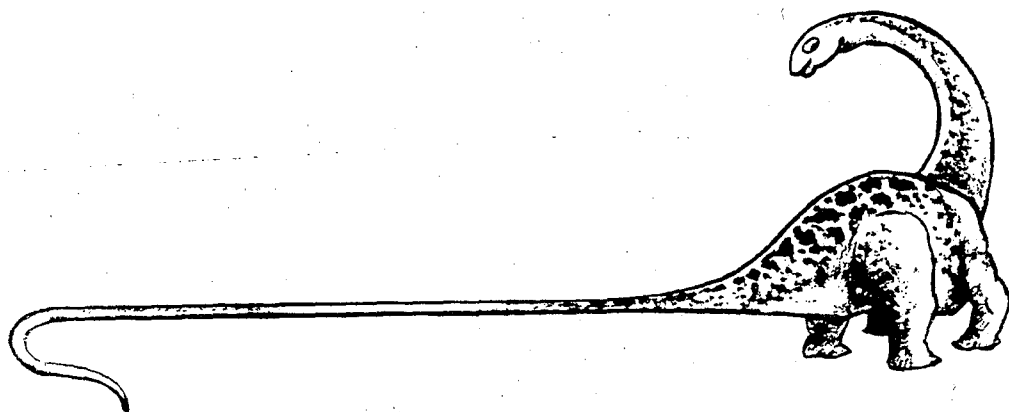


**Memorias del
3.^{er}
SIMPOSIO
SOBRE ENSEÑANZA DE LA
GEOLOGIA**

Universitat de Barcelona . Facultat de Geologia
Del 17 al 22 de septiembre 1984



Septiembre, 1986

Juan Melchor * y Eustoquio Molina **

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se plantea como objetivo principal el diseño de unas directrices pedagógicas que posibiliten una planificación y una enseñanza más racional de la Paleontología, dentro de la Geología del Curso de Orientación Universitaria. Se propone por tanto, una actualización de los contenidos de los textos y programas vigentes. Todo ello basado en la experiencia docente de los autores, en los niveles, complementarios para este objetivo, de la Enseñanza Media y Universitaria.

En relación a la metodología utilizada para este estudio, se ha procurado, en aquellos aspectos que permiten una cuantificación, realizar una medida que aporte una base objetiva. Por esta razón, se han analizado los distintos textos existentes, contabilizando el número de páginas con el fin de establecer unos porcentajes que permitan tener una idea más objetiva de lo que supone la Paleontología, dentro de los programas de Geología de C.O.U.

En este sentido, como base de trabajo y para tratar de evitar una visión partidista de la problemática en cuestión, se ha comparado la extensión dedicada a la Paleontología, en relación a las otras "áreas de conocimiento", tal como han sido establecidas recientemente por el Ministerio de Educación y Ciencia, en su último proyecto de definición de áreas de conocimiento de Mayo de 1984. Hay que hacer notar, que de estas áreas geológicas, cinco se corresponden con los actuales Departamentos de las Secciones de Ciencias Geológicas y dos se desarrollan principalmente en otras Facultades. Además existen otras materias que son claramente interdisciplinares y que se han contabilizado separadamente.

* I.N.B. mixto nº 6, Maria Moliner, Barrio Oliver, Zaragoza.

** Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias (Sección de Geológicas), Universidad de Zaragoza.

2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS CONTENIDOS

La comparación de los contenidos de los distintos textos presenta algunos problemas, especialmente en aquellos que no siguen fielmente el programa propuesto por el Ministerio en el B.O.E. de 17 de Marzo de 1978. Es frecuente encontrar en un mismo tema materias pertenecientes a distintas áreas del conocimiento geológico, así como también el caso inverso: materias de un área situadas en temas distintos. Esto se explica por la existencia de materias interdisciplinarias, de incierta situación, como el caso de la bioestratigrafía, que todos los libros estudiados sitúan, siguiendo la indicación del programa oficial, en el tema del tiempo en Geología que pertenece al área de la Estratigrafía. Ahora bien, todo esto ha sido considerado al establecer los porcentajes.

