313
## DadesTFG\$GrauGETI	-1.0774014	1.1806665	-0.9125366	0.3614863330
## DadesTFG\$GrauGQEQ	-0.8468804	1.2218102	-0.6931358	0.4882243333

En aquesta pregunta sembla que no hi ha diferències entre graus, però si són significatives les variables de totes les justificacions errònies (variables DadesTFG\$`8J`A, DadesTFG\$`8J`B, DadesTFG\$`8J`C) i la variable de la confiança en la resposta (DadesTFG\$`8CR`'). Segons el model, una confiança alta en la resposta incrementa la probabilitat d'encertar. Pel que fa a les justificacions incorrectes, disminueixen la probabilitat d'encertar la resposta correcta.

## 5.4 Distribució

Passem ara a analitzar les qüestions 5 i 6 corresponents al concepte de distribució. A la pregunta 5 demanem que interpretin un gràfic de freqüència acumulada i a la 6 han d'interpretar un histograma, sobretot per veure si aprecien l'asimetria.

Tornem a fer els mateixos gràfics que hem fet pels altres conceptes 5.4.



**Figura 5.4:** Gràfics de preguntes sobre distribució

Tant a la pregunta 5 com a la 6 les respostes més freqüents, i amb diferència, són les correctes. Aquest cop les justificacions correctes són les més freqüents però analitzem més detingudament les justificacions i les segones més freqüents.

Pel que fa a la pregunta 5, la segona justificació més freqüent és la A, que diu que la meitat de dades està per sota de 8, però la correcta és la C que diu que és on es troba la freqüència absoluta del 0,50. Totes dues són certes però a l'hora de parlar de la nota mínima que supera el 50% dels alumnes, la que millor justifica és la resposta C.

Pel que fa a la pregunta 6, la segona justificació més freqüent és també la A, que diu que els diferents nombres de picades no tenen la mateixa freqüència. Això és cert, però de nou no justifica, com si ho fa la C, que diu que excloent els valors més freqüents hi ha

més valors petits que grans.

A continuació, estimem els models de regressió logística de les dues preguntes. Pel que fa a la pregunta 5:

##	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
## (Intercept)	4.1629506	1.2805906	3.2508052	1.150787e-03
## DadesTFG\$`5CR`	-0.0597895	0.1626573	-0.3675796	7.131867e-01
## DadesTFG\$`5J`A	-1.3866939	0.4251102	-3.2619630	1.106436e-03
## DadesTFG\$`5J`B	-3.7399697	0.5241336	-7.1355272	9.641690e-13
## DadesTFG\$`5J`D	-0.4971763	0.5011022	-0.9921654	3.211168e-01
## DadesTFG\$GrauBIO	-2.1789264	1.2076839	-1.8042191	7.119697e-02
## DadesTFG\$GrauGADE	-1.6819402	1.2198126	-1.3788513	1.679406e-01
## DadesTFG\$GrauGADE1	-1.6805433	1.2950123	-1.2977045	1.943889e-01
## DadesTFG\$GrauGBIO	-0.8304404	1.3501986	-0.6150506	5.385213e-01
## DadesTFG\$GrauGCIF	-1.7587761	1.2284538	-1.4316990	1.522300e-01
## DadesTFG\$GrauGEiT	-2.2145702	1.2277988	-1.8036915	7.127969e-02
## DadesTFG\$GrauGETI	-0.8685073	1.2315159	-0.7052343	4.806644e-01
## DadesTFG\$GrauGQEQ	-1.1211760	1.2588401	-0.8906421	3.731212e-01

En aquest cas, només són significatives les justificacions A i B. Segons el model els alumnes que contesten la justificació A i B tenen menys probabilitat, que els que encerten la justificació, d'encertar la resposta.

El model obtingut a partir de la pregunta 6 és el següent:

##	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
## (Intercept)	1.12642679	0.9933983	1.13391253	2.568312e-01
## DadesTFG\$`6CR`	0.65598363	0.1975697	3.32026477	8.993211e-04
## DadesTFG\$`6J`A	-1.24932399	0.4126003	-3.02792821	2.462366e-03
## DadesTFG\$`6J`B	-2.66512349	0.4244371	-6.27919496	3.403306e-10
## DadesTFG\$`6J`D	-2.28972260	0.6283840	-3.64382701	2.686140e-04
## DadesTFG\$GrauBIO	-0.02589426	0.8648996	-0.02993904	9.761157e-01
## DadesTFG\$GrauGADE	-0.13857110	0.8932033	-0.15513949	8.767113e-01
## DadesTFG\$GrauGADE1	0.37083507	1.0341249	0.35859795	7.198959e-01
## DadesTFG\$GrauGBIO	0.57818745	1.1254736	0.51372812	6.074421e-01
## DadesTFG\$GrauGCIF	-1.65132511	0.8656517	-1.90760909	5.644176e-02
## DadesTFG\$GrauGEiT	0.14104528	0.9162993	0.15392927	8.776655e-01
## DadesTFG\$GrauGETI	-1.15962388	0.8891619	-1.30417634	1.921735e-01
## DadesTFG\$GrauGQEQ	-0.55535101	0.8949606	-0.62053122	5.349081e-01

En aquest cas, la confiança en la resposta (DadesTFG\$`6CR`) i totes les justificacions (DadesTFG\$`6J`A, DadesTFG\$`6J`B, DadesTFG\$`6J`D) són variables estadísticament significatives. Segons el model, un augment de la confiança provoca un increment de

la probabilitat d'encertar la pregunta. De la mateixa manera, les justificacions incorrectes disminueixen la probabilitat d'encertar, en comparació als que contesten la justificació correcta.

