

Guia docent

200132 - EST - Estadística

Última modificació: 10/06/2022

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2022 **Crèdits ECTS:** 7.5 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS

Altres: Segon quadrimestre:
PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS - M-A, M-B
JOSEP GINEBRA MOLINS - M-A, M-B
JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES - M-A, M-B

L'idioma d'impartició d'aquesta assignatura canvia depenent del professor
El idioma de impartición de esta asignatura cambia dependiendo del profesor que la imparta
The teaching language of this subject depends on the professor who teaches it

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

- CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
- CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
- CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

- CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
- CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
- CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
- CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
- CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
- CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
- CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

- APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

METODOLOGIES DOCENTS

Pel que fa la docència presencial, el curs té 5 hores de classes per setmana, de les quals 3 es dediquen a classes de teoria i 2 a problemes o pràctiques.

Classes de teoria:

Les classes de teoria son principalment classes magistrals del professor de teoria. Es desenvolupen demostracions a la pissarra, i es resumeixen conceptes importants amb transparències. Es presenten exemples detallats, amb especial èmfasi en l'aplicació de l'estadística a problemes reals. Es fa servir del campus virtual Atenea per difondre material emprat a classe.

Classes de problemes:

El professor de problemes presenta amb antelació l'enunciat dels problemes que els estudiants han de resoldre. A classe, el professor exposa i comenta la solució d'alguns dels problemes. Es fa servir del campus virtual Atenea per plantejar qüestionaris de correcció automàtica als estudiants, que aquests han de contestar amb una data límit. Aquests qüestionaris puntuen.

Classes de laboratori:

Les classes de laboratori es realitzaran amb el paquet estadístic R. Seran algunes classes puntuals introductòries, juntament amb el darrer mes del curs que es dedicarà a la modelització estadística.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'estudiant que ha cursat Estadística:

1. És capaç de realitzar i interpretar estadística descriptiva bàsica amb un programari estadístic.
2. És capaç de fer inferència estadística amb un programari estadístic i correctament interpretar els resultats obtinguts.
3. Pot formular la diferència entre les dues escoles en l'estadística, la freqüentista i la bayesiana.
4. És capaç d'obtenir analíticament estimadors de moments i estimadors de màxima versemblança per a paràmetres de les lleis més conegudes.
5. És capaç de comparar diferents estimadors i triar l'estimador òptim segons algun criteri d'optimalitat (biaix, error quadràtic mig).
6. És capaç de construir intervals de confiança basats en quantitats pivotals (exactes o asimptòtiques).
7. És capaç de dissenyar una prova òptima per determinades proves d'hipòtesi sobre paràmetres de distribucions, aplicant el criteri de Neyman-Pearson i la raó de la versemblança generalitzada.
8. És capaç de formular la diferència entre proves paramètriques i no paramètriques.
9. És capaç de aplicar les proves paramètriques clàssiques (prova Z de la normal, t de Student amb mostres independents i dades aparellades, F per igualtat de variàncies) a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
10. És capaç d'aplicar proves no-paramètriques simples basades en la distribució multinomial a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
11. És capaç d'ajustar un model de regressió lineal múltiple amb R i d'interpretar correctament els resultats.
12. És capaç d'ajustar un model de regressió logística amb R i d'interpretar correctament els resultats.
13. És capaç de proposar alternatives no-paramètriques als models de regressió lineal o logística quan la hipòtesi de linealitat no es compleix.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	112,5	60.00
Hores grup gran	45,0	24.00
Hores grup petit	30,0	16.00

Dedicació total: 187.5 h

CONTINGUTS

1. Introducció a l'estadística

Descripció:

- 1.1. Població i mostra. Estadística descriptiva.
- 1.2. Paràmetres, estadístics i estimadors
- 1.3. Distribució en el mostreig.
 - 1.3.1 La funció de distribució empírica
 - 1.3.2 Simulació
 - 1.3.3 Bootstrap
- 1.4. Models estadístics
 - 1.4.1. Model normal. Distribucions en el mostreig de la normal
 - 1.4.2. Model binomial
 - 1.4.3. Models de localització i escala
 - 1.4.4. Famílies exponencials
- 1.5. Objectius de la inferència: estimació, contrast i predicció

Objectius específics:

Realitzar estadística descriptiva uni i bivariant.