Con respecto a las enseñanzas teóricas de Paleontología, el programa del Ministerio dedica a esta disciplina un sólo tema titulado "Evolución geológica de los seres vivos", recomendando sea impartido durante 3 ó 4 sesiones de clase, lo que representa un 8,2% del tiempo total necesario para impartir toda la Geología. Por ello no es de extrañar la poca extensión dada a la Paleontología en los diferentes textos de Geología existentes. Así pues, en la mayoría de ellos supone menos del 10% del total, destacando en esta reducción el texto de AMOROS y otros (1979), de Editorial Anaya, que solo dedica a la Paleontología el 3,2%, mientras que a la Geodinámica le dedica el 41,2% (ver tabla).

Por el contrario, el texto de MELENDEZ y MELENDEZ (1978), de Editorial Paraninfo, es el de mayor contenido en Paleontología, dedicando un 15,4% del total de la Geología, proporción que destaca notablemente sobre los demás textos.

No obstante, hay una única disciplina (Edafología) que en todos los textos tiene menor extensión que la Paleontología; ahora bien, es opinión bastante generalizada que la Edafología tiene una menor entidad como disciplina dentro de las Ciencias Geológicas y quizá un menor interés pedagógico para los alumnos de C.O.U.

Con respecto a los textos de prácticas, solo se ha encontrado en el mercado el de LILLO y otros (1978), de Editorial Ecir, que dedica a la Paleontología el 1,5% del total, frente al 40% de la Geodinámica, estando en este caso por debajo incluso de la Edafología.

En resumen, se aprecia en general una reducida extensión de la Paleontología respecto a otras áreas de conocimiento geológico. Esto viene agravado por la situación del tema de Paleontología, casi al final del programa, lo que puede ocasionar que deje de impartirse ante cualquier eventualidad que retrase la programación.

TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO EN LOS TEXTOS DE GEOLOGÍA DE C.O.U.

ÁREAS DE CONOCIMIENTO TEXTOS Y PROGRAMA	FÍSICA DE LA TIERRA ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA.	EDAFOLOGÍA	CRISTALOGRAFÍA Y MINERALOGÍA	PETROLOGÍA y GEOQUÍMICA	GEODINÁMICA	ESTRATIGRAFÍA	PALEONTOLOGÍA	OTRAS MATERIAS (Geología de España. Geología aplicada. Historia y epistemología...)	n° total páginas de texto
PROGRAMA DEL MINISTERIO B.O.E. 1978 GEOLOGÍA DE C.O.U.	2 temas 5 sesiones 11'8 %	1 tema 1'5 ses. 3'5 %	2 temas 6 ses. 14'1 %	3 temas 7'5 ses. 17'6 %	3 temas 7'5 ses. 17'6 %	2 temas 6 ses. 14'1 %	1 tema 3'5 ses. 8'2 %	3 temas 5'5 ses. 12'9 %	17 temas 42'5 ses.
MELENDEZ y MELENDEZ (1978) Ed. Paraninfo	4'7 pag. 9'4 %	12 pag. 2'4 %	54 pag. 10'1 %	72 pag. 14'4 %	128 pag. 25'5 %	35 pag. 7 %	77 pag. 15'4 %	76 pag. 15'2 %	501
ARCHE y RODAS (1978) Ed. Noguer Didáctica	32 pag. 8'7 %	10 pag. 2'7 %	60 pag. 16'3 %	68 pag. 18'4 %	80 pag. 21'7 %	38 pag. 10'3 %	40 pag. 10'8 %	41 pag. 11'1 %	369
LILLO y otros (1979) Ed. Ecir	73 pag. 11'5 %	27 pag. 4'3 %	88 pag. 13'9 %	116 pag. 18'3 %	118 pag. 18'7 %	56 pag. 8'9 %	51 pag. 8'1 %	103 pag. 16'3 %	632
AMOROS y otros (1979) Ed. Anaya	104 pag. 16'8 %	16 pag. 2'6 %	42 pag. 6'8 %	78 pag. 12'6 %	254 pag. 41'2 %	24 pag. 3'9 %	20 pag. 3'2 %	79 pag. 12'8 %	617
CHAMON, C. (1979) Ed. S.M.	44 pag. 11'8 %	13 pag. 3'5 %	55 pag. 14'8 %	55 pag. 14'8 %	100 pag. 26'9 %	29 pag. 7'8 %	37 pag. 9'9 %	39 pag. 10'5 %	372
VERA y otros (1982) Ed. Edelvives	32 pag. 6'9 %	10 pag. 2'1 %	47 pag. 10'1 %	120 pag. 25'7 %	135 pag. 29 %	39 pag. 8'4 %	39 pag. 8'4 %	44 pag. 9'4 %	466
MULAS y MORILLO (1983) Ed. Santillana	38 pag. 9'7 %	10 pag. 2'6 %	55 pag. 14'1 %	55 pag. 14'1 %	97 pag. 24'9 %	35 pag. 8'9 %	40 pag. 10'2 %	60 pag. 15'4 %	490
LILLO y otros (1978) Ed. Ecir (Manual de prácticas)	—	8 pag. 3 %	92 pag. 34'4 %	28 pag. 10'5 %	106 pag. 40 %	21 pag. 7'9 %	4 pag. 1'5 %	8 pag. 3 %	267

