
PRESENTACIÓN



La definición más simplista de la interdisciplinaridad podría resumirse como “interacción entre dos o más disciplinas”, pero este punto de vista es extremadamente *naïf* y podría llevarnos a error. Además de una interacción entre las disciplinas debe de existir intercomunicación y enriquecimiento recíproco entre ellas. En los cuales los currículos oficiales de nuestro país, tras un listado de áreas de conocimiento, se incide en la necesidad de que los contenidos se deben incorporar al proceso educativo en un enfoque globalizador para así permitir abordar los problemas, situaciones y acontecimientos dentro de un contexto y en su totalidad.

Muchos autores a lo largo de las últimas décadas han planteado diferentes formas de aplicar la interdisciplinaridad para que ésta fuese más eficaz en el aula. Follari, [8], señaló dos modalidades básicas de interdisciplinaridad, una más enfocada a la conformación de un nuevo objeto teórico entre dos ciencias previas, y una segunda basada en aplicar a un mismo objeto práctico de elementos teóricos de diferentes disciplinas; es esta segunda forma de ver la interdisciplinaridad la que muchos autores posteriores han apoyado y la que creemos puede ser la manera de hacer coincidir las diferentes disciplinas alrededor de un mismo contenido concreto y así ser más productiva en el aula.

El alcance de la aplicación de la interdisciplinaridad es tal que algunos autores aseguran que ésta es uno de los medios para que todos accedan al saber global, y por tanto para que una sociedad sea libre, [2]. Es importante que los currículos oficiales incluyan e insistan sobre la necesidad de la interdisciplinaridad, así como que la comunidad científica se plantee su significado concreto, definición o formas de desa-

rollarla. Pero para que la interdisciplinaridad y la globalización del currículo sea un hecho, además y sobre todo se necesita que el profesorado esté dispuesto a llevarlo a cabo y plasmarlo en el aula.

Está claro que existen limitaciones y dificultades y que éstas vienen ya impresas en el currículo oficial puesto que éste tiende a presentar el conocimiento dividido en compartimentos disciplinares, además de las dificultades propias de los comportamientos de los especialistas académicos, muchos de los cuales pueden ver el hecho de la interdisciplinaridad como una intromisión en su campo de conocimiento y de aceptarla, suele ser a partir de un saber centrado en la disciplina que ellos dominan (nada más lejano de la idea que nos ocupa).

En el segundo ciclo de la titulación Licenciado en Biología de la Universidad de Jaén, se imparten diferentes asignaturas que, aunque presentan contenidos muy distintos, y a su vez necesarios para la formación integral de un/a Biólogo/a, en ellas subyace una metodología y abordaje común: las aplicaciones Biomatemáticas. Dada la base como herramienta común, así como la dificultad intrínseca del razonamiento abstracto matemático, los profesores que participamos en la docencia de las mismas hemos considerado oportuno el planteamiento de un Proyecto de Innovación Docente basado en la coordinación de las aplicaciones matemáticas en los campos de conocimiento propios de dichas materias. A continuación se indican las asignaturas implicadas y los profesores con docencia en las mismas:

- Bioquímica y Biología Molecular: *Juan B. Barroso Albarracín*
- Biología Celular e Histología Aplicada: *Francisco J. Esteban*
- Genética Aplicada: *Mónica Bullejos Martín*
- Genética de Poblaciones: *Antonio Sánchez Baca*
- Geobotánica: *Eusebio Cano Carmona*
- Gestión de Pesca Continental y Caza, y Parasitología Animal: *Jesús M. Pérez Jiménez*
- Metodología de Evaluación de Ecosistemas: *Julio Alcántara Gámez*
- Modelos Matemáticos en Biología: *Juan Navas Ureña, José M. Quesada*
- Pastos y Forrajes: *Antonio García Fuertes*

