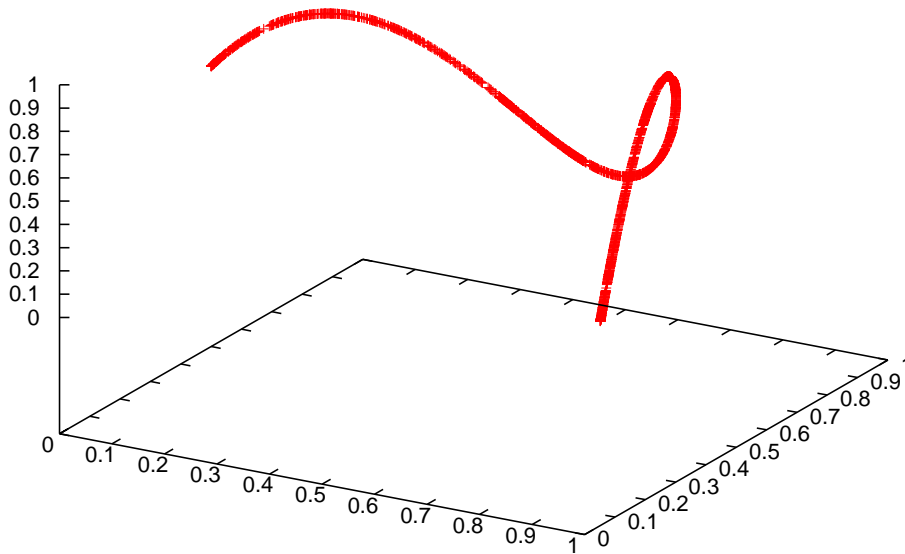


Taller de modelització medi-ambiental

Pla de l'assignatura

Juan Carlos Cañadas* i Jordi Sellarès†

27 de febrer de 2009



*juan.carlos.canadas a upc.edu

†jordi.sellares a upc.edu

1 Dades bàsiques

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Assignatura: | Taller de modelització medi ambiental |
| Tipus: | ALE |
| Crèdits: | 4,5 |
| Nombre de places: | 30 |
| Període d'impartició: | quadrimestral |

2 Definició

La modelització és la tècnica mitjançant la qual podem fer prediccions quantitatives, més o menys aproximades, sobre un determinat fenomen i anar més enllà dels raonaments qualitatius. Habitualment, la modelització d'un problema implica la seva simplificació de manera que la seva resolució estigui al nostre abast però sense que les solucions perdin poder predictiu.

Tot i que els models es defineixen mitjançant expressions matemàtiques, la seva justificació requereix uns bons coneixements de ciències experimentals. Això és particularment cert en el cas del medi ambient, que és un tema multidisciplinar a on intervenen la Biologia, la Física, la Química i la Geologia (sense oblidar tots els aspectes relacionats amb la Tecnologia).

En aquest curs es tractaran algunes de les tècniques matemàtiques que s'utilitzen per modelitzar els fenòmens medi ambientals. També justificarem els models emprats des d'un punt de vista científic i, quan sigui possible, contrastarem els models amb dades reals per establir el seu rang de validesa.

3 Requisits previs

- Coneixements de Càlcul (sèries, derivades i integrals, equacions diferencials).
- Ofimàtica (processador de textos, navegador, ...).

4 Objectius específics de l'assignatura

Es vol que l'alumne es familiaritzi amb tota una sèrie de tècniques de modelització que tenen un doble interès. Per una banda són una mostra de les tècniques més emprades en la modelització mitjançant ordinador. Per l'altra permeten fer prediccions quantitatives en un camp pel qual hi ha una gran sensibilització a la nostra societat.

Els objectius que volem que assoleixi l'estudiant de l'assignatura són els següents:

- Resoldre models basats en equacions de recurrència, equacions diferencials i autòmats cel·lulars.
- Interpretar les solucions. Sistematitzar el comportament qualitatiu de les solucions en funció dels valors dels paràmetres.
- Aplicar els models més importants. Justificar des d'un punt de vista científic les expressions utilitzades.
- Reconèixer certs comportaments universals, com l'aparició del caos determinista o els canvis coneguts com a fenòmens crítics.