3. LAS ENSEÑANZAS TEÓRICAS

El análisis cualitativo de los contenidos paleontológicos en los programas de Geología de C.O.U. es necesario para constatar en qué medida la enseñanza de la Paleontología está actualizada, ya que en los últimos tiempos se han verificado notables cambios en la orientación dada a esta ciencia, que ha superado ampliamente la etapa descriptiva y se enfrenta ahora al planteamiento y solución de unos problemas tanto geológicos como biológicos.

El programa del Ministerio recomienda que en el tema de Paleontología se estudie el origen de la vida en la Tierra y las grandes etapas en la evolución de microorganismos vegetales y animales. En este sentido, el enfoque evolutivo que se recomienda resulta muy interesante y pedagógico. Sin embargo es incompleto, puesto que no señala de modo explícito, entre los contenidos, algunas materias paleontológicas tan fundamentales como la tafonomía o tan importantes como la paleoecología. Quizá este olvido ha propiciado la omisión de estas y otras materias, como trataremos con detalle más adelante, en algunos libros de texto.

Todos los textos teóricos estudiados estructuran generalmente el tema en tres partes principales, que son: el origen de la vida, la evolución de los organismos, y finalmente el origen y evolución del hombre. Hemos podido constatar que este es el enfoque y estructuración que también se da en gran parte a la Paleontología en los textos de Ciencias Naturales de 1º de B.U.P., con lo que habría que cuestionar la conveniencia de esta repetición en los contenidos, o en caso contrario la ampliación de los mismos.

Pasemos revista brevemente a los contenidos de los distintos textos consultados:

- MELENDEZ y MELENDEZ (1978), de Editorial Paraninfo: Presentan un extenso y documentado capítulo paleontológico que comienza con el origen de la vida, continúa con la vida en el Paleozoico, Mesozoico, Cenoico y finalmente en el Cuaternario. Sin embargo, se echa en falta una introducción relativa a los procesos de fosilización, así como de otros aspectos paleontológicos. Por la forma en que está estructurado este texto se logra una buena síntesis entre taxonomía y evolución, lo cual facilita la consulta acerca de cualquier organismo fósil, todo esto expuesto con bastante rigor científico y con unas buenas ilustraciones.

