

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Unitat responsable:	250 - ETSECCPB - Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona		
Unitat que imparteix:	724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics		
Curs:	2018		
Titulació:	MÀSTER UNIVERSITARI EN CIÈNCIA I TECNOLOGIA DE LA SOSTENIBILITAT (Pla 2013). (Unitat docent Obligatòria)		
Crèdits ECTS:	5	Idiomes docència:	Anglès

Professorat

Responsable: MARTI ROSAS CASALS

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Bàsiques:

CB9. Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions -i els coneixements i raons darreres que les sustenten- a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüetats.

Específiques:

2. Aplicar adequadament, i de forma crítica i eficaç, marcs conceptuals, processos i tècniques d'obtenció i tractament de dades, estadística aplicada, modelització matemàtica, anàlisi de sistemes, sistemes d'informació geogràfica, tecnologies de la informació i les comunicacions i l'ecologia industrial a la solució de reptes de la sostenibilitat i desenvolupament sostenible.

CE03. Analitzar de forma crítica i avaluar les teories i enfocaments sobre les característiques i propietats de la geoesfera i la biosfera que faciliten i emmarquen el desenvolupament dels sistemes socioecològics, així com els principals reptes del canvi climàtic.

3. Aplicar, analitzar de forma crítica els resultats i avaluar les teories, enfocaments i metodologies de valorització integrada en els àmbits de l'alimentació i el desenvolupament rural, les enginyeries agrícoles, de l'aigua, l'energia l'edificació, la construcció, el transport i el territori.

Genèriques:

1. Desenvolupar i / o aplicar idees amb originalitat en un context d'investigació, identificant i formulant hipòtesis o idees innovadores i sotmetent-les a prova d'objectivitat, coherència i viabilitat.

Transversals:

4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

5. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Metodologies docents

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents metodologies docents:

Classe magistral o conferència (EXP): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.

Resolució de problemes i estudi de casos (RP): resolució col·lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup, amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de forma individual o en grups reduïts.

Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.

Activitats d'Avaluació (AV).

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents activitats formatives:

Presencials

Classes teòriques i conferències (CTC): conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants.

Classes pràctiques (CP): participar en la resolució col·lectiva d'exercicis, així com en debats i dinàmiques de grup, amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula.

No presencials

Realització d'un projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): portar a terme, individualment o en grup, un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.

Estudi autònom (EA): estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

En finalitzar l'assignatura, el/l'estudiant:

Coneix i comprèn la dimensió sistèmica de la sostenibilitat, les característiques i propietats que defineixen les seves dinàmiques temporals, així com les particularitats dels sistemes soci-ecològics.

Aplica de forma eficient tècniques i instruments propis de la matemàtica i l'estadística aplicada a reptes de la sostenibilitat i el desenvolupament mitjançant eines informàtiques de desenvolupament obert.

Integra i analitza críticament el resultat d'utilitzar models matemàtics i estadístics en la definició de solucions i estratègies de sostenibilitat i desenvolupament.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Hores grup gran:	37h 30m	30.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	0h	0.00%
	Hores activitats dirigides:	7h 30m	6.00%
	Hores aprenentatge autònom:	80h	64.00%

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Continguts

1. INTRODUCCIÓ A LA SISTÈMICA

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

La Sistèmica pot ser considerada un nou nom per a totes les investigacions relacionades amb la Teoria de Sistemes i la ciència de sistemes. Es defineix com un camp emergent de la ciència que estudia els sistemes holístics i intenta desenvolupar marcs lògic matemàtics, d'enginyeria, i filosofia; en els quals els sistemes físics, mentals, cognitius, socials i metafísics puguin ser estudiats.

Activitats vinculades:

A1

Objectius específics:

2. COMPLEXITAT I SOSTENIBILITAT

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

La complexitat sorgeix en observar la realitat de manera sistèmica. És la qualitat del que està compost de diversos elements i per tant es troba present en camps com la filosofia, l'epistemologia, la física i la biologia, la sociologia, la informàtica, la matemàtica, i també les anomenades ciències de la informació i de la comunicació o Tics. Els problemes associats al concepte de sostenibilitat solen ser sistèmics, holístics i complexos.