## 5.5 Visió global del qüestionari

Per analitzar el qüestionari com una sola unitat s'ha de puntuar. Hem creat una puntuació que va de  $-64$  a  $64$ . La puntuació funciona en primer lloc per pregunta. De cada pregunta prenem el valor de la confiança en la resposta i el valor de la confiança en la justificació, en positiu si les respostes són correctes, en negatiu si no ho són o 0 en cas de NA. A la taula 5.2 es veu més clar el sistema de puntuació per pregunta.

		R.Correcta				R.Incorrecta			
		CR=4	CR=3	CR=2	CR=1	CR=4	CR=3	CR=2	CR=1
J.Corr.	CJ=4	$4+4=8$	$3+4=7$	$2+4=6$	$1+4=5$	$-4+4=0$	$-3+4=1$	$-2+4=2$	$-1+4=3$
	CJ=3	$4+3=7$	$3+3=6$	$2+3=5$	$1+3=4$	$-4+3=-1$	$-3+3=0$	$-2+3=1$	$-1+3=2$
	CJ=2	$4+2=6$	$3+2=5$	$2+2=4$	$1+2=3$	$-4+2=-2$	$-3+2=-1$	$-2+2=0$	$-1+2=1$
	CJ=1	$4+1=5$	$3+1=4$	$2+1=3$	$1+1=2$	$-4+1=-3$	$-3+1=-2$	$-2+1=-1$	$-1+1=0$
J.Incorr.	CJ=4	$4-4=0$	$3-4=-1$	$2-4=-2$	$1-4=-3$	$-4-4=-8$	$-3-4=-7$	$-2-4=-6$	$-1-4=-5$
	CJ=3	$4-3=1$	$3-3=0$	$2-3=-1$	$1-3=-2$	$-4-3=-7$	$-3-3=-6$	$-2-3=-5$	$-1-3=-4$
	CJ=2	$4-2=2$	$3-2=1$	$2-2=0$	$1-2=-1$	$-4-2=-6$	$-3-2=-5$	$-2-2=-4$	$-1-2=-3$
	CJ=1	$4-1=3$	$3-1=2$	$2-1=1$	$1-1=0$	$-4-1=-5$	$-3-1=-4$	$-2-1=-3$	$-1-1=-2$

**Taula 5.2:** Sistema de punts per pregunta

Com podem veure, la puntuació d'una pregunta va de  $-8$  a  $8$ . Si sumem el total de les 8 preguntes, obtenim la puntuació total del nostre qüestionari. Tot i així, com el nostre sistema educatiu acostuma a tenir notes de 0 a 10, transformem la puntuació en escala de  $-64$  a  $64$  en una puntuació de 0 a 10:

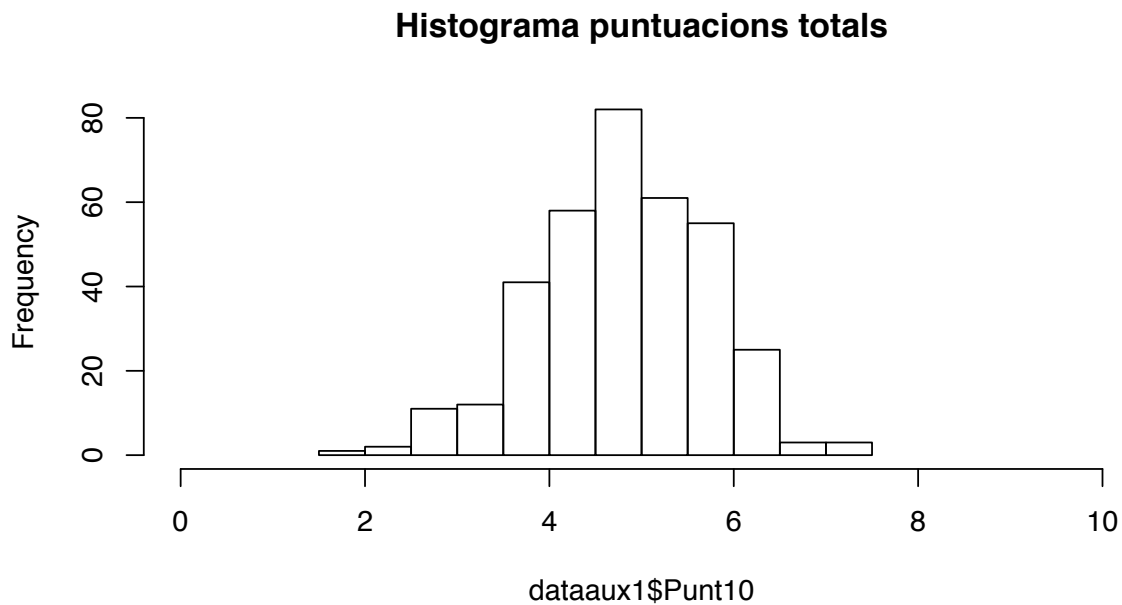
$$P_{10} = \frac{P_{64} + 64}{12.8}$$

on  $P_{10}$  = Puntuació escala  $[0, 10]$ ,  $P_{64}$  = Puntuació escala  $[-64, 64]$ . L'explicació de la fórmula de conversió és molt senzilla. Sumem 64 a la puntuació  $P_{64}$  per tenir una nova escala  $[0, 128]$ , que sigui no negativa. Dividim entre 12.8 per passar a escala  $[0, 10]$  i ja ho tenim.

Amb escala 0–10, decidim dibuixar un histograma per veure la distribució de la puntuació total dels qüestionaris 5.5.

