HENARES, Rev. Geol., 2: 445-453 (1988)

REPERCUSION DE LOS CAMBIOS CONCEPTUALES Y METODOLOGICOS EN LA ENSEÑANZA DEL SUELO

Ana Jesús Hernández Sánchez.- Departamento de Geología (Ecología).
UNIVERSIDAD DE ALCALA DE HENARES (Madrid).

RESUMEN

En los últimos quince años y debido a la trayectoria de nuestra investigación científica y educativa, hemos tenido la oportunidad de experimentar distintas programaciones didácticas del tema del suelo. Este trabajo presenta los diferentes enfoques conceptuales y metodológicos que se han ido dando acerca del mismo, tanto para alumno de bachillerato como universitarios: el suelo como sustrato y como medio (edáfico), como asiento de la vida, como tema de ciencia integrada, como compendio de factores edáficos para ecosistemas terrestres, como recurso natural, o bien como investigación de un ecosistema, o la importancia del estudio de interacciones e interfases para el conocimiento de un ecosistema a través del modelo edáfico.

Los resultados obtenidos conducen a reafirmarnos en una metodología sistémica para la enseñanza de cualquier entidad natural, en la que la interrelación se asocie con la interacción. Ello obliga a irse aproximando cada vez más a una interdisciplinariedad interactiva, porque desde distintas ciencias abordamos unos mismos conceptos. Quizá en esto se encuentren razones profundas que fundamenten la Geología como área interdisciplinar.

ABSTRACT

During the last fifteen years and due to the trajectory of our scientific and educational investigation, we have had the opportunity of experimenting different didactic programmes on the subject of soil. This paper presents the different conceptual and methodological approaches that have been turning up about it, for high-school, as veel as, for university students: the soil as substratum and as environment (edaphic), as support for life, as subject of integrated science, as compendium of edaphic factors for terrestrial ecosystems, as natural resource, or as investigation of an ecosystem, or the importance of the study of interactions and interfaces for teh knowledge of an ecosystem through the edaphic model.

The obtained results lead us to reaffirm ourselves about a systemic methodology for the teaching of any natural entity, where there is an association between interrelation and interaction. That compeles us, more and more, to an interactive interdisciplinary approach, as we board the same ideas from different sciences. Perhaps, in this we find deep reasons to set up the Geology as an interdisciplinary area.

INTRODUCCION

Los avances de la ciencia, la aparición de cosmovisiones nuevas, los cambios en las valoraciones, hacen que nuestros conceptos cambien, que las palabras que usamos para nombrarlos adquieran significados nuevos. Además, sabemos que el problema de la adquisición del conocimiento se plantea hoy en términos de interacción entre los factores que permiten la adquisición del conocimiento y aquéllos que posibilitan su replanteamiento, su demolición y su nueva estructuración. En definitiva, se puede decir que los conceptos tienen vida y van cambiando con la historia de los hombres. De todo ello se desprende la atención que debe prestar el profesor de una disciplina a los cambios conceptuales que sobrevienen en la ciencia que enseña.

El trabajo que exponemos a continuación tiene por objeto presentar lo que ha supuesto un cambio en el enfoque de estudio para una entidad natural como es el suelo. Ello ha implicado una evolución en la forma de presentar su contenido en las materias curriculares que hemos impartido. la trayectoria de nuestra investigación ha permitido tener una fundamentación científica como para experimentar distintas posibilidades didácticas respecto al suelo.

No obstante, pensamos que la búsqueda de la calidad de enseñanza de cualquier disciplina, deberá pasar por la incorporación de los distintos cambios conceptuales y/o metodológicos que se vayan produciendo en el seno de la ciencia. Por esta razón creemos que es más importante prestar atención a los procesos de las programaciones didácticas que a los aspectos conclusivos que pudieran desprenderse de las mismas para ser ofrecidos al profesorado con ánimo de ser continuadas "sensu strictum".