Activitats vinculades:

A2/A3

Objectius específics:

3. INTRODUCCIÓ A LA MODELITZACIÓ

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Un model (aquí i en general, matemàtic) és una forma d'expressar atributs i relacions d'un sistema de manera simplificada. Es caracteritza per contenir variables, paràmetres, entitats i relacions entre variables i/o entitats o operacions, i s'utilitza per estudiar comportaments de sistemes complexos davant situacions difícils d'observar en la realitat.

Activitats vinculades:

A4

Objectius específics:

4. MODELS AMB EQUACIONS

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Descripció:

Els models matemàtics més coneguts són els que utilitzen equacions diferencials per caracteritzar l'evolució dinàmica (això és, temporal) dels sistemes que persegueixen estudiar. Si el sistema es descriu mitjançant equacions diferencials ordinàries, la integració pot ser directa. Però la complexitat dels sistemes implica moltes vegades la integració numèrica.

Activitats vinculades:

A5/A6

Objectius específics:

5. MODELS AMB AGENTS

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Un model basat en agents és un tipus de model computacional que permet la simulació d'accions i interaccions d'individus autònoms dins d'un entorn, i permet determinar quins efectes produeixen en el conjunt del sistema. Els models simulen les operacions simultànies d'entitats múltiples (agents), en un intent de recrear i predir les accions de fenòmens complexos, i que poden resultar emergents, des del nivell més elemental (micro) al més elevat (macro).

Activitats vinculades:

A7/A8/A9

Objectius específics:

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Planificació d'activitats

A1. MAPA CONCEPTUAL DE "LA PESADILLA DE DARWIN"

Descripció:

Es demana que, en grups de 4-5 persones, es realitzi el mapa conceptual de la pel·lícula "La pesadilla de Darwin".

Material de suport:

Pel·lícula: (<http://www.youtube.com/watch?v=IV7Y9FHcdFk>)
CMapTools (<http://ftp.ihmc.us/>)

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Mapa conceptual de "La pesadilla de Darwin" en PDF.

Objectius específics:

- Realització d'un mapa conceptual.
- Capacitat de plasmar en un mapa conceptual la complexitat (els actors i les relacions) que s'estableixen a la pel·lícula.

A2. LLEIS DE POTÈNCIA, DE ZIPF I DISTRIBUCIONS DE PARETO

Descripció:

Es demana que, de forma individual, es llegueixi i compregui un article en el qual s'analitzen alguns patrons característics dels sistemes complexos, com les lleis de potència, i els seus mecanismes generadors.

Material de suport:

- M. E. J. Newman: Power laws, Pareto distributions and Zipf's law, Contemporary Physics 46, 323-351 (2005). Sections I, II and III. / Appendix A.
- Preguntes guia.

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Resposta a les preguntes guia en PDF.

Objectius específics:

- Diferenciar i caracteritzar les funcions "de cola larga" mitjançant anàlisi estadístic bàsic (full de càlcul).
- Comprendre el concepte de constant de normalització.
- Diferenciar les distribucions de probabilitat de les correlacions alométriques.

A3. CORRELACIÓ I CAUSACIÓ

Descripció:

Es demana que, de forma individual, es llegueixi i compregui un article en el qual s'analitzen correlacions entre serveis ecosistèmics i es diferencien de les relacions causals.

Material de suport:

- Article (C. Raudsepp-Hearne, G. D. Peterson & E. M. Bennett: Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes, Proc. Natl. Acad. Sci., Vol. 107, No. 11. (16 March 2010), pp. 5242-5247 (with Supporting Information).
- Preguntes guia.

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Resposta a les preguntes en PDF.

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Objectius específics:

- Reconèixer el concepte de servei ecosistémico i de 'ecosystem service bundle'.
- Reconèixer les diferències entre solució de compromís i sinergia (i.e., tradeoff i synergy).
- Presentar el coeficient de Pearson com un cas particular de mesura d'informació mútua per a correlacions lineals i la seva extrapolació a correlacions no lineals.