5 Continguts

5.1 Descripció dels blocs temàtics

| Blocs temàtics | Crèdits | Descripció |
|----------------|---------|---|
| Unitat 1 | 1.25 | Models de creixement |
| Unitat 2 | 0.75 | Relació entre espècies |
| Unitat 3 | 0.75 | Destrucció de l'hàbitat |
| Unitat 4 | 1.0 | Difusió de contaminants a l'atmosfera |
| Unitat 5 | 0.75 | Difusió de contaminants al sòl |
| Unitat 6 | 0.75 | Difusió de contaminants al medi aquàtic |
| Unitat 7 | 0.75 | Metabolisme i cadenes tròfiques |

5.2 Índex de continguts

Unitat 1: Models de creixement

1. Modelització mitjançant equacions de recurrència
2. Models independents de la densitat
3. Models dependents de la densitat
4. Modelització mitjançant equacions diferencials
5. Versió contínua dels models de creixement
6. Modelització mitjançant autòmats cel·lulars

Unitat 2: Relació entre espècies

1. Modelització mitjançant sistemes d'equacions de recurrència
2. Models discrets
3. Modelització mitjançant sistemes d'equacions diferencials
4. Models continus

Unitat 3: Destrucció de l'hàbitat

1. Concepte de percolació
2. La percolació com a fenomen crític

3. Model d'autòmat cel·lular per a la destrucció de l'hàbitat
4. Efectes de la fragmentació de l'hàbitat

Unitat 4: Difusió de contaminants a l'atmosfera

1. L'atmosfera
2. Meteorologia relacionada amb la contaminació atmosfèrica
3. Transport de contaminació a l'atmosfera
4. Models matemàtics de la dispersió de contaminants

Unitat 5: Difusió de contaminants al sòl

1. Radioactivitat
2. Difusió de contaminants al sòl

Unitat 6: Difusió de contaminants al medi aquàtic

1. El sistema d'aigües superficials
2. Concentració dels contaminants a l'aigua

Unitat 7: Metabolisme i cadenes tròfiques

1. Models lineals
2. Modelització del metabolisme d'una vaca
3. Modelització d'una cadena tròfica

5.3 Objectius d'aprenentatge

Després d'estudiar cada unitat i de realitzar les activitats corresponents, l'estudiant serà capaç de:

Unitat 1: Models de creixement

- Definir el concepte d'equació de recurrència i aplicar-lo a la modelització amb temps discrets.
- Enunciar models independents de la densitat i explicar com es pot emprar l'estocasticitat per reproduir comportaments realistes.
- Presentar el model logístic com el model més senzill que depèn de la densitat.
- Establir analogies entre les equacions de recurrència i les equacions diferencials.
- Descriure la relació entre els models discrets i els seus equivalents continus.
- Definir els conceptes d'autòmat cel·lular i de model extensiu.

Unitat 2: Relació entre espècies

- Estendre els conceptes de modelització mitjançant equacions de recurrència i mitjançant equacions diferencials a espais de vàries variables.
- Distingir entre modelització intensiva i extensiva, quan estudiem més d'una espècie.
- Ampliar els models de creixement d'una espècie per tenir en compte relacions de diferent tipus amb altres espècies.
- Reconèixer el significat dels diferents paràmetres que caracteritzen la interacció entre dues espècies.
- Normalitzar sistemes d'equacions per facilitar el seu estudi.

Unitat 3: Destrucció de l'hàbitat

- Explicar el concepte geomètric de percolació.
- Nomenar les propietats universals de l'estat crític.
- Utilitzar un autòmat cel·lular per modelitzar la destrucció d'un hàbitat.
- Demostrar que els efectes de la fragmentació no són proporcionals a la quantitat d'hàbitat destruït.
- Enunciar els diferents efectes de la fragmentació de l'hàbitat.

Unitat 4: Difusió de contaminants a l'atmosfera

- Identificar les característiques més rellevants de l'atmosfera.
- Distingir i classificar els principals tipus de contaminants atmosfèrics i establir a partir de quina concentració són perjudicials per a la salut.
- Enunciar els principals fenòmens meteorològics que intervenen en la dispersió dels contaminants atmosfèrics.
- Explicar el paper que juguen l'estabilitat i la turbulència atmosfèrica en la dispersió dels contaminants emesos per les xemeneies.
- Raonar les principals idees en que es basen els models numèrics. Llistar les aproximacions i suposicions implícites al model gaussià.

Unitat 5: Difusió de contaminants al sòl

- Enunciar les principals característiques de la radioactivitat i de diversos punts que hi estan relacionats: radionúclids, instal·lacions radioactives, ...
- Descriure els processos que tenen lloc quan un contaminant passa de l'aire al sòl i modelitzar-los adientment.
- Utilitzar un mètode senzill per resoldre numèricament equacions diferencials.