EL MARCO CONCEPTUAL Y METODOLOGICO PARA EL ESTUDIO DEL SUELO

En los últimos quince años la investigación sobre el suelo ha evolucionado conceptualmente desde un enfoque marcadamente descriptivo o agrícola hacia una perspectiva y terminología de mayor significado ecológico. Ahora bien, veamos algunas cuestiones relativas a las principales características que han sido subrayadas al respecto.

Si comparamos un medio edáfico con la imagen esquemática del ecosistema, veremos que la correspondencia es muy incompleta. En efecto, la capacidad autótrofa del suelo es muy limitada, no puede asegurarse la energía necesaria para su funcionamiento, ya que debe depender fundamentalmente de los aspectos energéticos del sistema superior. Por consiguiente, afirma DI CASTRI (1970) la expresión "ecosistema del suelo" en sentido estricto, corresponde más propiamente a un subsistema endógeno que, sólamente por la integración con un subsistema epigeo, dará lugar a un ecosistema terrestre autosuficiente y autorregulado. entre estos dos subsistemas se establece un flujo recíproco de energía, el más fuerte se verifica hacia el subsistema endógeno.

Por consiguiente, el suelo hoy no es utilizado bajo la acepción de sustrato-superficie, que tanto ha primado en los textos de ecología de las pasadas décadas. El término sustrato se usa más específicamente en bioquímica y microbiología para definir la sustancia sobre la que actúa el enzima.

Ha sido a partir de la formulación de la Teoría General de Sistema (BERTALANFFY, 1968), cuando se han desarrollado útiles conceptuales específicos con los que abordar el estudio de sistemas (ARACIL, 1986). El suelo, entendido bajo esta nueva perspectiva metodológica se valora como un subsistema de manifiesta importancia en los ecosistemas terrestres (DI CASTRI, 1970 y 1984; MILES, 1985), adquiriendo un interés creciente los trabajos sobre Ecología del suelo (WITKAMP, 1971; LOSSAINT, 1975 y 1985). No obstante, la complejidad de los suelos hace que continuamente se investigue sobre los factores que mejor configuran su estructura y dinámica que, a su vez, son consecuencia de las interacciones que tienen lugar entre los distintos subsistemas (DI CASTRI, 1981; URRICH, 1984; MARGALEF, 1985).

Se podría decir que la base conceptual más moderna para el estudio del suelo es la idea de subsistema, ya que desde el punto de vista sistémico se está obligado a tener presente el hecho de que si se quiere saber algo no puede pretenderse conocer todo. Sabemos, que los subsistemas, según establece la T.G.S., pueden ser relativamente simples o complejos, estables o inestables, adoptar muchos estados distintos, o variar algunas de sus propiedades. En cuanto a sus interrelaciones, éstas pueden ser mutuas o unidireccionales, lineales o no, intermitentes o no. En general, tanto el comportamiento como las propiedades de los subsistemas inciden en le sistema, el que a su vez tiene propiedades y un comportamiento propio cuyos efectos se hacen sentir en cada uno de los subsistemas.

También es conocido que en todo sistema hay subsistemas que tienen más importancia que otros, ya que la interacción que media entre los últimos no significa, obligatoriamente, que cada uno posea la misma gravitación. La importancia de cualquier subsistema puede recorrer la gama que va de la insignificancia a la primacía abrumadora y ésto está relacionado con la capacidad de cambio que puede provocar en el complejo la alteración de uno de esos subsistemas, ya sea por sí mismo o a través de otro subsistema. El comportamiento final de un sistema tiene mucho que ver con la manera en que se relaciona con el sistema mayor del cual forma parte (FRANCIA, 1984).

Por lo que respecta al suelo como subsistema endógeno, hay que decir que está dotado de una gran madurez y complejidad. Es probablemente el medio ecológico que soporta la más alta diversidad específica. Lógicamente, este susbistema es rico en interacciones. Precisamente la búsqueda de las interrelaciones que se desarrollan a nivel edáfico es una de las líneas de mayor actualidad para el conocimiento sistémico del suelo (FITTER et al., 1985; INGHAM et al., 1985; JEFFREY, 1987).

