

GEOGRAFÍA FÍSICA Y ECOLOGÍA: DOS CAMPOS DEL SABER IMBRICADOS

José Manuel Recio Espejo

Académico Correspondiente

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Geografía Física.
Ecología.
Medio Ambiente.

Se efectúa un análisis conceptual, metodológico y bibliográfico sobre el campo de acción científica de la Geografía Física y de su estrecha unión con la Ecología y el Medio Ambiente.

ABSTRACT

KEYWORDS

Physical Geography.
Ecology.
Natural Environment.

An analysis of the conceptual, methodological and bibliographical relations that hold together the field scientific action of the Physical Geography with Ecology and the Natural Environment is carried out.

A mis compañeros y académicos
Aniceto López Fernández y Fernando Díaz del Olmo

INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1888/1984 de 26 de septiembre de la Ley de Reforma Universitaria (LRU) agrupó aquellos campos del saber universitarios caracterizados por su homogeneidad y objeto de conocimiento, una común tradición histórica y por la existencia de comunidades de investigadores nacionales e internacionales. De acuerdo con ello, la disciplina de Geografía Física que se impartía en los planes de estudios de las Facultades de Ciencias (Biología), tradicionalmente a cargo de los departamentos de Ecología, se incluyó en el área de conocimiento de Ecología, junto a otras disciplinas relacionadas con esta ciencia tales como Edafología, Oceanografía o Bioestadística.

La titulación en Biología tiene una larga tradición en España que se remonta a 1952 cuando se desgajó de la antigua licenciatura en Ciencias Naturales. En la Universidad de Córdoba, su impartición se inició en la Facultad de Ciencias en 1972, primeramente como Colegio Universitario dependiente de la Universidad de Sevilla, hasta 1975 en la que se creó la sección propia de Biológicas. Esta titulación incorporó a su plan de estudios la enseñanza de "Geografía Física" (BOE 06/11/75), cuya presencia tan significativa en el diseño de su plan de estudio inicial se debió a la propuesta e interés del Profesor D. Rafael Cabanás Pareja (1913 -1989) (Recio Espejo, 2003; Perejón Rincón, 2009), discípulo durante su licenciatura y doctorado en Marruecos del Profesor Francisco Hernández-Pacheco de la Cuesta (1899-1976), catedrático de Geografía Física de la Universidad Central de Madrid durante los años 1933-1969 (Bolano Somolinos, 2012; Cabanás Pareja, 1955). A partir de 1995 la Geografía Física y sin perder sus contenidos iniciales pasó a denominarse "Medio Físico", la cual fue impartida de igual forma desde el área de Ecología.

Profesor contratado de Geología en el curso selectivo de la Facultad de Veterinaria de Córdoba y posteriormente Profesor Adjunto Numerario de la Facultad de Ciencias, R. Cabanás se constituyó en todo un referente a nivel nacional para este profesor y para D. Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan, padre del mismo y antiguo catedrático de Historia Natural en el Instituto de Córdoba durante los años 1899 a 1910 (Recio Espejo y Díaz del Olmo, 2012).

ECOLOGÍA Y GEOGRAFÍA FÍSICA: DOS DISCIPLINAS IMBRICADAS

Esta inclusión de la Geografía Física en el campo del saber de la Ecología en las Facultades de Ciencias responde por un lado a esta disposición legal derivada de las estrechas relaciones que mantienen ambos campos del saber, pero por otro a la complementariedad y ayuda que ésta presta a esta última ciencia, a quien le corresponde "el estudio de las relaciones de las especies con los factores físicos del medio y con otras especies" (Terradas, 1977).

El conocimiento geográfico permite profundizar en el estudio y análisis del Medio Físico, en los factores abióticos o medioambientales, el Medio Natural y los Paisajes como ámbito de las actuaciones humanas y del Medio Ambiente. Las relaciones que se establecen entre ambas son tan intensas que, como reconoce Margalef (1974), se ha llegado a producir una modificación por parte de la Biosfera de la parte no viva de la Tierra, tal como lo refleja la actual composición de la atmósfera, las diversas características del océano o la acumulación de grandes masas de rocas calizas y orgánicas como el carbón o petróleo.

Desde esta misma perspectiva son multitud los aspectos que correspondientes al campo de la Geografía Física, se encuentran imbricados con el de la ciencia ecológica y que influyen en su conjunto sobre la Biosfera o sobre los propios seres vivos: las relaciones existentes entre las cubiertas fluidas del planeta, las relaciones plataforma continental y variaciones del nivel del mar, la distribución uniforme del calor sobre la superficie terrestre mediante la atmósfera/océano, el mantenimiento del

equilibrio térmico y glaciaciones, mareas y producción de algas, áreas de afloramiento y desarrollo de la vida en las costas, movimientos de masas de agua oceánica y sus relaciones con la temperatura y circulación de vientos, etc.

Pueden comentarse también por ejemplo la influencia de la altitud en las masas continentales, la distribución de la vida derivada del plegado, fractura y modelado de los materiales que la componen, así como de la intensidad de la luz, factor regulador de la producción primaria cuya distribución sobre la Tierra depende de la vegetación y ésta del suministro de agua dependiente del clima. Por otro lado la producción de lagos y aguas corrientes se relaciona con el sustrato geológico, la pendiente y su ubicación en áreas de diferentes fisiografías que reciben nutrientes (nitrógeno (N), fósforo (P), etc.) procedentes de la alteración de las rocas y erosión de suelos situados a mayor cotas a través de las escorrentías.

Ecológicamente el fenómeno es interactivo. Las zonas de vegetación frondosa por ejemplo provocan importantes modificaciones sobre la luz, la temperatura, humedad y el viento, atraen la nubosidad y las precipitaciones; los restos vegetales transformados colaboran en la meteorización y en la pedogénesis, retienen una mayor humedad, favorecen la incorporación de algunos elementos presentes en el medio a la biomasa, que serán devueltos al medio mediante por los descomponedores.

Los cursos de agua superficiales tradicionalmente estudiados desde el campo de la Geografía Física, constituyen también un buen ejemplo de cooperación y complementariedad entre ambas disciplinas, más concretamente con la Limnología. La velocidad de la corriente, su turbidez, temperatura, turbulencia, nivel de oxígeno disuelto, etc., influenciado por el sector o tipo de curso fluvial, determinan las condiciones de vida de las distintas especies tanto acuáticas como las que colonizan sus riberas. Los cambios estacionales, avenidas y estiajes comportan una serie de cambios biológicos que contribuyen a multiplicar de forma amplísima la riqueza de formas de vida tanto vegetal como animal.