- ARCHE y RODAS (1978), de Editorial Noguer Didáctica: Sin ninguna introducción acerca de los aspectos tafonómicos y metodológicos, comienzan con el origen de la vida, continúan con la evolución de los invertebrados, vertebrados y concluyen con el reino vegetal. Desmerece al texto la gran cantidad de erratas, especialmente en los gráficos, que carecen del nombre de los taxones. Resulta una visión bastante esquemática de la Paleontología, no por la extensión relativa dada a este capítulo con respecto a los otros, sino por la corta extensión total del libro, lo cual parece poco formativo para un alumno de C.O.U., que teóricamente ya se está orientando a la enseñanza y metodología universitaria.
- LILLO y otros (1979), de Editorial Ecir: Realizan una interesante introducción acerca de los problemas en Paleontología evolutiva, y del valor de los fósiles en Geología, explicando también las distintas ramas de la Paleontología. Sigue el tema con una detallada y documentada exposición, que comienza con el origen de la vida, continúa con el desarrollo y evolución de la flora, invertebrados y vertebrados, y finaliza con el origen y evolución del hombre. Hay que elogiar el rigor y amplitud con que se trata la tafonomía, en el tema del tiempo en Geología. Señalamos, sin embargo, que podría mejorarse la claridad de los esquemas filogenéticos.
- AMOROS y otros (1979), de Editorial Anaya: En el brevísimo capítulo paleontológico hacen una introducción de los procesos de fosilización y de la utilidad de los fósiles; a continuación enfocan el tema de forma histórica, citando solo los principales acontecimientos en las distintas Eras. No tratan en profundidad ningún problema, resultando un tema demasiado elemental y esquemático. En este texto se evidencia pues, un gran desinterés por la Paleontología.
- CHAMON (1979), de Editorial S.M.: Realiza una corta pero interesante introducción teórica acerca de la evolución, continúa con el origen de la vida, evolución de la flora, invertebrados, vertebrados y origen del hombre. Además, dedica un breve apartado al final del tema, a la descripción de los principales grupos de microfósiles a los cuales considera de gran interés. La principal objeción que se le puede hacer es que resulta en general un texto de Geología demasiado esquemático para el nivel docente a que va dirigido.
- VERA y otros (1982), de Editorial Edelvives: Al comienzo del tema de Paleontología realizan una enumeración de objetivos, seguida de una introducción a los procesos de fosilización. Continúan con el origen de la vida, evolución de las plantas, invertebrados y vertebrados, finalizando con la evolución del hombre. En el tema evolución de la corteza terrestre que tiene

enfoque de Geología histórica, este texto incorpora, excepcionalmente, bastantes contenidos de paleoecología y paleobiogeografía. Todo ello tratado con bastante rigor científico, resultando además un texto muy equilibrado y pedagógico.

- MULAS SANCHEZ y MORILLO VELARDE (1983), de Editorial Santillana: Este libro presenta una distribución de la Paleontología diferente a la de los demás textos: el origen de la vida está situado en el tema de evolución de la corteza terrestre, y en el mismo tema hay también otros contenidos paleontológicos. El tema específico de Paleontología está reservado a filogenia y evolución de vegetales, invertebrados, vertebrados y hombre, con un enfoque interesante por tener muy presentes factores ecológicos y adaptativos. Cuenta además con abundantes y atractivas láminas y esquemas filogenéticos. Sin embargo, se echa en falta un apartado dedicado a la tafonomía y quizá se enfatizan los aspectos de monstruosidades paleontológicas tales como los Dinosaurios.

Al objeto de mejor evaluar qué Paleontología conviene enseñar, es necesario tener en cuenta, además de los aspectos pedagógicos, las ramas en que se divide esta disciplina; así una de las divisiones que se pueden realizar es, en función de los temas: Tafonomía, Paleontología estratigráfica y Paleobiología (P. evolutiva, Paleoecología, Paleobiogeografía, así como Paleontología, Paleobioquímica, etc.). Algunos aspectos y ramas de la Paleontología, que no gozan de tradición docente en la Enseñanza Media, tienen sin embargo, tal entidad en la Paleontología actual que resulta conveniente incluirlos, en la limitada y elemental extensión que sea posible, en el curso de Geología de C.O.U. Nos estamos refiriendo a los siguientes:

La Tafonomía (procesos de fosilización, tipos de fósiles, selectividad del registro fósil...). Es esencial para extraer de forma crítica la información que el registro fósil contiene, pues constituye el fundamento epistemológico de la Paleontología.

La Micropaleontología, que es una de las ramas a la que más esfuerzos investigadores se dedica a nivel mundial, como evidencia el gran número de publicaciones sobre microfósiles que aparecen anualmente. Por el pequeño tamaño, abundancia y amplia distribución de los microfósiles, ofrece grandes ventajas metodológicas (datación de testigos de sondeos, de rocas consideradas anteriormente azoicas, métodos estadísticos, etc.). Por ello, la Micropaleontología ha alcanzado recientemente gran desarrollo en investigación pura y, sobre todo, en la solución de problemas de Geología aplicada.

La Paleoecología, Paleobiogeografía, Paleontología y Paleobioquímica, son ramas que han incrementado su importancia teórica en el contexto de una nueva orientación más biológica de la Paleontología.