Una acepción también muy utilizada es la del suelo como recurso natural. Los procesos que tienen lugar bajo su superficie son de gran importancia debido a que una parte sustancial de los ciclos biogeoquímicos que existen en los ecosistemas tienen lugar a este nivel (ULRICH et al., 1984; HEAL y DIGHYTON, 1985). Anualmente se incrementa el número de publicaciones que tratan de conocer el impacto ambiental de las perturbaciones ocasionales por el hombre (roturación, fuego, talas, adicción de biocidas, etc.) en las biocenosis edáficas o sobre otros aspectos que conducen a una fuerte erosión de los suelos.

Lo que acabamos de señalar puede

servir brevemente para un encuadre de las acepciones más utilizadas acerca del término suelo (como medio edáfico, como componente de ecosistemas o como recurso natural) así como sobre la perspectiva metodológica (enfoque sistémico) con lo que en la actualidad parecen abordarse cualesquiera de los contenidos aludidos.

REPERCUSION DEL CAMBIO CONCEPTUAL Y METODOLOGICO EN NUESTRAS PROGRAMACIONES DOCENTES SOBRE EL TEMA DEL SUELO

1.- Resultados a nivel de enfoque conceptual.

El cuadro 1 sintetiza los distintos enfoque del suelo que han sido contemplados en distintas programaciones diseñadas y realizadas por nosotros a lo largo de los últimos quince años. No es posible entrar en detalles de cada una de ellas, si bien nos fijaremos en los aspectos que puedan conducirnos a algunas hipótesis de carácter generalizador para el tema que nos ocupa.

El enfoque marcadamente edafológico (composición, clasificación, etc., del suelo) o biológico (desde la microbiología del suelo) impregnaban los textos de la ecología general en los albores de los setenta cuando incluían este tema. Así era frecuente encontrar el suelo desde el punto de vista de sustrato o de medio con un contenido descriptivo en las líneas mencionadas. El programa que elaboramos para esta asignatura en la Universidad de Salamanca durante 1973-74 incluía el citado tema con estas características.

El programa oficial para las Ciencias Naturales de 1º de B.U.P., cuyo primer curso se imparte con caracter obligatorio en nuestro país el 1975-76, introduce al final del temario de la Geología el tema titulado "El suelo: asiento de la vida". Se puede observar como el marco conceptual parece ser básicamente el de sustrato. Desde una perspectiva que considerábamos más ecológica nos propusimos avanzar en el tratamiento didáctico del tema señalado.

Experimentamos una programación del suelo basada en la idea de "integración" de conocimientos de distintas disciplinas: Geología, Botánica, Zoología, Microbiología y Agricultura (HERNANDEZ, 1978). La programación concreta llevada a cabo con alumnos de 1º de B.U.P. durante el curso 1975-76 puede observarse en el cuadro 2.a. y 2.b. Se abordó en la segunda quincena de Marzo después de haber estudiado toda la geología, la citología y microbiología, la botánica y una introducción a los animales metazoos. La principal conclusión obtenida por parte de los alumnos después de esta experiencia fue que el "suelo era una frontera en las Ciencias Naturales, tanto para la Geología como para la Botánica". Esta expresión venía a insertarse mejor en la idea de fronteras e interfases en la dinámica del ecosistema, según se abordaba en la entonces reciente obra "Ecología" de Margalef (1974). Así mismo se nos presentaba el suelo como una entidad de referencia conceptual para el estudio de los sistemas asimétricos continuando con las perspectivas del mencionado profesor. Sin embargo, no precisábamos de útiles metodológicos por estas fechas para abordar estas cuestiones.