La Geografía Física puede también ser aplicada y utilizada en otras ramas específicas de la ciencia ecológica tal como la Ecología Vegetal y Ecofisiología. La influencia de los factores medioambientales sobre las características de la vegetación le corresponde a la primera, y las modificaciones de la fisiología vegetal motivados por éstos a la segunda: percepción luminosa y variación estacional, declinación solar y radiación penetrante en el agua, influencia en los procesos de difusión celular y apertura estomática, fotosíntesis neta y temperatura óptima y limitante, factores edáficos que intervienen en la nutrición mineral, movilización de nutrientes, mineralización de nitrógeno en el suelo, etc..

EL ÁMBITO CIENTÍFICO DE LA GEOGRAFÍA FÍSICA EN LOS MANUALES DE ECOLOGÍA

Dos han sido básicamente las escuelas de ecología que han existido a nivel nacional, una la labrada desde la Universidad de Barcelona por el Profesor Ramón Margalef (1919–2004), y otra la iniciada por F. González Bernáldez (1933–1992) desde las Universidades de Sevilla y Madrid, esta más cerca a los principios, contenidos y métodos propios de la Geografía Física, en una estrecha conexión entre ambos campos del saber científico y cercana a la línea de pensamiento y de trabajo que hemos profesado durante toda nuestra actividad universitaria tanto docente como investigadora.

Con el objeto de comprobar esta complementariedad e insistir en las estrechas relaciones académicas y científicas existentes entre ambas disciplinas, vaya el análisis de los contenidos de algunos manuales de “Ecología” al uso en las Facultades de Ciencias, así como de la importancia que cada autor presta al Medio Físico a la hora de perfilar y caracterizar el funcionamiento de los ecosistemas.

A) *Ecología* (Margalef, 1974); *Limnología* (Margalef, 1983). La voz Ecología (de “*oekologie*”) es debida a E.H. Haeckel (1834–1919), zoólogo alemán que la creó en 1866 al intuir que un nuevo campo de las ciencias de entonces no tenía nombre. R. Margalef la define como “la biología de los ecosistemas”, entendiéndose éste concepto (Tansley (1871–1955), 1935) como una unidad estructural de organización que encierra organismos de diferentes especies. R. Margalef viene a coincidir en que esta disciplina científica aborda las relaciones recíprocas entre el Medio y los organismos, o entre los organismos entre sí. El término no es usado aquí en sentido de unidad concreta si no a nivel de organización, de tal forma que la tarea de delimitar unidades espaciales, o sea el reparto geográfico, escapa al propósito de este autor.

Aunque originariamente aplicado a la Geografía, comenta que la “Ecología es lo que resta a la Biología cuando todo lo realmente importante ha recibido nombre”, idea con la que quiere hacer destacar el carácter de síntesis de la misma y su carácter multidisciplinar integrador de aspectos botánicos, zoólogos, químicos y geológicos. Los geográficos no son especificados sin embargo en esta multidisciplinariedad de la ciencia ecológica.

Ante esto puede entenderse y abordarse mejor el contenido y el desarrollo de su texto “Ecología” (1974) tan al uso por estudiantes y tan recomendado para los profesores encargados de su impartición. Los nueve primeros capítulos relativos al Medio Externo, no corresponden en realidad al cuerpo central o sentido estricto de la Ecología, o dicho de otra manera, lo que debe ser su núcleo, comenta R. Margalef. Conforman la primera parte de su manual abordando el medio líquido, la atmósfera, la radiación y energía, mecánica de envolturas fluidas, y el sustrato sólido. Tres nuevos capítulos como segunda parte están dedicados a Biogeografía, comentando que esta última parte no siempre se incluye en la Ecología, pero que lo hace al con-

siderarla necesaria, al igual que la Autoecología, para explicar el por qué un individuo vive en un lugar determinado, o cómo ha podido llegar a colonizarlo.

Desde un punto de vista geográfico y paisajístico, no entendemos bien el capítulo introductorio dedicado a la “Geografía del Paisaje”. Sí da paso a los conocimientos geográficos y al propio geógrafo, a quien le advierte que al distinguir entre flora y vegetación, ha de tener presente de que se trata de conceptos verdaderamente ecológicos, al ser la parte vegetal del ecosistema. Está seguro que los grandes descubrimientos geográficos sirvieron de base para la creación de la Ecología, A. von Humboldt (1769-1859) por ejemplo, quien inicia la ecología vegetal y el desarrollo de la Edafología, complemento del estudio de la vegetación y de la síntesis ecológica. También ayudó los puntos de vista A. L. Wegener (1880-1930), los indicios proporcionados por los fósiles, las grandes catástrofes de G. Cuvier (1769-1832), o las extinciones debidas a cambios ecológicos semejantes a los actuales aunque de magnitudes distintas.

Por ello casi todo los libros de Geografía Física llevaban un capítulo de geografía botánica (Margalef, 1974); los aspectos zoológicos vinieron después, entrando ya en una vía más ecológica. Las bases de Ch. Darwin (1809-1882) ayudaron a interpretar las adaptaciones, y desde este momento se tiende a separar “lo estrictamente geográfico en el sentido de determinación histórica de las características de las estirpes, de lo puramente ecológico relativo a los rasgos de adaptación a condiciones ambientales que pueden ser semejantes en áreas biogeográficamente separadas” (Margalef, 1974).

Aunque el término “Limnología” se traduce en el estudio o ciencia que estudia los lagos, Margalef (1983) lo interpreta como sinónimo de “ecología de las aguas no marinas”. A la hora de afrontar la descripción de las mismas inicia el capítulo segundo con el título *Delimitación, volumen y configuración de las aguas epicontinentales*, las distingue de las aguas marinas, comentando ligeramente aspectos relacionados con las aguas corrientes, los cauces y el flujo fluvial, las aguas subterráneas y lagos, diferenciando estos últimos entre los originados por la actividad geológica independientemente del agua, y los originados directamente por la actividad de esta. Para nada aborda otros factores ligados a la génesis y el funcionamiento de estos ecosistemas, limitándose tan solo a lo estrictamente necesario para poder entender y sostener las propuestas por él explicitadas.

De acuerdo con Rodríguez Martínez (1980), nos atreveríamos a decir que considerar a la ciencia ecológica tan solo como la biología de los ecosistemas, no ha hecho más que restringir su campo científico, derivado a veces del “origen y formación fundamental de algunos ecólogos”.