A4. DIAGRAMES DE FLUXE I DIAGRAMES CAUSALS

Descripció:

Es demana que, en grups de 4-5 persones, es transformi el mapa conceptual (o alguna de les seves parts) de l'activitat A1 en un diagrama causal.

Material de suport:

- Mapa conceptual de l'activitat A1.
- Preguntes guia.

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Diagrama causal de l'activitat A1.

Objectius específics:

- Aprendre a transformar un mapa conceptual (o alguna de les seves parts) en un diagrama causal com a primer pas necessari per la modelització de sistemes complexos.

A5. ANÀLISI D'ESTABILITAT

Descripció:

Es demana que, en grups de 4-5 persones, (a) es transformi el diagrama causal de l'activitat A5 en un diagrama d'existències i fluxos, para (b) posteriorment transformar-ho en un sistema d'equacions diferencials i (c) implementar-ho a nivell computacional per finalment (d) analitzar la seva estabilitat.

Material de suport:

- Diagrama causal de l'activitat A5.
- Preguntes guia.
- Diagrama d'existències i fluxos de l'activitat A5.
- Sistema d'equacions diferencials del diagrama anterior.
- Implementació computacional (format nlogo).
- Anàlisi d'estabilitat de l'esmentat sistema.

Objectius específics:

- Desenvolupar la capacitat d'abstracció necessària per generar un model amb equacions mínim i implementar-ho a nivell computacional.
- Comprendre i analitzar la seva estabilitat.

A6. INTRODUCCIÓ A LA PROGRAMACIÓ

Descripció:

Es demana que, de forma individual, es realitzin els tutorials del programa utilitzat per a la programació mitjançant agents (i.e. NetLogo).

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Material de suport:

- NetLogo (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>)
- Tutorials NetLogo (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>)

Objectius específics:

- Familiaritzar-se amb el llenguatge de programació i la interfície del programa NetLogo.

A7. EL PROTOCOL ODD I LA SEVA ADOPCIÓ EN L'ÀMBIT CIENTÍFIC

Descripció:

Es demana que, en grups de 4-5 persones, es llegueixin articles científics en els quals es fa servir i no el protocol ODD per a descriure i comunicar models amb agents.

Material de suport:

- Relació d'articles que utilitzen el protocol ODD.
- Relació d'articles que no utilitzen el protocol ODD.
- Preguntes guia.

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Resposta a les preguntes guia en PDF.

Objectius específics:

- Reconèixer el potencial i la utilitat del protocol ODD com a marc de comunicació d'aquest tipus de models d'agents.

Sistema de qualificació

- AV1 Prova escrita parcial de control de coneixements (PE). 35%
- AV2 Prova escrita parcial de control de coneixements (PE). 35%
- AV3 Treballs realitzats al llarg del curs (TR). 30%

480021 - MMSS - Fonaments de Modelització Matemàtica i Sistèmica de la Sostenibilitat

Bibliografia

Bàsica:

Norberg, J.; Cumming, G.S. (eds.). Complexity theory for a sustainable future. New York: Columbia University Press, 2008. ISBN 9780231134606.

Érdi, P. Complexity explained [en línia]. Berlin: Springer, 2008 [Consulta: 19/09/2017]. Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-35778-0>>. ISBN 978-3-540-35777-3.

Grimm, V.; Railsback, S.F. Individual-based modeling and ecology. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2005. ISBN 9780691096667.

Casti, J.L. Would-be worlds: how simulation is changing the frontiers of science. New York: John Wiley and Sons, 1997. ISBN 9780471196938.

Complementària:

Aracil, J. Introducción a la dinámica de sistemas. 3a ed. Madrid: Alianza, 1986. ISBN 8420680583.

Railsback, S.F. Agent-based and individual-based modeling: a practical introduction. Princeton: Princeton University Press, 2011. ISBN 9780691136745.

Miller, J.H.; Page, S.E. Complex adaptive systems: an introduction to computational models of social life. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2007. ISBN 9780691127026.

Altres recursos:

Artículos científicos varios