La reflexión realizada a partir de la programación aludida, hizo plantearnos el tema desde el objetivo de aproximar al alumno al conocimiento del ecosistema. A partir de un proyecto de integración de la Geología y la Biología para 1º de B.U.P. (HERNANDEZ y GOMEZ, 1983) se encuadra el suelo en un contexto cuyo enmarque conceptual puede observarse en el cuadro 3.a. y 3.b. La programación concreta y detallada de todas las actividades llevadas a cabo para conseguir el objetivo propuesto, se encuentran en la última publicación citada. Los resultados arrojaron luz sobre el proceso de la enseñanza/aprendizaje acerca de los componentes de un ecosistema.

Desde estas premisas y después de los años de investigación en el Instituto de Edafología del C.S.I.C. en Madrid, encuadramos en el programa de Ecología de la Universidad de Alcalá de Henares (curso 1983-84) un tema titulado "Suelos como componentes de ecosistemas", que nos pareció más propio para un enfoque de Ecología General y respondía también a algunas de las hipótesis de nuestro trabajo (HERNANDEZ, 1985). Hubo dificultades de comprensión por parte de los estudiantes dado que no habían estudiado nada de edafología y el tiempo dedicado al tema (tres horas de clase teórica) fue insuficiente para la profundidad que se requería en esta asignatura. El curso posterior nos obligó a ampliar el contenido y el tiempo, dedicando dos temas del programa: estudio del "suelo como compendio de factores edáficos en ecosistemas terrestres" y el "suelo como recurso natural". Obviamente encuadrados en distintas partes del programa. Así mismo fueron objeto tanto de clases teóricas como de clases prácticas.

El hecho de haber introducido contenidos nocionales de edafología a través de la asignatura de Geografía Física y las posibilidades didácticas que vislumbramos a partir de la experiencia anterior, nos llevó a experimentar un nuevo enfoque del suelo en la programación: como ejemplo de ecosistema, después de haber introducido teóricamente los conceptos y principios básicos de este sistema ecológico. Consideramos que este acercamiento concreto a las abstracciones planteadas sobre el ecosistema, antes de comenzar a profundizar sobre los componentes del mismo, ha tenido resultados positivos para la asignatura de Ecología si bien no es del todo adecuado por lo que respecta al enfoque del suelo,

EL SUELO COMO SUSTRATO Y COMO MEDIO (EDÁFICO)	Programación Ecología U.S. Cursos 73-74 y 74-75.
EL SUELO: ASIENTO DE LA VIDA	Programa oficial de C.N. para 1º B.U.P.
EL SUELO: UN TEMA DE CIENCIA INTEGRADA	Programación 1º B.U.P. Curso 75-76.
INVESTIGACIÓN DE UN ECOSISTEMA: EL SUELO	Programación B.U.P. Curso 76-77.
SUELOS COMO COMPONENTES DE ECOSISTEMAS	Programación Ecología. U.A.H. Curso 83-84.
EL SUELO COMO COMPEDIO DE FACTORES EDÁFICOS PARA ECOSISTEMAS TERRESTRES EL SUELO COMO RECURSO NATURAL	Programación Ecología U.A.H. Curso 84-85.
EL SUELO COMO EJEMPLO DE ECOSISTEMA	Programación Ecología. U.A.H. Curso 85-86.
EL SUELO	No entra en la programación de la Ecología. Curso 86-87.
IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE INTERACCIONES E INTERFASES PARA EL CONOCIMIENTO DE UN ECOSISTEMA: EL MODELO EDÁFICO	Módulo de Innovación en el programa de Ecología.

CUADRO 1.- Enfoques del suelo contemplados en distintas programaciones.

(U.S., Universidad de Salamanca; U.A.H., Universidad de Alcalá de Henares).

Objetivos

- Estudiar científicamente el suelo del municipio de Monforte de Lemos (Lugo) donde se ubica el Instituto de Bachillerato.
- Comparar los datos obtenidos en nuestra investigación con los ya conocidos sobre los suelos de Galicia.
- Comprender la importancia de los seres vegetales que utilizan este suelo en relación con la agricultura gallega.

Contenidos

a) Constitución y composición del suelo.
b) Factores más importantes que afectan a nuestro suelo.
c) Estructura, color y perfil del suelo.
d) Las bacterias del suelo.
e) Otros organismos, animales, presentes en el suelo.
f) El suelo es un ecosistema.
g) Las plantas autóctonas de nuestro suelo.
h) ¿Cómo mejorar el suelo?