Sabem que la mitjana és de 5,16 i que la mediana és de 5,23, totes dues superiors de 5. Amb això i amb el gràfic podem veure que les puntuacions són força variades però que més de la meitat dels estudiants estarien aprovats. Observant, els gràfics de les anteriors seccions podem sospitar que és a causa de les justificacions.

Per concloure aquesta secció, farem un t-test per veure si hi ha diferències entre les dues universitats que hem estudiat i si aquesta diferència és significativa.



**Figura 5.5:** Histograma puntuacions qüestionari

```
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: dataaux1$Punt10[dataaux1$Universitat == "UAB"] and dataaux1$Punt10[dataaux1$Universitat == "IQS"]
## t = -4.4593, df = 327.27, p-value = 5.658e-06
## alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
## 95 percent confidence interval:
##      -Inf -0.2689686
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 4.637784 5.064655
```

Com podem veure si és significativa aquesta diferència i podem veure que en mitjana els estudiants de la UAB tenen menys puntuació que els alumnes de l'IQS.

## 6. Conclusions

Com ja s'ha citat a 1 els objectius d'aquest treball són identificar els *misconceptions* més habituals en l'aprenentatge de l'estadística aplicada, dissenyar un *concept inventory*, i l'anàlisi de resultats en un primer curs d'estadística. En aquest capítol pretenem resumir el que hem obtingut per a cada objectiu.

Tal com s'ha exposat a 2.1 hi ha molts *misconceptions* a l'àmbit de l'estadística aplicada, tot i que en aquest treball només hem treballat quatre: mitjana, probabilitat, distribució i correlació. Pel que fa al primer objectiu, podríem dir que aquests i d'altres ja exposats a 2.1 són els principals *misconceptions* que hem identificat.

Pel que fa al segon objectiu no cal dir gaire més. El *concept inventory* ha estat dissenyat (el podeu veure a A) i esta preparat per futures recerques.

Pel que fa al tercer objectiu, hem analitzat el nivell d'estadística per alumnes que han cursat un primer curs d'estadística amb els principals *misconceptions* que hem considerat. Podem dir que per la mitjana que el *misconception* que cita la bibliografia (no tenir en compte la diferencia de pesos en el càlcul de la mitjana de dos grups) s'entén prou bé en els estudiants del nostre estudi. El que no tenen gaire clar és el perquè. Saben com han de fer el càlcul però el concepte no sembla interioritzat del tot, ja que no entenen la justificació per aquest càlcul.

El concepte de probabilitat, per la seva banda, té una alta freqüència de respostes correctes, però de nou falla en la justificació. Destacar que tant per estimar la probabilitat d'una moneda, com per probabilitat condicionada sembla que coneixen la resposta, tot i que hi ha menys encerts per probabilitat condicionada. De nou tornem a denotar que les justificacions no semblen estar assolides. Desatacar que per la pregunta de la moneda hi havia una altra justificació que podia generar dubtes totalment raonables, i que per tant no descartaríem del tot que considerin l'aleatorietat. En el cas de probabilitat condicionada podem intuir bastant més clar que saben fer el càlcul però no acaben de saber el perquè d'aquest.

Sorprenentment, i en contra del que diu la bibliografia, els alumnes tenen bastant clar que correlació no implica causalitat. Les respostes de les dues preguntes sobre el concepte tenen una freqüència molt alta d'encerts. Les justificacions de la primera qüestió són bastant bones, tot i que també hi havia una resposta que podia generar un dubte raonable. Sorprenentment l'altra pregunta té molta variabilitat en la justificació. Tot i així, es veu força clar que la insistència del professorat en recordar als alumnes que correlació no

implica causalitat ha donat els seus fruits.

El concepte de distribució és un concepte pel qual pràcticament podríem afirmar que està assolit. Les dues preguntes tenen les respostes i justificacions correctes com a més freqüents. Però cal destacar que hi ha un petit error a una de les preguntes del concepte, que ha generat un gran nombre de NA. Encara i això els alumnes han respost correctament en gran part, però en alguns casos poden haver rebut ajuda. Per tant, no podem estar segurs de l'assoliment d'aquest concepte en aquesta pregunta.

Com a futures línies de recerca encara hi ha més. Com hem pogut observar a 2.1 hi ha molts conceptes que podem incloure en els nostres futurs qüestionaris. Però tornant al nostre, s'hauria de tornar a revisar, arreglar els errors detectats posteriorment a la pregunta 5, millorar les justificacions de les preguntes 2 i 3 (que donen lloc a dubtes raonables) i refer el qüestionari. Un cop fet seria interessant passar el qüestionari a alumnes que encara no han fet estadística i tornar a passar-lo al final de la docència per veure com d'efectiva és aquesta. Aquests tipus d'estudi pot ser molt útil per a tots els docents i ajudar tant a la universitat, com als alumnes, com als professors a què el nivell d'estadística augmentes i pogués fer front al món actual tan ple de dades per analitzar.

Per últim, m'agradaria agrair en primer lloc al Pere Puig, per accedir tan ràpidament i tan amablement a tutoritzar-me aquest treball i ajudar-me a trobar una persona que em pogués orientar per fer un treball tan interessant sobre didàctica. En segon lloc agrair a la Vanessa Serrano, per la seva dedicació, la seva ajuda, els seus ànims i els coneixements que ha compartit amb mi, ja que sense ella aquest treball no hauria sortit. També agrair al grup de recerca ASISTEMBE de l'IQS, en especial al Jordi Cuadros, per ajudar-me en el desenvolupament del qüestionari i per acollir-me tan bé. I per últim agrair a en Lucinio Gonzalez, Eulalia Subirà, Ana Morton, Dolors Marquez i Pere Puig per donar-me l'oportunitat de passar el qüestionari als alumnes i per cedir-me 20 minuts de classe amb aquest propòsit.