B) “*Ecología*” (Odum, 1971). Como zoólogo anglosajón, este antiguo texto tan al uso en los antiguos cursos iniciales de esta disciplina, Ecología vendría del vocablo “*oikos*”, “casa, lugar donde se vive”. En sentido literal sería la “ciencia o el estudio de los organismos en su casa”. O bien el “estudio de las relaciones de los

organismos o grupos de organismos con su medio”, o “la ciencia de las relaciones que ligan los organismos vivos a su medio”.

Aunque son claras las estrechas relaciones de esta con otras ciencias, en realidad no llega a efectuarlo, ni siquiera cuando subdivide los contenidos generales de su manual. Sí hace al menos hincapié en los términos “casa”, o “medio”, es decir en el medio abiótico soporte de los ecosistemas, donde la comunidad y el ambiente inerte funcionan juntos como un sistema ecológico. Al comentar el término Biosfera o Ecosfera, recurre al término de Medio Físico.

Los términos “biocenosis” (Mobius (1825-1908), 1877) y “biogeocenosis” (Sukachév (1880-1967), 1940) común en la literatura rusa y europea, son equivalentes a los de comunidad y al de ecosistema. La expresión inglesa de este último ha sido el que en realidad ha llegado a prevalecer, en detrimento del primero (biogeocenosis) utilizado por el ecólogo precursor V.V. Dokuchaev (1846-1903), quien en 1883 publicó su tesis doctoral “El chernozem ruso”, considerada como el nacimiento de la Edafología científica moderna, una de las partes fundamentales de la ciencia multidisciplinar de la Ecología, según J. Grinevald (en “La Biosfera”, 1997, V. Vernadsky (1863-1945).

Para Odum (1971) el concepto y principios del ecosistema ponen de manifiesto que “los organismos vivos y su ambiente inerte (abiótico) están ligados y actúan recíprocamente”. Como elementos constitutivos del mismo, tan solo hace referencia al régimen climático, junto a sustancias inorgánicas, compuestos orgánicos, y a los consumidores, todo ello de índole biológica. Pero al mismo tiempo formula: “el ecosistema es en ecología la unidad de función básica, porque incluye tanto organismos (comunidades bióticas) como un ambiente abiótico, que cada uno influye sobre las propiedades del otro”.

La Limnología sería la ciencia que estudia las aguas naturales en todos sus aspectos físicos, químicos, geológicos y biológicos. Nada incluye sobre aspectos derivados desde la perspectiva físico-geográfica. Así, un lago o un estanque (traducción de *pond*) es un ejemplo de ecosistema donde tan solo las siguientes unidades básicas son las que lo rigen: las sustancias abióticas (gases, agua, fósforo, nitrógeno), los productores, los consumidores y los saprófitos. Nada concierne al ámbito de la Geografía Física para explicar por ejemplo cuándo y cómo se ha formado el lago, su profundidad y morfología, la procedencia y naturaleza de sus aguas, su régimen hidrológico, o cómo son sus sedimentos.

La Ecología marina la aborda a través del estudio de los estuarios, definidos tan solo sucintamente al comienzo. Ecosistema lénticos característicos de agua dulce tipo lagos, estanques, pantanos o charcos, o lóticos como manantiales, riachuelos (arroyos) o ríos, no son definidos ni caracterizados genético-geográficamente.

El medio terrestre lo resume diciendo: “el clima y el sustrato (fisiografía y suelo) son los dos grupos de factores que juntamente con las interacciones de la población

deciden la naturaleza de las comunidades y los ecosistemas terrestres” (Odum, 1971).

C) R. Dajoz (1971), *Tratado de Ecología*. Miembro del laboratorio de Ecología del Museo Nacional de Historia Natural francés, y texto traducido al español por el Profesor E. Hernández Bermejo (ETSIAM-Córdoba), deja claro desde el principio que en el concepto de Ecología al ser traducido como “la ciencia del hábitat”, lleva implícito dos partes bien diferenciadas, es decir “la ciencia que estudia las condiciones de existencia de los seres vivos”, y por otro “las interacciones de toda naturaleza que existen entre estos y su medio”.

Es por ello por lo que según este autor la ciencia ecológica toma métodos, conceptos y resultados de otras disciplinas de índole biológica, matemática, física o química, llegando a comentar que en realidad no se trata de una ciencia distinta, si no que podría tratarse de tan solo un nuevo punto de vista. La Autoecología la define como el estudio de una especie con su medio, su distribución y tolerancia, relegando a un segundo nivel las interacciones con las demás especies, transmitiendo una idea más cercana a lo que deseamos poner de manifiesto en este trabajo.

Antes de abordar los factores bióticos, en el capítulo II se tratan de forma muy extensa los factores climáticos, que llegan a ocupar hasta cien páginas. El agua y los suelos (su textura, estructura, aireación, salinidad, pH, el calcio) ocupan de la misma manera unas treinta páginas.

En esta línea de pensamiento llega a afirmar Dajoz (1971) que muchos autores la Ecología la han llegado incluso a confundir con la Biogeografía, una ciencia próxima necesaria para explicar completamente el área de distribución de una especie determinada, dado que la distribución actual de los seres vivos en la Naturaleza se debe a causas actuales junto a otras de índole paleogeográficas. Es preciso por tanto considerar a la Biogeografía como una ciencia independiente, estrechamente relacionada con la Ecología, tanto desde el punto de vista corológico (término debido a E. Haeckel) de distribución de los seres vivos, como de la geonemia o descripción de las áreas ocupadas. Tiende por tanto a convertirse en una ciencia en la que el trabajo se hace en equipo, con objeto de analizar los aspectos zoológica, fisiológica, climática y edafológicamente (Dajoz, 1971).

D) Manuales más recientes como *Ecología de los recursos naturales*, del geógrafo de la Universidad de Bristol I.G. Simmons (1982), interpreta con mayor profundidad la interacción de los seres vivos con su medio abiótico, y por ende las actividades humanas y su impacto sobre los sistemas naturales. Como su interés es la Biosfera, donde provienen los materiales y la atmósfera (clima), a este conjunto le denomina ecosfera, lugar de donde proceden la mayoría de los recursos explotados por el Hombre. El interés de la Ecología es pues evidente en este sentido, siguiendo la definición que E. P. Odum proporciona para el ecosistema, “un sistema ecológico como cualquier área de la Naturaleza que incluye organismos vivos y sustancias

abióticas interactuando entre sí para producir un intercambio de materiales entre las partes vivas y no viva”.