Activitats vinculades:

Classes de teoria i sessions de laboratori.

Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 7h 30m

Grup petit/Laboratori: 5h

2. Construcció d'estimadors puntuals

Descripció:

- 2.1. Mètode dels moments
 - 2.1.1. Mètode plug-in (mètode de substitució)
 - 2.1.2. Mètode dels moments
- 2.2. Estimació per màxima versemblança
 - 2.2.1. Funció de versemblança
 - 2.2.2. Estimador màxim versemblant
 - 2.2.3. Relació amb la divergència de Kullback-Leibler
 - 2.2.4. Càlcul numèric dels estimadors de màxima versemblança
 - 2.2.5. Principi d'invariància de l'estimador màxim versemblant
- 2.3. Estimació en els models normal i binomial

Objectius específics:

Construcció d'estimadors de paràmetres per diferents mètodes.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, sessions de problemes.

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

3. Criteris d'avaluació d'estimadors

Descripció:

- 3.1. Error sistemàtic (biaix) i precisió d'un estimador
- 3.2. Estimadors no esbiaixats òptims (UMVUE)
 - 3.2.1. Informació de Fisher. Cota de Cramér-Rao
 - 3.2.2. Suficiència, completesa
 - 3.2.3. Teoremes de Rao-Blackwell i de Lehmann-Scheffé
- 3.3. Comportament asimptòtic
 - 3.3.1. Consistència
 - 3.3.2. Normalitat asimptòtica
 - 3.3.3. Mètode delta
 - 3.3.4. Teoria asimptòtica per a l'estimador màxim versemblant

Objectius específics:

Derivar propietats d'estimadors.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, sessions de problemes.

Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

4. Estimació per intervals

Descripció:

- 4.1. Intervals de confiança
- 4.2. Mètodes per construir intervals de confiança
 - 4.2.1. Quantitats pivotals
 - 4.2.2. Intervals de confiança asimptòtics
- 4.3. Estimació per intervals de confiança en els models normal i binomial

Objectius específics:

Construcció d'intervals de confiança.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, sessions de problemes i laboratori.

Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

5. Proves d'hipòtesis

Descripció:

- 5.1. Definicions bàsiques. Proves d'hipòtesis simples
 - 5.1.1. Tipus d'errors
 - 5.1.2. Lema de Neyman-Pearson
 - 5.1.3. Conclusions d'una prova: el p-valor
- 5.2. Proves uniformement més potents
 - 5.2.1. Lema de Neyman-Pearson per a alternatives compostes
- 5.3. Prova de la raó de versemblances
 - 5.4.1. Relació amb el Lema de Neyman-Pearson
 - 5.4.2. Propietats de les proves de raó de versemblances
 - 5.4.3. Proves relacionats amb la de màxima versemblança: Scores i Wald
- 5.4. Proves d'hipòtesis als models normal i binomial
- 5.5. Proves basats en la distribució multinomial

Objectius específics:

Dissenyar proves d'hipòtesis.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, sessions de problemes.

Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 7h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

6. Model de regressió lineal. Regressió logística. Extensions

Descripció:

- 6.1. Regressió lineal simple
 - 6.1.1. Estimació per mínims quadrats i per màxima versemblança
 - 6.1.2. Propietats de l'estimador de mínims quadrats
 - 6.1.3. Validació del model. Anàlisi de residus
 - 6.1.4. Predicció
- 6.2. Regressió lineal múltiple
 - 6.2.1. Estimació per mínims quadrats. Teorema de Gauss-Markov
 - 6.2.2. Contrastos d'hipòtesis sobre els paràmetres
 - 6.2.3. Models amb variables explicatives categòriques
- 6.3. Regressió logística
 - 6.3.1. Estimació per màxima versemblança. Algorisme IRWLS
- 6.4. Extensions
 - 6.4.1. Model lineal generalitzat
 - 6.4.2. Regressió no-paramètrica
 - 6.4.3. Models additius i additius generalitzats
 - 6.4.4. Algorismes de Machine Learning

Objectius específics:

Aplicar regressió lineal i interpretar els resultats obtinguts.