## 7. Bibliografía

- Allen, K. (2006). *The Statistics Concept Inventory: Development and analysis of a cognitive assessment instrument in statistics*. PhD thesis, UNIVERSITY OF OKLAHOMA.
- Batanero, C. (2001). Didáctica de la estadística. *Granada: Universidad de Granada*.
- D’Avanzo, C. (2008). Biology concept inventories: overview, status, and next steps. *BioScience*, 58(11):1079–1085.
- Garfield, J. (1995). How students learn statistics. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, pages 25–34.
- Garfield, J. and Ahlgren, A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal for research in Mathematics Education*, pages 44–63.
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., and McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students’ misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5):989–1008.
- Huck, S. W. (2015). *Statistical Misconceptions: Classic Edition*. Routledge.
- Klymkowsky, M. W. and Garvin-Doxas, K. (2008). Recognizing student misconceptions through ed’tools and the biology concept inventory. *PLoS Biology*, 6(1):14–18.
- Koehler, J. J. (2011). Misconceptions about statistics and statistical evidence. In *Handbook of Trial Consulting*, pages 121–133. Springer.
- Madsen, A., McKagan, S. B., and Sayre, E. C. (2014). Best practices for administering concept inventories. *arXiv preprint arXiv:1404.6500*.
- Mariscal, S., Giménez-Dasí, M., and Carriedo, N. (2000). *El desarrollo psicológico a lo largo de la vida*. McGraw-Hill España.
- Mazur, E. (1992). Qualitative versus quantitative thinking: Are we teaching the right thing. *Optics and Photonics News*, 3(2):38.
- Motulsky, H. J. (2015). Common misconceptions about data analysis and statistics. *British journal of pharmacology*, 172(8):2126–2132.
- Reinhart, A. (2015). *Statistics Done Wrong: The Woefully Complete Guide*. No Starch Press.

Smith, J. I. and Tanner, K. (2010). The problem of revealing how students think: concept inventories and beyond. *CBE-Life Sciences Education*, 9(1):1–5.

## **A. Annex: Questionari**

# QÜESTIONARI DE CONCEPTES ESTADÍSTICS

---

## Instruccions

El qüestionari consta de diverses situacions diferents.

Per a cada situació trobareu quatre preguntes:

- Resposta a la pregunta relacionada amb la situació
- Confiança amb que la teva resposta sigui correcta
- Justificació a la resposta que has seleccionat
- Confiança amb que la teva justificació sigui correcta

Hi ha UNA ÚNICA resposta i UNA ÚNICA justificació correctes a cada situació.

## Exemple

Una persona vol creuar el carrer d'una vorera a la del davant.

Quina de les següents accions seria la més segura?

- a) Creuar immediatament i corrent.
- b) Creuar corrent quan els vehicles estiguin lluny.
- c) Buscar un pas de vianants i creuar.
- d) Buscar un pas de vianants amb semàfor i creuar quan estigui verd.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	<input checked="" type="radio"/> ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	---

Per què?

- a) Perquè té preferència i és segur.
- b) Perquè els vehicles tenen suficient temps per parar.
- c) Perquè és molt àgil.
- d) Perquè té preferència.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	<input checked="" type="radio"/> alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	---	----------

---

### PREGUNTA 1:

Una empresa té 1000 treballadors, el sou mitjà dels quals és 1050 €. L'any que ve s'incorporaran uns 500 treballadors més a un sou mitjà estimat de 950 €. Quin serà el sou mitjà quan s'hagin incorporat els nous treballadors?

- a) El sou mitjà estarà entre 995 € i 1005 €.
- b) El sou mitjà estarà entre 1010 € i 1020 €.
- c) El sou mitjà estarà entre 1030 € i 1040 €.
- d) Necessito conèixer els sous de cadascun dels treballadors.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

Per què?

- a) Perquè hem de tenir en compte la mida de cada grup.
- b) Perquè el sou mitjà disminuirà a l'incorporar nous treballadors amb sou més baix.
- c) Perquè en el càlcul de la mitjana hem de considerar el nombre total d'individus.
- d) Perquè necessitem la suma dels sous dels treballadors actuals i la dels nous treballadors.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------

---

### PREGUNTA 2:

Llançem una moneda 200 cops i obtenim 106 cares. Podem afirmar que...

- a) Amb el que sabem, la moneda no sembla trucada.
- b) Si tornem a llançar la moneda, sortiran més de 100 cares.
- c) Sortirà cara un 53% de les vegades.
- d) La moneda deu estar trucada.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

Per què?

- a) Perquè és poc esperable que amb tants llançaments surtin més cares que creus.
- b) Perquè tot experiment està influït per l'atzar.
- c) Perquè la comparació amb el cas de la moneda ideal així ho indica.
- d) Perquè hem fet un nombre molt elevat de llançaments.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------

---

### PREGUNTA 3:

Agafem una mostra de 50 regions i observem que allà on s'ha donat un major nombre de llicències d'armes també s'han donat major nombre de crims. Acceptant aquesta relació, quina de les següents afirmacions és certa:

- a) Que en una regió hi hagi més llicències d'armes provoca que hi hagi més crims.
- b) Que en una regió hi hagi més crims provoca que hi hagi més llicències d'armes.
- c) El nombre de llicències i de crims en una regió són un causa de l'altre.
- d) No podem afirmar que hi hagi causa, però sí alguna relació entre elles.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

Per què?