Metodología

Dado que el grupo de clase de primero se encuentra dividido en equipos de trabajo, con arreglo a diversas ramas de las Ciencias Naturales, cada uno de ellos se encarga de estudiar los distintos apartados del contenido propuesto.

Equipo de Geología	Apartados a), b) y c)
Equipo de Botánica	" b), g) y h)
Equipo de Zoología	" b) y e)
Equipo de Microbiología	Apartado d)
Equipo de Ecología	" f)

Material

- Muestras de suelo de todas las zonas verdes de Monforte.
- Material de vidrio del laboratorio de Ciencias Naturales.
- Material químico del laboratorio de Ciencias Naturales.
- Mapa de suelos de la Península Ibérica.
- Cuaderno monográfico "El suelo", de Neviani. Avance, Barcelona, 1975.
- Claves de determinación de pequeños organismos del suelo, el mantillo y las charcas. "Proyecto Nuffield". Omega, Barcelona, 1972.
- Cámara fotográfica.

Duración

Días 14, 15, 16, 17 y 18 de marzo.

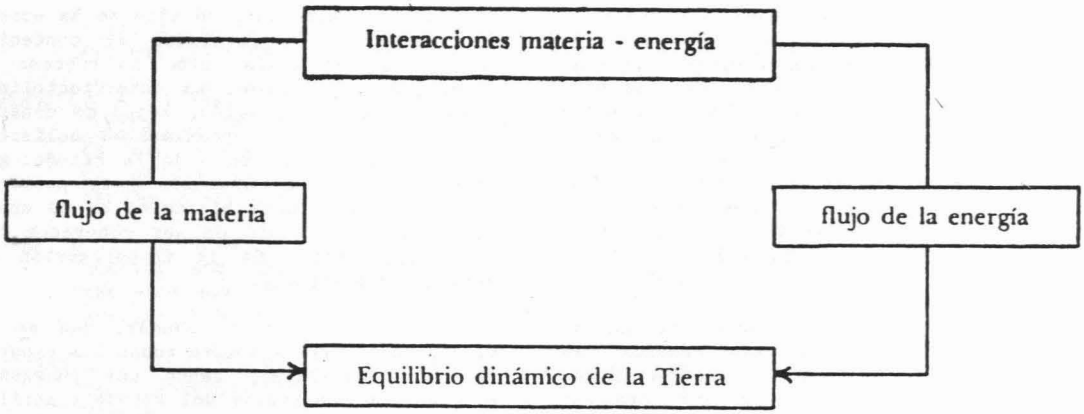
CUADRO 2.a.- Programación para Ciencias Naturales - 1º de B.U.P. Curso 1.975-76.
El suelo: un tema de ciencia integrada.
Esquema de la programación.

ACTIVIDAD	OBJETIVOS	AGRUPAMIENTO	LUGAR	TIEMPO
— Motivación. — Decoración del laboratorio. — Organización del trabajo.	1, 2 y 3	Gran Grupo (toda la clase)	Laboratorio	1/2 hora de clase del día anterior al comienzo de la actividad
— Recogida de doce muestras de suelo. — Anotaciones de las observaciones del suelo in situ. — Recogida de seres vegetales y animales.	1 y 3	Simultáneamente equipos de tres o cuatro alumnos	Campo	Hora de clase (lunes)
— Análisis geológico del suelo. — Consultas bibliográficas sobre microbiología del suelo. — Estudio y prensado de plantas. — Estudio de los datos meteorológicos. — Ordenación de seres animales.	1	Simultáneamente equipos de ocho alumnos	Laboratorio	Hora de clase (martes)
— Anotación de datos observados en las muestras. — Observación de seres microscópicos. — Estudio del mapa de suelos. — Elaboración de gráficos. — Clasificación de vegetales.	1 y 2	Simultáneamente equipos de ocho alumnos	Laboratorio	Hora de clase (miércoles)
— Elaboración por escrito de la realización del trabajo. — Clasificación de animales. — Preparación del herbario.	1, 2 y 3	Simultáneamente equipos de ocho alumnos	Laboratorio	Hora de clase (jueves)
— Elaboración de conclusiones entre todos los equipos. — Redacción final de la actividad y preparación de la exposición del material.	1, 2 y 3	Simultáneamente equipos de ocho alumnos	Laboratorio	Hora de clase (viernes)
— Exposición pública de las muestras, seres, metodología y conclusiones de la actividad.		Equipo de cinco alumnos y a continuación el resto de la clase	Aula de conferencias del instituto	1 hora (fuera de clase) (viernes)