E) Huggett (1995), *Geoecology. An evolutionary approach*, aporta una nueva terminología que ayuda a poner de manifiesto muy en gran medida la interrelación de ambas disciplinas, como es el de “Geosistema” (V. Sochava en 1960), y el de “Geoecología”, creado en 1939 por el geógrafo alemán C. Troll (1899-1975) en sustitución del término “Ecología del paisaje”, también creado por él. Su manual aborda las diferentes esferas terrestres, el geoeosistema y las influencias del clima, los suelos, la altitud, los diferentes sustratos, la topografía, o la insularidad. Desafortunadamente, ni el texto creemos que haya sido traducido al castellano, ni el conjunto de términos e ideas conceptuales que aborda, muy esperanzadoras para poder relacionar con facilidad la Geografía (el paisaje) con la Ecología, no han estado muy al uso en la literatura ecológica española de estos años, a excepción de F. González Bernáldez (1976, 1981, 1982 y 1985).

F) Desde el punto de vista de la Economía ambiental *Invitación a la Ecología. La Economía de la Naturaleza*, y tal como reza su subtítulo *Libro de texto sobre Ecología básica*, Ricklefs (1998) dedica el capítulo primero a la “Vida y ambiente físico”, abordando aspectos del mismo como las propiedades del agua, agua y suelo, temperatura, acidez, carbono y oxígeno, nutrientes inorgánicos, potencial osmótico, luz, ambiente térmico, flotación y viscosidad del agua, y percepción del ambiente. La absorción de nutrientes del suelo y las condiciones ambientales óptimas necesarias, las variaciones en el ambiente físico siguiendo patrones globales de la temperatura atmosférica y precipitación, variación estacional del clima, las fluctuaciones irregulares del clima, y las causas topográficas y geológicas de la variación local. El paisaje estaría constituido por las variaciones de la topografía y los suelos dentro de una región, y junto al intercambio con los organismos crearía la Ecología del paisaje, es decir, el cómo las formas del paisaje influyen en el funcionamiento de los sistemas ecológicos y comunidades biológicas.

G) El texto de Begon, Harper y Townsend (1999) constituye en la actualidad uno de los más recomendados para la consulta y complementariedad de las clases teóricas para los alumnos de Ecología de nuestro Centro y Departamento. Comienza este con una primera parte dedicada a “organismos”, con ligeras pinceladas sobre “el ajuste entre los organismos y su ambiente”, abordando los movimientos de las masas terrestres, los cambios climáticos y los aspectos insulares, pero tan solo para explicar aspectos de carácter histórico o paleoecológico. Todos los aspectos relativos al Medio Físico están ausentes, para nada comentados, y ni siquiera explicados someramente. Quizás el título de la versión original inglesa *Ecology: individuals, populations and communities* sirva para entender estas ausencias, manifestando por ello nuestro desacuerdo no solo con el título traducido de “Ecología” sino que

también que la obra sea recomendada con demasiada exclusividad para los estudiantes de un curso general de Ecología.

H) Los norteamericanos Nebel y Wright (1999) son autores de otro de los manuales existentes en nuestra biblioteca - *Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible* - , más cerca de una perspectiva medioambiental y al margen de la Ecología en sentido estricto. Tan solo el capítulo segundo dedicado a los ecosistemas como unidades de sostenibilidad, aborda los factores abióticos, que los define entre paréntesis como “los elementos físicos y químicos inertes”. Entre estos el agua, la humedad, la temperatura, la salinidad y la clase de suelo, únicos factores que sostienen y delimitan la comunidad. El texto, quizás en un claro error de traducción, llega a comentar que los investigadores que se dedican a la ciencia que estudia los ecosistemas, reciben el nombre de ecologistas.

I) Desde el mundo de la Biología Molles (2006) *Ecología. Conceptos y aplicaciones*, plantea la cuestión de que la Ecología aborda “las relaciones entre organismos y el ambiente”. Separa aquí dos partes claramente diferenciadas, seres vivos y medio físico o abiótico, lo cual queda reflejado en los niveles de organización ecológica que establece: Individuos-Población-Interacciones-Comunidad-Ecosistemas-Territorio-Región-Biosfera.

Claramente compartidos los dos últimos entre Ecología y Geografía Física, la sección primera de su libro la titula “Historia Natural”: “Vida en la Tierra” y “Vida en el agua”. Los grandes biomas terrestres son analizados mediante aspectos como geografía, clima, suelos, biología e influencia humana. Lo mismo realiza en la segunda parte dedicada al ciclo hidrológico, al mar y a otros ecosistemas como lagos, estuarios, marismas, ríos y arroyos, siempre desglosados desde epígrafes que contemplan sus aspectos geográficos, que aunque escasamente tratados, al menos sirven para establecer solapamientos entre ambos campos del saber.

J) F. Díaz Pineda (1989), *Ecología. Ambiente físico y organismos vivos* comenta que mientras que R. Margalef ha considerado la Ecología como “la biología de los ecosistemas”, F. González Bernáldez lo ha hecho como “la ciencia de los ecosistemas”.

Alumno de este último (al que dedica su manual), aborda temas como el de Biosfera definido por E. Suess (1831-1914) en 1875 y redefinido por V. Vernasky en 1920, el de biogeocenosis planteado por V. Sukachév (1880-1967) en 1940, el de paisaje como un “concepto antropocéntrico relativo a la percepción de un sistema de relaciones ecológicas subyacentes”, o el de geosistema como “las subdivisiones jerárquicas basadas en la estructuración de un territorio”. Conceptos muy válidos y útiles para servir de base para abordar con una mayor profundidad el análisis del Medio Físico y su papel en los ecosistemas como conocimientos propios de la ciencia ecológica.

Es por ello por lo que utiliza por ejemplo el factor profundidad en los ecosistemas acuáticos para explicar la estratificación de sus aguas, o la altitud como factor ambiental determinante de la radiación, la temperatura, humedad, viento y presión atmosférica a la hora de estudiar su papel sobre los seres vivos. La posición en la ladera, los gradientes como factores geomorfológicos para el estudio de las comunidades y dinámica de los ecosistemas, la utilización y análisis de los factores y procesos ecológicos que acontecen en una cuenca hidrográfica, o el papel del suelo en los movimientos de los elementos químicos, delatan ideas mucho más cercanas y necesitadas de la Geografía Física y la Geomorfología, al mostrar unos objetivos claramente compartidos.