- a) Perquè quan una variable és causa d'una altra el seus valors estan relacionats.
- b) Perquè correlació i causa no són el mateix.
- c) Perquè l'existència d'una relació, no permet saber sempre quina és la causa.
- d) Perquè comptem el nombre de casos enlloc de proporcions.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------

---

### PREGUNTA 4:

En una empresa de 1500 treballadors, el sou mitjà és de 1350 € bruts mensuals. Hi ha dos tipus de treballadors, A i B. Si sabem que el sou mitjà dels treballadors B és de 1200 €, podem afirmar que...

- a) El sou mitjà dels treballadors A és de 1275 €.
- b) El sou mitjà dels treballadors A és de 1350 €.
- c) El sou mitjà dels treballadors A és de 1500 €.
- d) No podem calcular el sou mitjà dels treballadors A.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

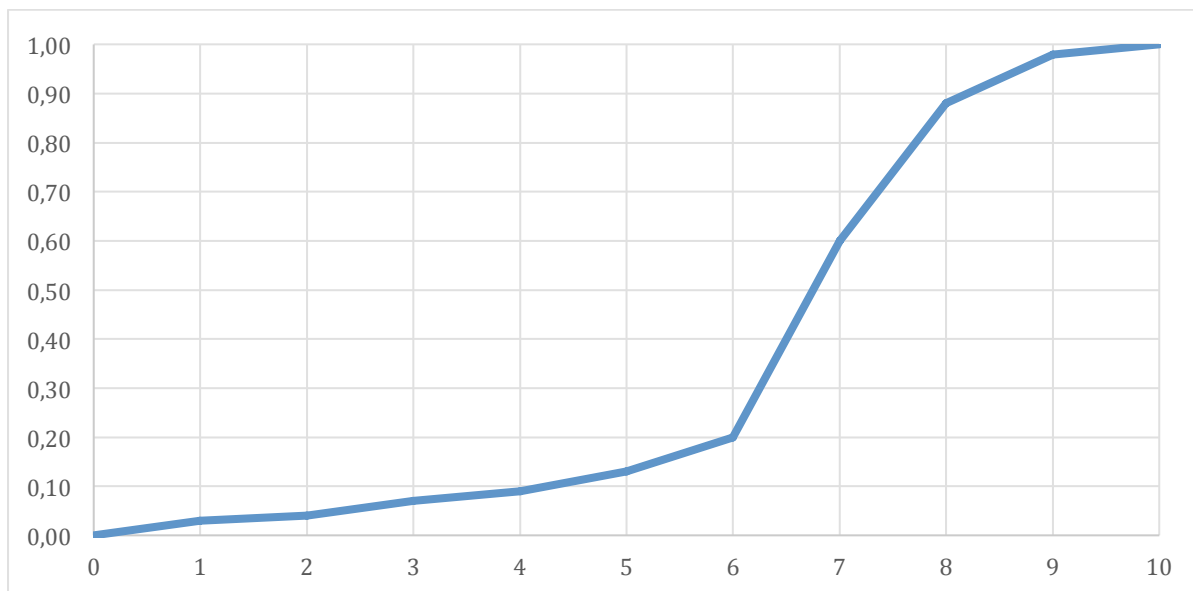
Per què?

- a) Perquè la mitjana d'una mostra coincideix amb la mitjana de la població.
- b) Perquè necessitem la suma de sous dels B.
- c) Perquè el sou mitjà total és més alt que el dels B.
- d) Per la definició de mitjana.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------

---

### PREGUNTA 5:



La distribució acumulada de les notes dels alumnes en un determinat examen d'Estadística es mostra al gràfic anterior. D'acord amb el que s'hi indica, es pot afirmar que...

- a) Més del 70 % dels alumnes tenen una nota superior a 8.
- b) Més del 50 % dels alumnes tenen una nota entre 9 i 10.
- c) Més del 10 % dels alumnes tenen una nota superior a 9.
- d) La nota mínima que supera la del 50 % dels alumnes està entre 7 i 8.

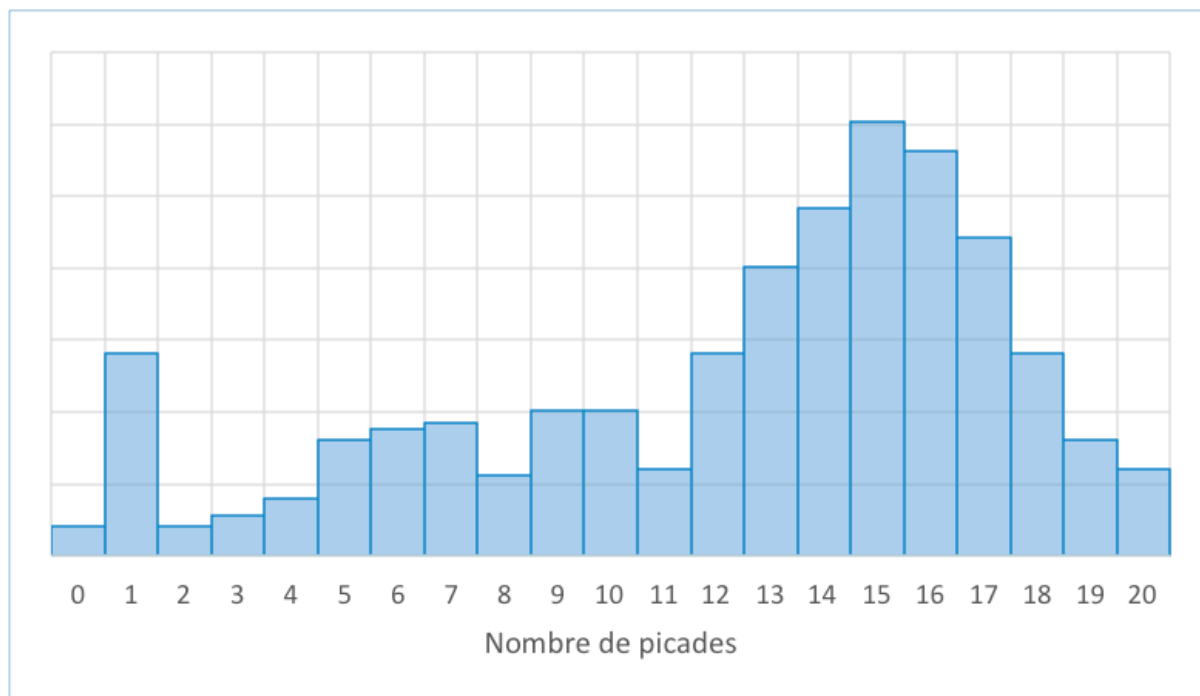
Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