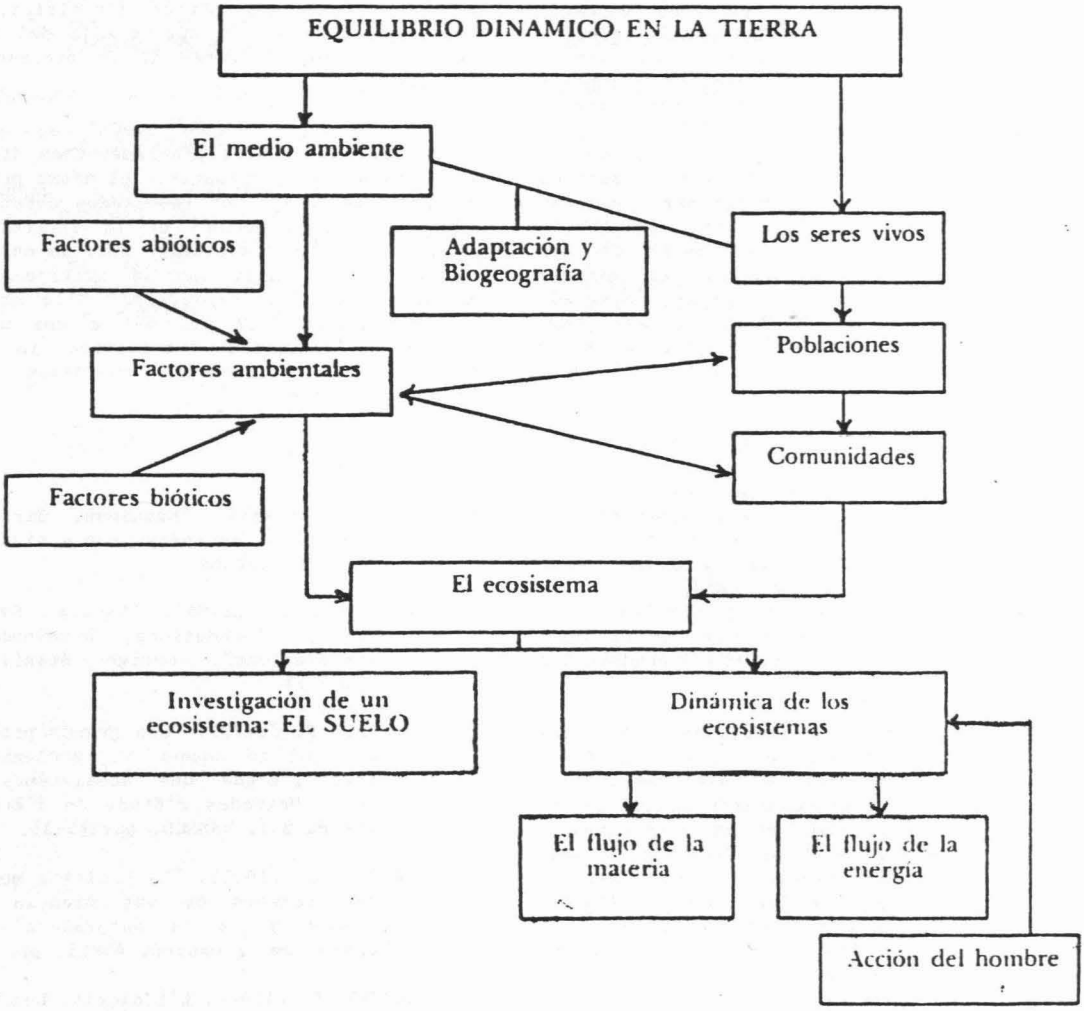
CUADRO 2.b.- Programación para Ciencias Naturales - 1º de B.U.P. Curso 1.975-76.