Unitat 6: Difusió de contaminants al medi aquàtic

- Descriure breument el sistema d'aigües superficial.
- Utilitzar models senzills per predir la concentració de contaminants a un medi aquàtic.

Unitat 7: Metabolisme i cadenes tròfiques

- Descriure les motivacions, el rang de validesa i les limitacions dels models lineals.
- Representar gràficament models lineals.
- Predir la quantitat de tòxic que es transferiran a diversos òrgans d'un animal utilitzant un model del metabolisme.
- Utilitzar un model de transferència de matèria al llarg d'una cadena tròfica.

6 Materials de l'assignatura

6.1 Característiques específiques del material didàctic

Per cursar l'assignatura hi haurà els següents materials:

- *Aquest pla de l'assignatura*
- *Les unitats didàctiques*
- *Els guions de pràctiques*
- *Els programes*

Les *unitats didàctiques* estaran disponibles en format PDF al campus virtual. Cadascuna de les unitats didàctiques consta dels següents apartats

- Introducció
- Objectius
- Esquema
- Exposició
- Resum
- Bibliografia
- Activitats
- Exercicis d'autocomprovació

- Solucions dels exercicis d'autocomprovació

Un dels apartats més importants és el d'activitats. N'hi ha de dos tipus, les activitats pròpiament dites, que s'especifiquen en aquest apartat i les pràctiques, que estan recollides en un document apart, anomenat *guió de pràctiques*. Els guions de pràctiques també es podran obtenir al campus virtual. N'hi haurà com a mínim un per a cada unitat i són principalment simulacions a realitzar per ordinador.

Els *programes* que es mencionen als guions es trobaran també al campus virtual. La major part dels programes funcionen a una màquina virtual Java i es distribueixen a un fitxer comprimit JAR, que inclou el seu codi font. Per poder executar-los cal tenir instal·lat a l'ordinador el *Java Runtime Environment* de Sun Microsystems (o qualsevol altra màquina virtual de Java). Les activitats que es poden realitzar tan sols amb aquests programes estan marcades amb una o més “*”, depenent del seu grau de dificultat. Si fa falta utilitzar alguna altra aplicació, apart del JRE, les activitats estan marcades amb un o més “◇”, depenent del seu grau de dificultat.

Al campus virtual hi haurà els enllaços per descarregar totes les aplicacions necessàries.

6.2 Bibliografia

- **General:**

- Antonio L. Torres i Ivan Capdevila (a cura de), *Medi Ambient i Tecnologia*, Edicions UPC, 1988.

- **Unitats 1, 2 i 3:**

- Ian Stewart, *¿Juega Dios a los dados?*, Grijalbo–Mondadori, 1996.
- Jonathan Roughgarden, *Primer of Ecological Theory*, Prentice Hall, 1998.
- Ricard V. Solé i Susanna C. Manrubia, *Orden y Caos en Sistemas Complejos*, Edicions UPC, 1996.
- Alfred J. Lotka, *Elements of Mathematical Biology*, Dover, 1956.

- **Unitat 4:**

- G. Luna Tomás, *La contaminació atmosfèrica*, Generalitat de Catalunya, 1995.
- J.J. La Villa, *Todo sobre el medio ambiente*, Editorial Praxis, 1996.
- L. Echarri, *Ciencias de la tierra y del medio ambiente*, Editorial Teide, 1998.

- **Unitats 5, 6 i 7:**

- J.L. Font, *Dispersión de contaminantes en la biosfera. Modelos do-simétricos*, CIEMAT, 1990.
- J.L. Font et al., *A model of radionuclide transfer from air into fo-odstuff*, CIEMAT, 1994.

7 Metodologia de treball

7.1 Ús del campus virtual

El campus virtual de la UPC, conegut com a *Atenea*, està basat en la plataforma *Moodle* i per tant resultarà familiar a gairebé tothom. Té varies funcionalitats que descriurem tot seguit.

En primer lloc funciona com a repositori de fitxers de tota mena (documents, enllaços, àudio, ...). En el nostre cas, l'utilitzarem per posar a la vostra disposició el material didàctic que s'ha esmentat abans. Aquest material el podreu trobar a l'apartat *recursos*.