Per què?

- a) Perquè la més de la meitat de dades es concentren en les notes inferiors a 8.
- b) Perquè la tendència del gràfic és creixent.
- c) Perquè és on es troba la freqüència acumulada del 0,50.
- d) Perquè és el tram amb major pendent.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------

### PREGUNTA 6:



Un grup de scouts marxa de cap de setmana i en finalitzar la sortida conten el nombre de picades de mosquits que tenen cadascú. Donat el gràfic anterior, podem dir:

- a) La mitjana de picades és més petita que el nombre més freqüent.
- b) La mitjana de picades és més alta que el nombre més freqüent.
- c) La mitjana de picades coincideix amb el nombre més freqüent.
- d) El nombre mitjà de picades és 10.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

Per què?

- a) Perquè els diferents nombres de picades no tenen la mateixa freqüència.
- b) Perquè la majoria de persones tenen un nombre elevat de picades.
- c) Perquè exclouent els valors més freqüents hi ha més valors petits que grans.
- d) Perquè no poden haver-hi persones amb menys de 0 picades.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------



### PREGUNTA 7:

Una empresa fa un estudi de les trucades que rep dels seus clients. Classifica les trucades amb dues variables: Durada (llarga o curta) i Motiu (alta de servei o baixa de servei). De cada 100 trucades 70 són llargues i, d'aquestes, només 14 són altes. En canvi, de les trucades curtes només 3 són altes.

Trucades llargues: 70	Trucades llargues que són altes: 14
	Trucades llargues que són baixes: 56
Trucades curtes: 30	Trucades curtes que són altes: 3
	Trucades curtes que són baixes: 27

De les trucades que han resultat en una alta, la probabilitat de que sigui una trucada curta és de...

- a) 0,30.
- b) 0,10.
- c) 0,18.
- d) 0,03.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

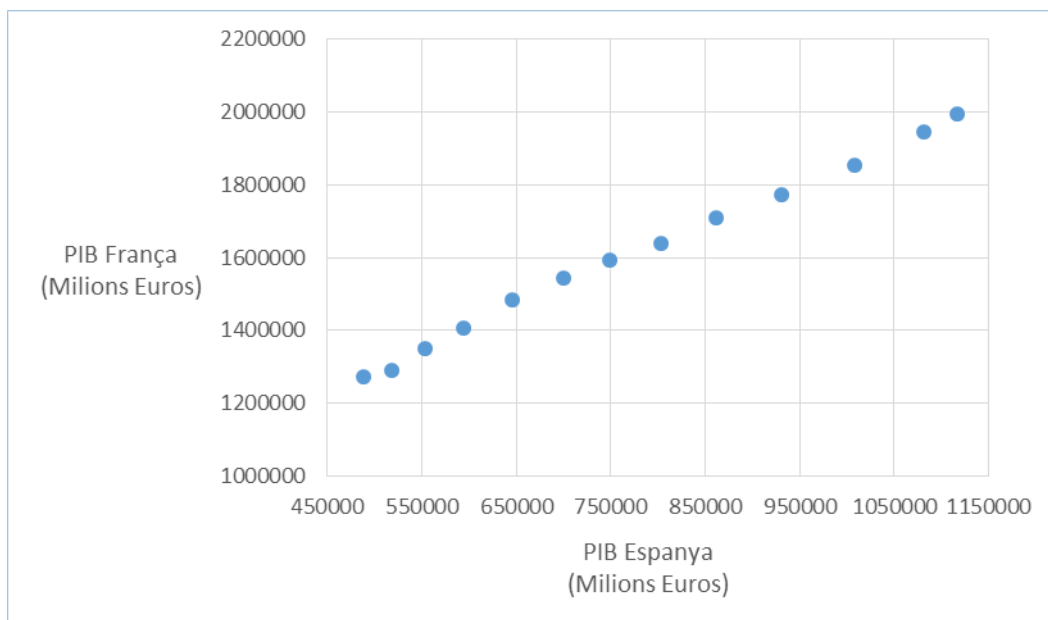
Per què?

- a) Perquè la probabilitat es calcula com el quocient entre casos favorables i possibles.
- b) Perquè la probabilitat d'alta entre trucades curtes és més baixa que en les llargues.
- c) Perquè cal tenir en compte totes les trucades que acaben en alta.
- d) Perquè el nombre de casos favorables és petit.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------

---

**PREGUNTA 8:**



Observant el gràfic podem veure una forta correlació entre el PIB d'Espanya i el de França entre els anys 1996 i 2008. Donada la informació anterior, podríem dir:

- a) Hi ha algun tipus de relació entre el creixement econòmic dels dos països.
- b) Un creixement econòmic a Espanya provoca un creixement econòmic a França.
- c) Un creixement econòmic a França provoca un creixement econòmic a Espanya.
- d) El creixement econòmic dels dos països són un causa de l'altre.