K) En contraposición Rodríguez Martínez (2010), “Ecología”, vuelve a apostar mayoritariamente en su manual por una línea margalefniana. Una ecología como estudio de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente, y una idea del ecosistema tal como lo definiera A.G. Tansley, “unidad de organización que comprende el conjunto total de seres vivos presentes en una determinada área, junto con los factores ambientales físico-químicos”. Como se comprueba pronto en su lectura, nunca hace uso del sentido físico-geográfico que postulamos, tan solo una ligera idea de “geografía del paisaje”, como fusión de disciplinas entre la Geografía, la Fisiología, Etología y Demografía que como hemos comentado, no lo entendemos en profundidad, tal como ocurre en la obra de Margalef (1974).

Valga para esto el planteamiento que este autor realiza al preguntarse “¿qué es un ecólogo?: un libre pensador que vaga con libertad por las áreas que le son propiedad legítima de botánicos, zoólogos, taxónomos, fisiólogos, geólogos, meteorólogos, físicos, químicos, e incluso la de los sociólogos, tomando lo que le interesa de estas disciplinas y otras ya establecidas”. Nada del campo de acción de la Geografía Física.

Pero quizás y un poco a caballo entre las dos escuelas, comenta al menos que en el análisis integrador del medio natural terrestre resultante de la unión de la Ecología con la Geografía Física, es decir, la aplicación de principios ecológicos al estudio integrado de un determinado territorio, ha existido una cierta tradición de la que ha manado el concepto de Paisaje y el de Ecología del Paisaje liderada en España por F. González Bernáldez (1933-1992). El paisaje sería por consiguiente la manifestación externa de un sistema de relaciones ecológicas, incluyendo elementos subjetivos relacionados con la percepción. El fenosistema sería el conjunto de componentes perceptibles en forma de panorama, escena o paisaje, y el criptosistema el conjunto de relaciones ecológicas no perceptibles. Ambos constituirían el geosistema. El paisaje así contemplado constituiría la proyección geográfica de los ecosistemas, y de igual forma el ecosistema, o sea, la biocenosis y biotopo, encontraría su dimensión geográfica igual que un conglomerado de ecosistemas en el concepto de bioma.

L) Las ideas ecológico-geográficas de F. González Bernáldez (1976, 1981, 1982 y 1985) son mucho más de utilidad para nuestros propósitos. En 1976, y como estudiante de un año completo de Ecología de nuestra licenciatura, el antiguo ICONA publicó *Estudios ecológicos en Sierra Morena*, coordinado por él, con la participación de otros investigadores que luego ocuparían puestos relevantes en la ecología española.

Se trataba de un estudio ecológico integrado en Sierra Morena, más concretamente en su parte central donde se localiza la finca estatal objeto de estudio “Cabeza Aguda” (Villaviciosa, Córdoba). Estos autores hicieron uso de una manera decisiva de los aspectos litológicos y geomorfológicos, tratados en detalle en la primera parte del documento, llegando a realizar incluso un mapa geomorfológico de apoyo. Se hizo hincapié en los condicionamientos geomorfológico-biocenológicos como fenómenos decisivos en la formación de los ecosistemas.

Al estudiar la vegetación, no solo se aplicaron análisis estadísticos como el de correspondencias, si no que al abordar el estudio de los pastizales por ejemplo, la litología, el gradiente pedogénesis/erosión, la orientación de las laderas y el grado de la pendiente constituyeron factores determinantes para el estudio de estas comunidades pratenses. La humedad edáfica y los valores de pH del suelo fueron otros de los factores ecológicos fundamentales, donde pivotó todo el reparto geográfico de la vegetación.

Su trabajo *Ecología y Paisaje* (1981) está centrado básicamente en la definición y caracterización de dos términos ya comentados: el Geosistema y el de Paisaje. El primero persigue corregir el desequilibrio existente en el término ecosistema por el excesivo peso adquirido por los componentes bióticos, un contexto esencialmente biológico donde los seres vivos son los protagonistas principales. La parte abiótica tiene por tanto un papel muy modesto, habiendo sido por ello criticado por muchos autores. El geosistema se corresponde por tanto con un conjunto de relaciones geográficas, sinónimo al de ecosistema en su origen, pero quizás de mayor interés ya que no subraya especialmente la participación de los seres vivos.

Por otro lado sugiere que el estudio organizado del paisaje puede proporcionar material suficiente para abordar un amplio curso de ciencias del medio ambiente. Lo divide en fenosistema, escena o panorama perceptible entre la psicología y las ciencias de la Naturaleza (Ecología y Geografía Física), y el criptosistema, la parte más difícil de percibir, más de carácter intelectual, culto o científico, donde es necesario el uso de técnicas e instrumental científico junto a bioindicadores para explicar la totalidad del mismo, sin llegar a olvidar los valores estéticos y emocionales, la educación ambiental y su papel en la Ecología humana (González Bernáldez, 1985).

El geosistema por tanto sería un conjunto de procesos que acontecen en el relieve (meso y microrrelieves), con transferencia de materiales (en suspensión o disolución) y elementos químicos productos de la alteración de las rocas, recombinaciones, acumulaciones o pérdidas incorporadas al drenaje, flujos de materia, gradientes,

barreras geoquímicas y situaciones geomorfológicas heredadas, constituyendo todo ello una verdadera geoquímica del paisaje. La evolución de laderas en Sierra Morena sirve como ejemplo para esto, y a la vez para explicar las pautas que rigen la repetición o zonación de las mismas, basadas en procesos heredados, la acción remontante en la ladera o el encajonamiento del talweg.

Bajo estas premisas y a la hora de resumir las actuaciones sobre el paisaje, los ecosistemas o los geosistemas, se pregunta al mismo tiempo: ¿por qué este paisaje es así?; ¿cuáles son los factores que lo mantienen?, ¿cuáles los factores que lo diferencian de los demás?, ¿cuál ha sido su evolución histórica?. ¿Está en equilibrio?, ¿hacia dónde evoluciona?, ¿qué habrá de hacerse para conservarlo, así o en otra dirección?, ¿cómo lo percibe la población más cercana?, ¿qué preferencia muestran?

Si bien estas investigaciones y textos fueron decisivos para nosotros para entender un cuerpo doctrinal de la Ecología, el efectuado posteriormente junto a C. Herrero y A. Pau en 1982 sobre *Estudio ecológico de la localidad de Collado Mediano (Sierra de Guadarrama, Madrid)*, fue tremendamente ilustrativo. Derivado de la puesta en marcha del programa de la Unesco “MaB” (*Man and Biosphere*) para el estudio y la conservación de los ecosistemas naturales y de las acciones del Hombre sobre ellos, con fines de investigación, conservación y de educación, los aspectos relativos a las rocas, al paisaje y al Hombre son los que conforman todo el cuerpo central de este trabajo.