Para el desarrollo del proyecto hemos contado con la colaboración de alumnos de segundo ciclo que durante el curso 2005/06 han estado matriculados en Modelos Matemáticos en Biología y en algunas otras de las asignaturas que son objeto de coordinación. Concretamente, han participado *Irene de la Haza Campaña, Carmen María Conejero Villa, Jesús Cobo Molinos, Isabel Endrino Martínez, Araceli García Castro, Macarena Garrido García, Eva Garrido Palomera, Judith M. Martínez Funes, Dévora Martos Pérez, Irene Montes Valcárcel, Ismael Rodríguez de la Rosa,*

Purificación Sánchez García, Marta Sánchez Sánchez, y Carlos Serrano Sánchez. También ha participado en el proyecto el investigador y colaborador del Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología, *Emmanuel Serrano Ferrón*, que tiene una experiencia acreditada en modelos biológicos.

Por todo lo expuesto, el proyecto que hemos desarrollado se planteó cubrir los siguientes objetivos:

1. La creación de un grupo de trabajo interdisciplinar que desarrollara y coordinara los contenidos afines de asignaturas que incluyen aplicaciones Biomatemáticas.
2. La inclusión de dichos contenidos en la web de la Universidad de Jaén de modo que queden a disposición de profesores y estudiantes de las diferentes asignaturas implicadas.

La metodología utilizada a lo largo del proyecto ha sido la siguiente: los ejemplos concretos que se han utilizados, y que aparecen en el presente trabajo se seleccionaron mediante reuniones periódicas del grupo de trabajo formado por profesores y estudiantes, sobre la base de los previamente utilizados de modo particular en cada una de las materias. Se ofreció la oportunidad de desarrollo de todos ellos y se seleccionaron sólo aquellos con carácter y coherencia multidisciplinar; se ha tenido en cuenta la opinión de los estudiantes que han cursado las asignaturas objeto de coordinación. Una vez seleccionado el modelo, el profesor responsable de la asignatura, ha enunciado el problema y lo ha resuelto desde la perspectiva propia de su asignatura. Posteriormente los profesores de Modelos Matemáticos en Biología lo analizaron desde el punto de vista matemático con el objetivo de extraer del mismo los parámetros de aplicación biológica y de obtención de implicaciones teóricas del modelo. Por último, se realizó una nueva puesta en común y se redactó la versión definitiva que presentamos en este volumen. Dicha versión también está disponible en formato digital y en la web junto con todo el material auxiliar elaborado, y puesto a disposición del profesorado y de los estudiantes.

La palabra modelo puede tener múltiples interpretaciones, nosotros la entenderemos en el sentido dado por el profesor *Sixto Ríos*, [18]:

”un modelo es un objeto, concepto o conjunto de relaciones, que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica”.

Si en un fenómeno biológico somos capaces de distinguir ciertos procesos y llegamos a encontrar las relaciones que existen entre ellos, entonces estaremos en condiciones de construir unas ecuaciones que lo describan y a las que llamaremos un modelo matemático de dicho fenómeno biológico.

Como es natural, podemos construir de un mismo suceso biológico muchos modelos matemáticos diferentes entre sí, cuyo grado de eficiencia dependerá del conocimiento

que tengamos de los procesos que se investigan y de nuestras posibilidades de experimentar.

Los métodos que se utilizan para entender y estudiar un fenómeno biológico van desde la construcción de un modelo matemático o bien el uso del método científico, el cual está basado en:

- La observación y en la descripción
- Desarrollo de hipótesis o explicaciones
- Comprobación por experimentación de dichas hipótesis
- Aplicación de estos conocimientos para resolver problemas específicos parecidos.

La mayoría de los modelos que presentamos han sido analizados haciendo uso de la Dinámica de Sistemas, creada por J. Forrester a finales de los años sesenta. Esta herramienta suministra un lenguaje que permite establecer las relaciones que se producen en el seno de un sistema y expresar como se genera su comportamiento. Detrás de todo ello se encuentran las ecuaciones diferenciales, cuyas soluciones numéricas muestran la dinámica del sistema que se ha representado. El modelado se realiza a través del Diagrama causal o de Forrester, formado fundamentalmente por tres elementos: niveles, flujos y variables auxiliares. La simulación se ha realizado con **Vensim**[®] ya que es un programa fácil de utilizar para construir y posteriormente simular un sistema dinámico. También se han utilizado los programas: **Mathematica**[®], **Maple**[®] y **Populus**[®].