Confiança en la resposta	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
--------------------------	-----------	-----------	----------	----------

Per què?

- a) Perquè la correlació és positiva.
- b) Perquè les dues variables són quantitatives.
- c) Perquè quan augmenta un, augmenta l'altre.
- d) Perquè correlació no implica causalitat.

Confiança en la justificació	BAIXA (1)	baixa (2)	alta (3)	ALTA (4)
------------------------------	-----------	-----------	----------	----------

## B. Annex: Codi

```
#base de dades
library(readxl)
DadesTFG <- read_excel("~/Desktop/DadesTFG.xlsx")
DadesTFG$`1R` <- as.factor(DadesTFG$`1R`)
DadesTFG$`2R` <- as.factor(DadesTFG$`2R`)
DadesTFG$`3R` <- as.factor(DadesTFG$`3R`)
DadesTFG$`4R` <- as.factor(DadesTFG$`4R`)
DadesTFG$`5R` <- as.factor(DadesTFG$`5R`)
DadesTFG$`6R` <- as.factor(DadesTFG$`6R`)
DadesTFG$`7R` <- as.factor(DadesTFG$`7R`)
DadesTFG$`8R` <- as.factor(DadesTFG$`8R`)
DadesTFG$`1J` <- as.factor(DadesTFG$`1J`)
DadesTFG$`2J` <- as.factor(DadesTFG$`2J`)
DadesTFG$`3J` <- as.factor(DadesTFG$`3J`)
DadesTFG$`4J` <- as.factor(DadesTFG$`4J`)
DadesTFG$`5J` <- as.factor(DadesTFG$`5J`)
DadesTFG$`6J` <- as.factor(DadesTFG$`6J`)
DadesTFG$`7J` <- as.factor(DadesTFG$`7J`)
DadesTFG$`8J` <- as.factor(DadesTFG$`8J`)
DadesTFG$Grau <- as.factor(DadesTFG$Grau)
DadesTFG$Universitat <- as.factor(DadesTFG$Universitat)
pergraus <- summary(DadesTFG$Grau)
par(mfrow=c(2,2))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`1R`,useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Pregunta 1",
        col=c("white","grey","white", "white", "black"),
        ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`1J` [DadesTFG$`1R`=="B"],useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Justificació per resposta correcta 1",
        col=c("grey","white","white", "white", "black"),
        ylim=c(0,1))
```

```

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`4R`,useNA="always")),
  names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
  main="Pregunta 4",
  col=c("white","white","white", "grey", "black"),
  ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`4J` [DadesTFG$`4R`=="D"],useNA="always")),
  names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
  main="Justificació per resposta correcta 4",
  col=c("white","grey","white", "white", "black"),
  ylim=c(0,1))

resp1 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`1R`) ,0,ifelse(DadesTFG$`1R`=="B",1,0))
DadesTFG$`1J` <- relevel(DadesTFG$`1J`, "A")
DadesTFG$Grau <- relevel(DadesTFG$Grau, "GEA")
mod1 <- glm(resp1~ DadesTFG$`1CR`+DadesTFG$`1J`+
  DadesTFG$Grau+ DadesTFG$Universitat,
  family = binomial)
summary(mod1)$coef
resp4 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`4R`) ,0,ifelse(DadesTFG$`4R`=="D",1,0))
DadesTFG$`4J` <- relevel(DadesTFG$`4J`, "B")
mod4 <- glm(resp4~ DadesTFG$`4CR`+DadesTFG$`4J`+
  DadesTFG$Grau+ DadesTFG$Universitat,
  family = binomial)
summary(mod4)$coef
par(mfrow=c(2,2))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`2R`,useNA="always")),
  names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
  main="Pregunta 2",
  col=c("grey","white","white", "white", "black"),
  ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`2J` [DadesTFG$`2R`=="A"],useNA="always")),
  names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
  main="Justificació per resposta correcta 2",
  col=c("white","white","grey", "white", "black"),
  ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`7R`,useNA="always")),
  names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
  main="Pregunta 7",
  col=c("white","white","grey", "white", "black"),
  ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`7J` [DadesTFG$`7R`=="C"],useNA="always")),
  names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),

```

```

    main="Justificació per resposta correcta 7",
    col=c("white","white","grey", "white", "black"),
    ylim=c(0,1))
resp2 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`2R`), 0, ifelse(DadesTFG$`2R`=="A", 1, 0))
DadesTFG$`2J` <- relevel(DadesTFG$`2J`, "C")
mod2 <- glm(resp2~ DadesTFG$`2CR`+DadesTFG$`2J`+
            DadesTFG$Grau+ DadesTFG$Universitat,
            family = binomial)
summary(mod2)$coef
resp7 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`7R`), 0, ifelse(DadesTFG$`7R`=="C", 1, 0))
DadesTFG$`7J` <- relevel(DadesTFG$`7J`, "C")
mod7 <- glm(resp7~ DadesTFG$`7CR`+DadesTFG$`7J`+
            DadesTFG$Grau+ DadesTFG$Universitat,
            family = binomial)
summary(mod7)$coef
par(mfrow=c(2,2))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`3R`, useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Pregunta 3",
        col=c("white","white","white", "grey", "black"),
        ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`3J` [DadesTFG$`3R`=="D"], useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Justificació per resposta correcta 3",
        col=c("white","white","grey", "white", "black"),
        ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`8R`, useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Pregunta 8",
        col=c("grey","white","white", "white", "black"),
        ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`8J` [DadesTFG$`8R`=="A"], useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Justificació per resposta correcta 8",
        col=c("white","white","white", "grey", "black"),
        ylim=c(0,1))
resp3 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`3R`), 0, ifelse(DadesTFG$`3R`=="D", 1, 0))
DadesTFG$`3J` <- relevel(DadesTFG$`3J`, "C")
mod3 <- glm(resp3~ DadesTFG$`3CR`+DadesTFG$`3J`+
            DadesTFG$Grau+ DadesTFG$Universitat,
            family = binomial)
summary(mod3)$coef