La obra comienza con la descripción de la situación geográfica de la zona, con un análisis panorámico del territorio con significación del relieve y de sus alineaciones, puntos culminantes, vértices geodésicos, canteras y trabajos sobre el granito, dehesas de fresnos y de encinas, o el mismo trazado del tren. A continuación se abordan los aspectos geológicos más en profundidad, haciendo uso de la columna de materiales, las diferentes litologías, procesos erosivos y el desmantelamiento geológico de rocas y fases de plegamiento hasta el estadio de exposición de los materiales que afloran en la actualidad. También se analiza la formación de los diferentes magmas y la composición mineralogía del granito aflorante.

Se realiza una explicación de la evolución del relieve durante los períodos triásico, jurásico, cretáceo, paleoceno, y cuaternario, deteniéndose en la formación de los suelos, las épocas glaciares, el último período interglaciar y en los primeros asentamientos humanos hace 4.000 años.

En base a ello, se explica esta ocupación humana y los usos del territorio: entrada de los árabes y periodo de reconquista, edad media y moderna, la evolución climática sufrida en estos momentos históricos (paleoclimatología), y la creación del núcleo urbano como tal. La transformación del territorio con la producción agropecuaria y la mesta, la ganadería y los cereales en la edad moderna, la agricultura y los agricultores en general, y la ganadería y ganaderos con sus dehesas para el pastoreo.

Con todo ello se hace una cartografía de los usos del suelo según datos de 1960, así como un estudio de las formaciones vegetales y de los factores ecológicos que determinan su distribución, deteniéndose especialmente como ejemplo en el bosque del cerro del Castillo (1.342 m.s.n.m.), con quejigos (*Quercus faginea*) y robles (*Quercus pyrenaica*) en la ladera norte, y encinas y enebros en la sur; las talas acontecidas y su evolución en el tiempo; las dehesas a base de encinas (*Quercus rotundifolia*) y fresnos (*Fraxinus excelsior*), las repoblaciones con pino negral (*Pinus nigra*) y pino silvestre (*Pinus sylvestris*). La cubierta herbácea a base de *Poa bulbosa*, *Koeleria*, *Vulpia*, *Agrostis castellana* – esta última sobre suelos fértiles y húmedos – y sobre el estrato arbustivo a base de matorrales de jaras pegajosa (*Cistus ladaniferus*) en las solanas y las de hoja de laurel (*Cistus laurifolius*) en las nortedas.

No se deja de abordar la fauna, con los animales y mamíferos silvestres típicos de estos ecosistemas como los corzos (*Capreolus capreolus*), jabalíes (*Sus scrofa*) y zorro (*Vulpes vulpes*); aves depredadoras como ratonero (*Buteo buteo*) y cernícalo (*Falco tinnunculus*) águila calzada (*Hieraetus pennatus*) y buitres (*Gyps fulvus*), aves y pájaros de los prados (escribano montesino (*Emberiza cia*), collalbas (*Oenanthe spp*), avefrías (*Vanellus vanellus*) y codornices (*Coturnix coturnix*), aves del encinar como palomas torcaces (*Columba palumbus*) y otras aves favorecidas por la presencia humana como cojugadas (*Galerida cristata*), estornino negro (*Sturnus unicolor*), córvidos omnívoros (cuervo, *Corvus corax*), grajillas (*Corvus monedula*) y urracas (*Pica pica*).

Por último se analizan los cambios experimentados en la economía en tiempos recientes con el fin de los trabajos de cantería y el comienzo del turismo y de los servicios que esto conlleva, así como la conservación de los vestigios en el paisaje actual que testimonian los antiguos usos. El texto finaliza con un apéndice climático, su caracterización por estaciones, un análisis de la evolución del clima desde principios de siglo, así como con algunos comentarios y reflexiones sobre el rápido cambio acontecido en los últimos años con vistas al futuro más inmediato.

LA GEOGRAFÍA FÍSICA, LOS SUELOS Y LA GEOMORFOLOGÍA

El texto de Geografía Física más al uso en las Facultades de Ciencias y de referencia obligada para alumnos y profesorado en general, ha sido el de A.N. Strahler de 1977 *Geografía Física*, sustituido posteriormente por la edición con el mismo título de Strahler y Strahler de 1989. Las recomendaciones efectuadas por González Bernáldez (1981) de que “en algunos libros como el de Strahler y Strahler, dedicado a las ciencias del ambiente, tenemos un excelente compendio sistemático de los tipos de procesos cuyo conocimiento es más necesario en la interpretación de los paisajes”, ha sido decisivo para ello.

¿Qué es la Geografía Física?, se plantea este autor al comienzo de su manual de 1977: “el estudio y unificación de un cierto número de ciencias de la tierra que nos permiten penetrar de una manera general en la naturaleza del medio que rodea al

hombre”. “Es un conjunto de principios básicos de las ciencias naturales, seleccionados de tal forma que incluyan primordialmente las influencias ambientales, que varían de un lugar a otro en la superficie terrestre”.

En la edición de 1989 y en la primera línea de su introducción matiza: “La Geografía Física es un área de investigación que pone en contacto e interrelaciona los elementos del Medio Ambiente físico del Hombre”. “Es un conjunto de principios básicos de las Ciencias Naturales que tratan sobre la atmósfera (meteorología, climatología), los océanos (oceanografía), las rocas (geología), los suelos (pedología), la vegetación (ecología de las plantas, biogeografía), y las formas del relieve terrestre (geomorfología)”. “Como rama de la Geografía, también subraya las interrelaciones espaciales y el orden sistemático de los elementos medioambientales en regiones de la superficie terrestre y las causas de esos modelos”.

También se ha dispuesto de la obra original de Strahler y Strahler, (1989) *Elements of Physical Geography* (Edit. John Wiley and Sons. 562 pp), e incluso una más reciente del año 2005 no traducida con el título *Physical Geography. Science and Systems of the Human Environment*, editada por John Wiley and Sons, Inc.