Atenea també serveix per gestionar els lliuraments que heu de fer. Per a cada unitat s'haurà de lliurar un informe seguint les indicacions del proper apartat. A l'apartat *tasques* podreu veure els informes que teniu pendents i les dates límit. Les notes les trobareu a l'apartat de *qualificacions*

Un apartat interessant és el de *fòrums*. Les preguntes sobre qüestions didàctiques s'han d'enviar obligatòriament a aquest apartat de manera que les explicacions estiguin a l'abast de tots els estudiants. De fet, si creieu que sabeu la resposta podeu contestar sense esperar que ho faci el professor. De fet, es valorarà aquest tipus de participació a l'avaluació final.

Recordeu que és molt important, quan pregunteu un dubte, que identifiqueu molt clarament en quin material i en quin lloc es troba el punt que no enteneu. També es preferible fer preguntes concretes, encara que això signifiqui fer-ne més.

Les úniques qüestions que s'han de dirigir directament als professors són les que afectin només a la persona interessada (per exemple, revisió de notes, problemes amb la metodologia, ...). Podeu utilitzar el correu electrònic per fer-ho, ja sigui directament o mitjançant Atenea.

A l'apartat *perfil* podeu modificar el vostre perfil. És recomanable que com a mínim hi poseu un foto i un breu comentari de presentació.

Finalment, comentar que hi ha un *esquema per temes* que integra tots aquests elements i que segurament serà des d'on hi accedireu més fàcilment.

Es podran utilitzar altres funcionalitats, però les que s'han comentat són les més importants.

7.2 Lliurament dels informes

La base de l'assignatura són les activitats que s'han de realitzar. Algunes es troben al seu apartat de la *unitat didàctica*. Altres, es troben al *guió de pràctiques* que complementa cadascuna de les unitats. Per obtenir l'aprobat s'han de realitzar totes les activitats de la unitat didàctica i les activitats del guió de pràctiques marcades amb una sola "*". La resta d'activitats són per millorar la nota.

Es redactarà un informe de pràctiques que s'enviarà al professor no més tard de dues setmanes després de la data en que, segons la temporització, s'acaba l'estudi de la unitat.

Prèviament, s'haurà d'haver estudiat el contingut teòric de la unitat. Recomanem fer les activitats contingudes a la unitat simultàniament a aquest estudi. Amb aquesta finalitat, al text hi constarà a partir de quin punt esteu preparats per fer cada activitat.

Els informes s'hauran de presentar en forma de fitxer PDF, per evitar que una incompatibilitat presenti un document d'una manera diferent a com es va crear. Al campus virtual hi haurà les instruccions i els enllaços a les aplicacions necessàries per generar fitxers PDF a partir de qualsevol processador de textos.

En qualsevol cas, els noms de tots els fitxers han de contenir el nom de l'autor i la unitat, sense espais ni caràcters internacionals (accents, dièresis, ç, ñ, ...). Per exemple:

- JuanCarlosCanadas-Unitat1.pdf
- JordiSellaes-Unitat5.pdf

8 Temporització

| | Inici | Final | N. de setmanes |
|---|-------|-------|----------------|
| Unitat 1: Models de creixement | 02-03 | 20-03 | 3 |
| Unitat 2: Relació entre espècies | 06-04 | 17-04 | 2 |
| Unitat 3: Destrucció de l'hàbitat | 20-04 | 01-05 | 2 |
| Unitat 4: Difusió de contaminants a l'atmosfera | 23-03 | 03-04 | 2 |
| Unitat 5: Difusió de contaminants al sòl | 06-04 | 17-04 | 2 |
| Unitat 6: Difusió de contaminants al medi aquàtic | 20-04 | 01-05 | 2 |
| Unitat 7: Metabolisme i cadenes tròfiques | 04-05 | 15-05 | 2 |

Les unitats 1,4 i 7 s'han de realitzar obligatòriament. També caldrà escollir entre fer les unitats 2 i 3 o les unitats 5 i 6.

9 Requeriments presencials

Aquesta assignatura no té requeriments presencials. Hi haurà una sessió de xat el dia 7 de març de 2009 a les 12:00h. La participació és voluntària i es podrà fer des d'Atenea. En el transcurs de la sessió es presentarà l'assignatura i es resoldran els dubtes que hi pugui haver sobre el material i els programes. Si calgués, es farien més sessions al llarg del curs.

10 Avaluació

Avaluació continuada al llarg del curs. Les activitats dels guions de pràctiques comptaran un 60% de la nota i les altres activitats (les que són a les unitats) un 30%. El 10% restant serà la valoració de les participacions als debats del campus virtuals.