El suelo: un tema de ciencia integrada.

Secuencia de las actividades.



Cuadro 3.a.-



Cuadro 3.b.-

CUADRO 3.- Programación para Ciencias Naturales - 1º de B.U.P. Curso 1.976-77.

"Investigación de un ecosistema: el suelo"

a.- Esquema del contenido del núcleo de aprendizaje donde se inserta el tema.

b.- Esquema conceptual.

según expusimos anteriormente.

En la actualidad estamos abordando la experimentación didáctica del estudio de interacciones e interfases para el conocimiento de un ecosistema mediante el modelo edáfico. Para ello se ha diseñado todo un módulo de innovación en el programa de Ecología que no sólo permita acercarnos a los objetivos propios de esta asignatura, sino que vaya más en sintonía con las líneas conceptuales que hoy se tienen para el suelo.

El aprendizaje de este tema consiste en la aplicación de una combinatoria metodológica que consta en primer lugar de una exposición teórica de una hora por parte del profesor, abarcando las ideas centrales del mismo. A continuación, toda la clase se dividirá en distintos equipos de trabajo (no menos de 4 personas por grupo) para estudiar algún aspecto relacionado con el mismo. A partir de este momento, cada grupo seguirá, en régimen de tutoría, la trayectoria de su trabajo que tendrá un marcado carácter de investigación experimental. Cada grupo elaborará por escrito una memoria del mismo que será corregida, tantas veces como sea preciso, por el tutor, con el fin de que el estudiante aprenda la aplicación de la ortodoxia para realizar una memoria de investigación, además de integrar las opiniones del resto de las personas que forman el equipo. Una exposición, a través de una mesa redonda, integrada por una persona correspondiente a cada grupo de trabajo, será la forma conclusiva de abordaje para toda la clase, del tema investigado.

El módulo se inicia hacia mitad del mes de noviembre, se trabaja experimentalmente hasta finales de Febrero, para realizar después la memoria y poder exponer el tema a primeros del mes de Mayo. Los trabajos escritos a nivel de grupo serán la pauta de evaluación del módulo, si bien las anotaciones y registros señalados por el tutor a lo largo del proceso de trabajo, podrán servir de evaluación metodológica del mismo.

Los primeros resultados obtenidos con esta programación nos han llevado a sopesar las dificultades encontradas para la adquisición del conocimiento de las interacciones e interfases en un ecosistema a través del modelo edáfico. Comentarlas aquí sería salirse del objetivo de este trabajo. Sin embargo, diremos que será nuevamente abordada esta programación con alumnos de tercer ciclo a fin de ir seleccionando los contenidos específicos con los que acercarse a este tema desde el marco conceptual mencionado.

2.- Consideraciones respecto al enfoque metodológico.

A juzgar por lo que se desprende del apartado anterior, no sólo se ha puesto el acentc en lo referente al contenido conceptual del suelo, sino al proceso de aprendizaje del mismo. La interdisciplinariedad o la integración, lejos de constituir sólamente una aproximación holística al tema del suelo, ha sido la metodología científica que ha conducido a ir poniendo en marcha el enfoque sistémico en su enseñanza, con el objeto de ser coherente con el propio cambio en la investigación de esta entidad natural.