```

```

resp8 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`8R`), 0, ifelse(DadesTFG$`8R`=="A", 1, 0))
DadesTFG$`8J` <- relevel(DadesTFG$`8J`, "D")
mod8 <- glm(resp8 ~ DadesTFG$`8CR` + DadesTFG$`8J` +
            DadesTFG$Grau + DadesTFG$Universitat,
            family = binomial)
summary(mod8)$coef
par(mfrow=c(2,2))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`5R`, useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Pregunta 5",
        col=c("white", "white", "white", "grey", "black"),
        ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`5J` [DadesTFG$`5R`=="D"], useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Justificació per resposta correcta 5",
        col=c("white", "white", "grey", "white", "black"),
        ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`6R`, useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Pregunta 6",
        col=c("grey", "white", "white", "white", "black"),
        ylim=c(0,1))

barplot(prop.table(table(DadesTFG$`6J` [DadesTFG$`6R`=="A"], useNA="always")),
        names=c("A", "B", "C", "D", "NA"),
        main="Justificació per resposta correcta 6",
        col=c("white", "white", "grey", "white", "black"),
        ylim=c(0,1))

resp5 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`5R`), 0, ifelse(DadesTFG$`5R`=="D", 1, 0))
DadesTFG$`5J` <- relevel(DadesTFG$`5J`, "C")
mod5 <- glm(resp5 ~ DadesTFG$`5CR` + DadesTFG$`5J` +
            DadesTFG$Grau + DadesTFG$Universitat,
            family = binomial)
summary(mod5)$coef

resp6 <- ifelse(is.na(DadesTFG$`6R`), 0, ifelse(DadesTFG$`6R`=="A", 1, 0))
DadesTFG$`6J` <- relevel(DadesTFG$`6J`, "C")
mod6 <- glm(resp6 ~ DadesTFG$`6CR` + DadesTFG$`6J` +
            DadesTFG$Grau + DadesTFG$Universitat,
            family = binomial)
summary(mod6)$coef
haz.cero.na=function(x){
  ifelse(is.na(x), 0, x)}

```

```

dataaux <- DadesTFG[,-1]
dataaux1=data.frame(sapply(dataaux,haz.cero.na))

dataaux1$Punt1 <- ifelse(dataaux1[,3]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,3]=="2",1,-1))*c(dataaux1[,4])+
  ifelse(dataaux1[,5]=="0",0,ifelse(dataaux1[,5]=="1",1,-1))*c(dataaux1[,6])

dataaux1$Punt2 <- ifelse(dataaux1[,7]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,7]=="1",1,-1))*c(dataaux1[,8])+
  ifelse(dataaux1[,9]=="0",0,ifelse(dataaux1[,9]=="3",1,-1))*c(dataaux1[,10])

dataaux1$Punt3 <- ifelse(dataaux1[,11]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,11]=="4",1,-1))*c(dataaux1[,12])+
  ifelse(dataaux1[,13]=="0",0,ifelse(dataaux1[,13]=="3",1,-1))*c(dataaux1[,14])

dataaux1$Punt4 <- ifelse(dataaux1[,15]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,15]=="4",1,-1))*c(dataaux1[,16])+
  ifelse(dataaux1[,17]=="0",0,ifelse(dataaux1[,17]=="2",1,-1))*c(dataaux1[,18])

dataaux1$Punt5 <- ifelse(dataaux1[,19]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,19]=="4",1,-1))*c(dataaux1[,20])+
  ifelse(dataaux1[,21]=="0",0,ifelse(dataaux1[,21]=="3",1,-1))*c(dataaux1[,22])

dataaux1$Punt6 <- ifelse(dataaux1[,23]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,23]=="1",1,-1))*c(dataaux1[,24])+
  ifelse(dataaux1[,25]=="0",0,ifelse(dataaux1[,25]=="3",1,-1))*c(dataaux1[,26])

dataaux1$Punt7 <- ifelse(dataaux1[,27]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,27]=="3",1,-1))*c(dataaux1[,28])+
  ifelse(dataaux1[,29]=="0",0,ifelse(dataaux1[,29]=="3",1,-1))*c(dataaux1[,30])

dataaux1$Punt8 <- ifelse(dataaux1[,31]=="0",0,
  ifelse(dataaux1[,31]=="1",1,-1))*c(dataaux1[,32])+
  ifelse(dataaux1[,33]=="0",0,ifelse(dataaux1[,33]=="4",1,-1))*c(dataaux1[,34])

dataaux1$PuntTot <- (dataaux1$Punt1+dataaux1$Punt2+
  dataaux1$Punt3+dataaux1$Punt4+dataaux1$Punt5+
  dataaux1$Punt6+dataaux1$Punt7+dataaux1$Punt8)
dataaux1$Punt10 <- (dataaux1$PuntTot+64)/12.8
hist(dataaux1$Punt10,xlim=c(0,10),
  main="Histograma puntuacions totals") #escala de 0 a 10
dataaux1$Grau <- DadesTFG$Grau
dataaux1$Universitat <- DadesTFG$Universitat
t.test(dataaux1$Punt10[dataaux1$Universitat=="UAB"],
  dataaux1$Punt10[dataaux1$Universitat=="IQS"],
  alternative="less")

```