Se ha constatado que, frecuentemente, en los textos analizados, se olvidan algunas de las materias a que nos hemos referido. Además, a veces se diseñan concepciones desfasadas, en especial del proceso evolutivo. Esto ya también lo puso de manifiesto SEQUEIROS (1982) para las Ciencias Naturales de 1º de B.U.P., en el II Simposio, por lo que no se entra aquí en un análisis detallado del problema.

El programa de Geología de C.O.U. y concretamente el tema de Paleontología que nos ocupa, no puede ser abarcado exhaustivamente por los libros de texto, que, más que agotar la explicación de los problemas frecuentemente crean nuevos interrogantes. Ello es inevitable y aún deseable en un marco de enseñanza científica. Cualquier intento en otro sentido conduciría, o bien a una simplificación, probablemente dogmática y falsa de la ciencia, o bien a un enciclopédico y antipedagógico gigantismo de los libros. El libro de texto ideal debería tener contenidos suficientes, pero abiertos a los continuos avances de la investigación científica. Por ello resulta imprescindible una acertada, que no extensa, relación bibliográfica en cada capítulo, para facilitar al alumno de C.O.U. ejercitarse en la exploración bibliográfica, que deberá ser práctica habitual en sus estudios universitarios. En este sentido, tres de los textos analizados carecen de bibliografía, mientras que LILLO y otros, AMOROS y otros, VERA y otros, y MULAS y MORILLO han incluido relaciones bibliográficas en sus textos.

4. LAS ENSEÑANZAS PRÁCTICAS

Solo se ha encontrado un manual dedicado a la orientación de las clases prácticas, elaborado por LILLO y otros (1978), de Editorial Ecir. Es loable esta idea de una guía para prácticas por la importancia que estas tienen en la formación del alumno. Sin embargo, en ella el contenido paleontológico es bastante escaso y solo se explica cómo se deben recoger los fósiles en el campo y su posterior preparación en el laboratorio. Termina indicando cómo deben ser estudiados y expresados los datos obtenidos en un modelo de ficha.

Posteriormente, LILLO (1980) en el Seminario Permanente de Ciencias Naturales, programa 27 temas de prácticas de Geología de C.O.U., de los cuales solo uno es de Paleontología, recomendando el "estudio de visu de los fósiles

característicos de cada era a partir de colecciones".

Las prácticas de laboratorio se deberían programar, orientadas a la consecución de unos objetivos tales como el aprendizaje de las técnicas paleontológicas, el reconocimiento de los tipos de fosilización y la interpretación ecológica, filogenética y bioestratigráfica de los organismos principales, en relación a su contexto paleontológico y geológico, buscando la integración de datos y la deducción de explicaciones globales. Por ello hay que evitar la reducción de las prácticas a la clásica memorización "de visu", de colecciones más o menos standard de fósiles considerados fundamentales. Esta actividad, fuera de contexto geológico y sin relación a una metodología, solo serviría para inculcar al alumno una falsa concepción de los fósiles como extrañas rarezas naturales. Por el contrario, será una provechosa y bien asimilada ampliación de observaciones, en aquellos alumnos que cuenten con un adecuado esquema interpretativo, adquirido previamente con prácticas de observación crítica y manejo de técnicas con material manipulable.

En este sentido, debería además insistirse en el estudio de los fósiles del entorno en que se encuentra ubicado el centro, por razones obvias.

Es también muy importante fomentar la idea de que los fósiles no pueden ser clasificados sin una metodología paleontológica, como si se tratara de copias idénticas fabricadas en serie y fáciles de identificar con cualquier catálogo en el marco de una mentalidad puramente coleccionista.

Como prácticas que exigen educar las habilidades del alumno mediante el aprendizaje de técnicas (de aislamiento...), manejo de instrumentos científicos (estereomicroscopio...), organización del trabajo científico e interpretación de los datos (estadística...), podemos citar, a modo de ejemplo, algunas de Micropaleontología muy sencillas que, como sugiere CASIELLES AGUADE (1979), pueden llegar a entusiasmar tanto a profesores como alumnos.

Las excursiones al campo son además un buen momento para la mentalización del alumno en una serie de aspectos, como son la protección del patrimonio geológico y en especial el paleontológico, así como de una actitud no coleccionista, pues sobre todo en algunos grupos fósiles como los vertebrados, los yacimientos son limitados y el coleccionismo particular puede conducir a la destrucción de los yacimientos.