Activitats vinculades:

Pràctiques de laboratori.

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup petit/Laboratori: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es farà servir el sistema d'avaluació continuada, que constarà de 3 parts:

1. Lliurament (aproximadament) setmanal de qüestionaris d'Atenea (Lliusetm).
2. Examen parcial a meitat del quadrimestre (ExParcial).
3. Examen final (ExFinal).

Els exàmens parcial i final tindran la mateixa estructura, amb una part de preguntes de teoria i entre 2 i 4 problemes. El pes de les preguntes de teoria serà entre un 20% i un 30% del total.

La qualificació global de l'assignatura serà

$$\text{Global} = 0.15 * \text{Max}(\text{Lliusetm}, \text{ExFinal}) + 0.25 * \text{Max}(\text{ExParcial}, \text{ExFinal}) + 0.60 * \text{ExFinal}.$$

Per tant la nota del parcial es tindrà en compte (amb un pes del 25% del global) només si és superior a la nota de l'examen final. El mateix aplica per a la nota dels lliuraments setmanals (amb un pes del 15% del global).

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari al juliol per als estudiants suspesos, amb una estructura similar a la de l'examen final. La nota de la convocatòria extraordinària serà la de l'examen extraordinari.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- DeGroot, Morris H.; Schervish, Mark J. Probability and statistics. 4th ed. Boston: Pearson, 2012. ISBN 9780321709707.
- Wasserman, Larry. All of statistics: a concise course in statistical inference [en línia]. Pittsburgh: Springer, cop. 2010 [Consulta: 26/05/2020]. Disponible a: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-21736-9>. ISBN 9781441923226.
- Casella, George, & Berger, Roger L. Statistical inference. 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury, cop. 2002. ISBN 0534243126.
- Evans, Michael; Rosenthal, Jeffrey S. Probability and statistics : the science of uncertainty [en línia]. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, cop. 2010 [Consulta: 01/06/2022]. Disponible a: <http://www.utstat.toronto.edu/mikevans/jeffrosenthal/>. ISBN 9781429224628.

Complementària:

- Dalgaard, Peter. Introductory statistics with R [en línia]. 2nd ed. New York: Springer, 2008 [Consulta: 01/06/2022]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-0-387-79054-1>. ISBN 9780387790534.
- Peck, Roxy. Statistics: a guide to the unknown. 4th ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2006. ISBN 0534372821.
- Fan, Jianqing; Li, Runze; Zhang, Cun-Hui; Zou, Hui. Statistical foundations of data science. Chapman and Hall/CRC, 2020. ISBN 9781466510845.
- Efron, Bradley; Hastie, Trevor. Computer age statistical inference: algorithms, evidence, and data science [en línia]. First published. New York: Cambridge University Press, 2016 [Consulta: 01/06/2022]. Disponible a: <https://hastie.su.domains/CASI/>. ISBN 9781107149892.
- Bickel, Peter J.; Doksum, Kjell A.. Mathematical Statistics: basic ideas and selected topics, volume I. 2nd ed. CRC Press, 2015. ISBN 9781498723800.
- Hastie, T.; Tibshirani, R.; Friedman, J.. The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction [en línia]. 2nd ed. Springer, 2009 [Consulta: 01/06/2022]. Disponible a: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-84858-7>. ISBN 9781282126749.

RECURSOS

Enllaç web:

- R-software: www.r-project.org. Recurs