Bibliografía

- [1] ALLMAN E.S.; RHODES J.A. *Mathematical Models in Biology. An Introduction*. Cambridge University Press (2004)
- [2] ARANA J. Seminario impartido en Palencia el 5 de abril de 2001.
- [3] BORRELLI R.; COLEMAN C.S. *Ecuaciones diferenciales. una perspectiva de modelización*. Oxford University Express, Mexico, (2002).
- [4] BRITTON N.F. *Essential Mathematical Biology*. Springer-Verlag, London, (2003).
- [5] CAUGHLEY G. *Mortality patterns in mammals* Ecology, **47**, 906-918, (1966).
- [6] DE L HAZA I.; COBO-MOLINOS J.; GARRIDO-GARCÍA M. NAVAS J.; RUEDA P.; TORRES C.; CARÚZ A.; ESTEBAN F.J. *Fractal dimension of U373 astrocytoma cells in DMEM or RPMI cultures*. HarFA -Harmonic and Fractal Image Analysis 94-96, (2005). [http : //www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download_ejournal/221.Haza.pdf](http://www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download_ejournal/221.Haza.pdf)
- [7] ESTEBAN F.J.; NAVAS J.; JIMÉNEZ J.P.; QUESADA J.M.; GOÑI J.; VÉLEZ DE MENDIZÁBAL N.; VILLOSLADA P. *System Dynamics as a tool in Stem Cells/Tissue Engineering*. Histology and Histopathology, Suppl. 1, 150-151, (2005).
- [8] FOLLARI, R. *Interdisciplinaridad, espacio ideológico*. Simposio sobre Alternativas Universitarias, UAM-Azcapotzalco, México. (1980).
- [9] FORESTER, J.w. *Principles of Systems*. SMIT Press, Cambridge, M.A.(1968).
- [10] Galach, M., *Dynamics of the tumor-immune system competition. The effect of time delay*, Int. J. Appl. Math. Comput. Sci., Vol. 13, n^o 3, 395-406, 2003.
- [11] LEMAIRE V.; TOBIN F.L.; GRELLER L.D.; CHO C.R.; SUVA L.J., *Modeling the interactions between osteoblast and osteoclast activities in bone remodeling*, Journal of Theoretical Biology, 229, 293-309, 2004.
- [12] LI B.L., , Ecological Modelling, 132, 33-50, 2000.

- [13] MANDELBROT B., *The Fractal Geometry of Nature*, Eds. W.H.Freeman and Company, New York, (1983).
- [14] MARTÍN-GARCÍA J., *Teoría y Ejercicios Prácticos de Dinámica de Sistemas*, Barcelona, (2003).
- [15] MARUSIC M., BAJZER Z., FREYER J.P.; VUC-PAVLOVIC, S. *Analysis of growth of multicellular tumour spheroids by mathematical models*. Cell, Prolif., **27**, 73-94, (1994).
- [16] NAVAS J.; QUESADA J.M.; GOÑI J.; VÉLEZ DE MENDIZÁBAL N.; VILLOSLADA P.; ESTEBAN F.J.; *Glioma-Immune evasion: a system dynamics approach*. proceedings of the II International Conference on Computational Bioengineering, 699-710, Rodrigues et al. (Eds.), IST Press, ISBN: 972-8469-37-3, (2005).
- [17] ORTEGA H. *Un modelo logístico para el crecimiento tumoral en presencia de células asesinas*. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, volumen **XX**, nº 3, 61-67, (1999).
- [18] RIOS, S. *Modelización*, Alianza Universidad, Madrid, (1995).
- [19] WARTON D.A.; GRAHAM W. *An approach to the teaching of host-parasite population modelling*. International Journal for Parasitology vol. 19; 451-45, (1989).