Puesto que no es posible en las colecciones de los Institutos ni en las excursiones obtener una visión lo más completa posible de la vida del pasado, las visitas a Instituciones y Museos que dispongan de buenas colecciones de fósiles serán, en consecuencia, el complemento a las prácticas de campo y laboratorio.

5. CONCLUSIONES

El análisis de la situación actual de la enseñanza de la Paleontología dentro de la Geología de C.O.U., muestra en primer lugar, una notable reducción cuantitativa, en la mayoría de los textos, de la extensión concedida a la Paleontología en comparación con las otras áreas del conocimiento geológico.

El enfoque evolutivo que se da en todos los textos a la Paleontología resulta muy pedagógico, pero supone una cierta repetición con respecto a 1º de B.U.P. y adolece de insuficiente énfasis o ausencia de aspectos importantes, tales como tafonómicos, metodológicos, paleoecológicos, etc. Además debería darse mayor relevancia al modo como han ido surgiendo los diferentes conceptos y en qué ambiente cultural.

Por otra parte, con frecuencia se presenta una Paleontología evolutiva desfasada que sería necesario replantear a la luz de los últimos tratados paleontológicos, como por ejemplo los Principios de Paleontología de RAUP y STANLEY (1971, 78), por citar solo el más asequible y conocido en nuestro país, y que sin embargo no es incluido en bibliografía por ninguno de los textos.

Se ha detectado una gran escasez de manuales de prácticas dirigidos específicamente a la Geología de C.O.U. En el área de la Paleontología que nos ocupa, es necesario diseñar actividades prácticas sencillas con los objetivos de educar habilidades y suscitar actitudes globales en los alumnos, para sustituir en parte y complementar a las ya tradicionales "de visu".

Finalmente, poner de manifiesto que la Paleontología constituye un área de conocimiento inter-campos científicos, que podría enseñarse también dentro de la Biología, ya que los objetivos y métodos son al mismo tiempo geológicos y biológicos, pues tanto puede tener un énfasis biológico (Paleobiología) como geológico (Paleontología estratigráfica).

BIBLIOGRAFÍA

- ARCHE, A. y RODAS, M. (1978). *Geología, C.O.U.*, Ed. Noguer Didáctica, 378 págs.
- CASIELLES AGUADE, J.M. (1979). Distribución estratigráfica óptima y total de los principales grupos de microfósiles. *Rev. Bachill.*, nº 11, p. 47-50.
- CHAMON, C. (1979). *Geología, C.O.U.*, Ediciones S.M., 383 págs.
- GALLEGOS, J.A. (1974). La enseñanza de la Geología en el Bachillerato. *La Educación hoy*, Vol. 2, nº 5, p. 171-180.

- LILLO, J. (1980). Las prácticas de Geología en el Bachillerato. **Semin. Perm. Cienc. Nat.**, p. 17-26.
- LILLO, J. y REDONET, L.F. (1979). Reflexiones sobre la didáctica de las excursiones de campo. **Rev. Bachill.** nº 11, p. 23-26.
- LILLO, J. y otros (1978). **Prácticas de Geología**. Ed. Ecir, 224 págs. y 43 lám.
- LILLO, J. y otros (1979). **Geología, C.O.U.** Ed. Ecir, 640 págs.
- MELENDEZ, A. y MELENDEZ, F. (1978). **Geología, C.O.U.** Ed. Paraninfo, 518 págs.
- MULAS, J. y MORILLO-VELARDE, M.J. (1983). **Geología, C.O.U.** Ed. Santillana, 399 págs.
- RAUP, D.M. y STANLEY, S.M. (1971, 78). **Principios de Paleontología**. Ed. Ariel, 456 págs.
- SEQUEIROS, L. (1981). Líneas modernas para una planificación pedagógica de la Paleontología. **Actas I Simp. Enseñ. Geol.** Madrid, p. 143-150.
- SEQUEIROS, L. (1983). "Evolución" y "Paleontología" en las Ciencias Naturales de 1º de B.U.P.: qué evolución y qué Paleontología. **Actas II Simp. Enseñ. Geol.** Gijón, p. 248-259.
- VERA, J.A. y otros (1982). **Geología, C.O.U.** Ed. Edelvives, 479 págs.