El constituirse como manual básico para la enseñanza de esta disciplina en las Facultades de Ciencias, ha estado basado por la recomendación que desde la disciplina de Ecología se ha hecho de utilización del mismo, pero también por la forma fácil y didáctica que tiene de abordar los diferentes aspectos físicos o abióticos de la Naturaleza, del Medio Ambiente, o de las Ciencias de la Tierra en general. Es decir, de todo el conjunto de disciplinas científicas con que la Ecología se ha de relacionar para conseguir sus objetivos conceptuales, y donde ocupan un lugar prioritario la ciencia edafológica y la geomorfológica.

Aunque sea el Hombre el objeto principal de esta obra, y a pesar que en sus iniciales planteamientos no aparezcan planteados los términos de ecología, ecosistema, paisaje o biosfera, ello no ha impedido que al amparo de las corrientes científico-ambientales actuales, la preocupación ambiental existente y el cambio socio-cultural acontecido (el *Homo sapiens sapiens* como especie integrada en una biosfera compartida con el resto de los seres vivientes), esta importante obra siga en la actualidad muy al uso al no haber sido superada por otra de la misma índole e importancia.

No obstante este texto general no es el único planteado a la hora de las consultas por parte de alumnos y profesores. La obra de E. de Martonne de 1964 *Tratado de Geografía Física*, (1): Nociones generales, clima e hidrografía; (2): El relieve del suelo y (3): Biogeografía, ha constituido también un texto de obligada referencia. El manual de López Bermúdez *et al.* de 1992 (*Geografía Física*) ha constituido otro de los manuales al uso.

Como textos relativos a ejercicios prácticos, citamos los de Aguilera *et al.* (1997) y Miller (1970) dedicados al mapa geológico, al relieve y la meteorología-climatología, donde se llega a comparar al paisaje con una sinfonía musical donde la partitura es un mapa. King (1984), y Díaz del Olmo (1992) para Paleogeografía, y

otros en lengua inglesa como el de Briggs (1989) o Miller (1973), o incluso diccionarios terminológicos como el de Baulig (1970), Whittow (1988) o Tejada Álamo (1994) vienen a completar esta relación de textos.

Si antes se ha comentado cual ha sido el texto básico fundamental para un curso de Geografía Física general, para el caso de la Geomorfología podemos considerar que éste lo ha constituido el de M. Derreau de 1978 (*Geomorfología*) y su edición posterior de 1991 con adaptaciones de P. Plans (Derreau, 1977; 1991). Otros autores han venido sin embargo a complementar estos contenidos tales como las publicaciones de la escuela francesa de Viers (1983), Coque (1987) (título de *Geomorfología* para ambos), o el mismo de Rice (1983).

La aparición de textos pertenecientes a la escuela de geomorfólogos españoles ha venido a enriquecer muy en gran medida los textos y manuales disponibles para esta disciplina, imprescindible para comprender la génesis de las formas del relieve y de los diferentes paisajes. Su aparición ha ido paralela al auge que iba alcanzando la concienciación ambiental, la protección de la Naturaleza, la conservación de los Espacios Naturales y la Geodiversidad. Los textos de Martínez de Pisón (1982 y 1986) dedicados al relieve de la Tierra, junto a su Atlas de Geomorfología, los de Peña Moné (1991), Muñoz Jiménez (1992), De Pedraza (1996), y los de M. Gutiérrez Elorza (2001 y 2008) centrados en geomorfología climática y geomorfología general son ejemplos de ello. El texto de Anguita y Moreno (1993) sobre procesos geológicos externos vendría a completar este conjunto de obras que a disposición de los alumnos y especialistas en la materia se encuentran en nuestras bibliotecas.

A modo de bibliografía complementaria que nos introduce en los territorios españoles, en su Geografía Física y formas geomorfológicas, la consulta de las obras de Gutiérrez y Peña (1988), Bielza de Ory (1994) o Gutiérrez Elorza (1994) son necesarias para ello. A nivel regional la monografía de AEQUA de 1989 sobre el Cuaternario de Andalucía occidental constituye también un texto que facilita la trasposición de los conceptos teóricos a la realidad territorial que nos rodea. A nivel de trabajos de campo, los que a modo de itinerarios fueron realizados por Cabanás Pareja (1980) centrado en la Sierra Morena cordobesa, o los de Rivas *et al.* (1979) y Recio Espejo (1996) sobre las cordilleras béticas y alineaciones subbéticas del sur provincial respectivamente, podrían servir de utilidad.

Martínez de Pisón (1982) comenta que la Geomorfología es una convergencia entre la Geología y Geografía Física. Por ello no quisiéramos dejar de comentar otros textos centrados en la Geología Física y la Geología General como portadores de conocimientos complementarios a las Ciencias de la Tierra y específicamente a estos geomorfológicos que abordamos en particular. Entre estos los de Agueda *et al.* (1983), Anguita y Moreno (1991), Aubouin *et als.* (1981), Bastida Ibañez (2005), Dercourt y Paquet (1984), Foster (1973), Holmes y Holmes (1987), Meléndez y Fuster (1973), Meléndez y Meléndez (1985), Strahler (1987) y Tarbuck y Lutgens (1999).

Los procesos edafológicos de alteración superficial y meteorización, tan decisivos en la conformación de los paisajes y los procesos geomorfológicos, así como los ligados a la formación de suelos y a las particularidades del relieve, requiere un conocimiento profundo de la ciencia edafológica, donde quizás se exponen con más claridad los conceptos y procesos físico-químicos que conlleva toda esta acción superficial generadora de formas. Para ello, y al igual que anteriormente, acudimos a los manuales de Ph. Duchaufour (1975, 1977), a su atlas ecológico de suelos, y al de 1984 dedicado a los procesos edafogenéticos y a la clasificación de suelos.

Queremos hacer especial atención a la publicación de Ferreras y Fidalgo (1991) sobre *Biogeografía y Edafogeografía*, la primera según los autores existente sobre Biogeografía general dentro de la Geografía española. Dividida en dos partes pero al mismo tiempo reunidas en una misma obra, dada las estrechas relaciones existentes entre la vegetación y los suelos, son considerados éstos como una rama de estudio de aquella. En opinión de estos (Ferreras y Fidalgo, 1991), y aunque sean conscientes de que ya se dispone de una disciplina propia para ello como es la Edafología, todo se debe “a la insuficiente atención que han recibido los suelos desde la Geografía, y es esta la razón por la que se utiliza el término edafogeografía, para hacer resaltar su estudio”. Los suelos son también un hecho geográfico, manifiestan los autores; se insertan como un elemento más en el paisaje y para acceder a esto, es preciso conocer suficientemente sus componentes y propiedades, sus horizontes y procesos edafogenéticos, así como sus sistemas de clasificación y características de los principales tipos de suelo.