Hay que decir, además, que se ha conjugado en prácticamente todas las programaciones realizadas, tanto una pedagogía activa como una práxis del método científico. Resulta lógico que, dependiendo de la materia que se impartía (Ciencias Naturales o Ecología) o del colectivo de estudiantes (alumnos de 1º de B.U.P. o de 5º de Biológicas), se hayan subrayado más unas u otras fases del método científico, si bien, básicamente, el aprendizaje del contenido ha sido a través de un proceso de investigación.

Quizá lo único común que hayan tenido las diferentes programaciones didácticas haya sido precísamente el mismo proceso de aprendizaje. Los resultados obtenidos conducen a reafirmarnos en la utilización de una metodología sistémica para la enseñanza del suelo, dado que la interrelación se asocia con la interacción. Ello obliga a aproximarnos cada vez más a una nueva interdisciplinariedad interactiva ya que desde distintas ciencias abordamos unos mismos conceptos.

BIBLIOGRAFIA

* ARACIL, J. (1986). "Máquinas, Sistemas y Modelos. Un ensayo sobre sistémica". Ed. Tecnos.

* BERTALANFFY, L. (1986). "General System Theory. Foundations, Development, Applications". George Braziller, New York.

* DI CASTRI, F. (1970). "Les grands problèmes qui se posent aux écologistes pour l'étude des écosistèmes du sol". Methodes d'Etude de l'Ecologie du Sol. UNESCO, pp. 15-31.

* DI CASTRI, F. (1981). "La ecología moderna: génesis de una ciencia del hombre y de la naturaleza". El Correo de la Unesco, Abril. pp. 6-12.

* DI CASTRI, F. (1984). L'Ecologie. Les défins d'une science en temps de crises. Rapport au Ministre de l'Industrie et de la Recherche, Paris.

* FITTER, A.H.; ATKINSON, D.; READ, D.J.; USHER, M.B. (1985). "Ecological Interac-

tions in Soil. Black-well Scientific Publications.

* FRANCIA, A. (1984). "Introducción a la teoría general de los Sistemas. En torno a una comprensión sistémica de la cultura. Ed. Librería Agropecuaria, Buenos Aires.

* HEAL, O.N. y DIGHTON, J. (1985). "Resource quality and trophic structure in the soil system". Ecological Interactions in Soil. pp. 339-354.

* HERNANDEZ, A.J. (1978). "Experiencias de Interdisciplinariedad". Ed. Narcea.

* HERNANDEZ, A.J. (1985). "Significado ecológico de los componentes edáfico, radicular y nematológico en pastizales oligotrofos luso-extremadurenses". Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

* HERNANDEZ, A.J.; GOMEZ, Mª J. (1983). "Hacia una concepción integrada de la naturaleza". Ed. Narcea.

* INGHAM, R.E.; TROFYMOW, J.A.; INGHAM, E.R.; COLEMAN, D.C. (1985). "Interactions of bacteria, fungi and their nematode grazers: effects on nutrient cycling and plant grouth". Ecological Monographs, 55(1), pp. 119-140.

* JEFFREY, D.W. (1987). "Soil-Plant relationships an ecological approach". Ed. Timber Pres, Oregon.

* LOSSAINT, P. (1975). "Ecologie du Sol". Rev. Ecol. Biol. Sol, 12(1), 412 pp.

* LOSSAINT, P. (1985). "Reflexions sur l'écologie du sol en France". Bull. Ecol., 16, pp. 297-300.

* MARGALEF, R. (1974). "Ecologia". Ed. Omega, 1ª edición.

* MARGALEF, R. (1985). "Ecosystems: diversity and connectivity as measurable components of their complication". TheScience and Praxis of Complexity. Ed. by united Nations University. pp. 228-244.

* MILES, J. (1985). "Soil in the ecosystem. Ecological Interactions in soil". pp. 407-427.

* ULRICH, B. (1984). "Stability and Destabilization of Central European Forest Ecosystem. A Theoretical, Data Based Approach". Trends in Ecological Research for the 1980s. Ed. Plenum Press. New York, pp. 217-237.

* WITKAMP, M. (1971). "Soil as Components of Ecosystems". Ann. Rev. Ecol. Syst., 2. pp. 85-109.