Otros textos pueden ser utilizados para este mismo campo de acción; el de García Ruíz y López Bermúdez (2009) sobre los procesos erosivos, o el de Gil *et al* (2003) para poder comprobar la edafo-diversidad de los suelos de la provincia de Córdoba. Molina Ballesteros (1991) sobre geomorfología y geoquímica del paisaje, y los trabajos de John Catt (edafólogo y geomorfólogo del Rothamsted Experimental Station en Harpenden, Inglaterra) sobre manejo de suelos y paleoedafología (Bronger y Catt, 1989; Fullen y Catt, 2004); o los textos clásicos de Birkeland (1984) y Ollier (1984) sobre alteración, suelos y geomorfología, y para adquirir una visión geográfica de todo este conjunto de conceptos el de Demangeot (1989) quien realiza una revisión muy útil a escala global de todos estos aspectos.

EL MEDIO AMBIENTE COMO CONVERGENCIA: LA ECO-GEOGRAFÍA, EL PAISAJE Y LOS GEOSISTEMAS

Si ha existido algún autor que haya trazado unos sólidos puentes de conexión entre la Geografía física y la Ecología aplicados al estudio del territorio o al medio ambiente físico en general, ha sido Jean Tricart (1920-2003) a través de sus textos *La epidermis de la Tierra* (1969), el de 1982 junto a J. Kilian relativo a *La eco-geografía*, el de 1994 *Écogéographie des espaces ruraux*, e incluso su gran obra *Précis de Geomorphologie*, de 1981.

Tricart (1969) hizo señalar el nacimiento prematuro que tuvo el término "ecología" debido a E. Haeckel (1869), ya que en esa época se asistía a una evolución del pensamiento científico que tendía al desarrollo unilateral y por tanto desequilibrante de las visiones de conjunto, dejando de tomarse en consideración el Medio Natural, a la vez que se iban subdividiendo las disciplinas que lo tenían como objeto.

Al constituir las cadenas tróficas el cuerpo teórico de la Ecología, afirma que los ecólogos tienden a situarse fuera del ámbito de las Ciencias de la Tierra. Al proceder la mayor parte de ellos de las Ciencias Naturales, sus buenos conocimientos en Biología o sistemática no se encuentran en el mismo nivel que los referentes al Medio Natural. A pesar de ello el concepto de ecosistema vino a significar un enriquecimiento considerable, ya que puede aceptarse de que el Medio natural es un componente importante del mismo, puede ser integrado en el espacio y en el paisaje, y entenderse como la traducción concreta y espacial de un ecosistema (Tricart, 1969).

Tricart y Kilian (1982) son los iniciadores de la eco-geografía como un nuevo planteamiento integrado de la Geografía Física a través del estudio integral del Medio natural fundamentado en sus fenómenos físico-geográficos (geomorfológicos, edafológicos, hidrológicos, etc.) y con una pretensión clara tendente a hallar un denominador común entre la Ecología, Edafología y la Geografía Física (Gómez Piñero, 1992).

Esta línea eco-geográfica surge de los levantamientos de los sistemas de tierras mediante el uso de fotografías aéreas efectuados por el C.S.I.R.O. australiano, a través de la delimitación y cartografía de unidades espaciales organizadas en tres niveles taxonómicos: *land systems*, *land units* y *land facets*. Aunque considera a este sistema demasiado empírico, lo abordan desde una concepción más ecológica, con enfoques de tipo geomorfológico y pedogenético y de los recursos hídricos, desarrollando incluso conceptos relativos a la pedogénesis, los suelos y las formaciones superficiales así como unos métodos diferente de clasificación y elaboración cartográfica de mapas temáticos, metodología que trasladada posteriormente a los espacios rurales en su obra de 1994. Para estos autores "el estudio de los aspectos de la Naturaleza en la superficie del globo forma parte de la Geografía: constituye la Geografía Física. Pero la Ecología es, por otra parte, la ciencia de las agrupaciones organizadas de seres vivos y de sus relaciones con el medio".

En relación a esto último en 1982 pasaba a comentar: "Tan solo razones históricas, que por otra parte han jugado de manera desigual según las escuelas de pensamiento, explican la aberrante separación entre Geografía física y Ecología. Creemos estar en el buen camino reconstruyendo el estudio del medio natural de una manera simétrica". Defensor de la multidisciplinariedad que caracteriza a la Geografía Física, Tricart (1969) hace también el siguiente comentario al respecto: "la Geomorfología está aislada de las otras ciencias naturales en la Facultad de Letras, derivada de la nociva separación entre Facultades".

En esta visión multidisciplinar, para Tricart (1969) la Geomorfología se convierte en un campo del saber fundamental para el desarrollo de la prospección edafológica (inventarios edafológicos, dinámica y génesis de suelos, balance morfogénesis-edafogénesis). Para poner de manifiesto esto, utiliza como ejemplo los problemas de salinización de los suelos del delta del río Senegal en los que trabajó, que más bien de provenir por ascenso capilar, eran motivados por la deflación eólica de los fondos de las *sebjas* existentes en el mismo. Y la convierte como fundamental en la realización de inventarios hidrológicos, la prospección geológica, la elección de emplazamientos urbanos e industriales, la ordenación rural, vías de comunicación, instalaciones hidráulicas o para la prospección minera (Tricart, 1969). La Geomorfología forma parte pues del estudio integrado del Medio Natural.

Para King (1983) la Geomorfología como disciplina científica trata de las formas de la superficie terrestre y de los procesos que la crean y la modifican. Derivada de la Fisiografía, y esta a su vez de la Geografía, según T. Huxley (1825-1895) se encuentra vivamente influida por la teoría de W.M. Davis (1850-1934), siendo sus tres elementos esenciales los siguientes: la morfología, la estructura (materiales) y los procesos.

Muchos autores han querido centrar en el estudio del Paisaje el objeto propio de la Geografía moderna. Tricart (1969) incluso llegó a definir el término Paisaje como "la traducción concreta y espacial de un ecosistema". Sin embargo el paisaje, entendido como la percepción sensorial del Medio Ambiente (De Bolós, 1992; Martínez de Pisón, 2014; Puigdefábregas y Pérez García, 2014), o como lo define la Unesco (1971) "conjunto de elementos esencialmente estables y permanentes donde se producen los mecanismos cíclicos y completos del ecosistema y que constituye su estructura", obliga tal como señala González Bernáldez (1981) a ser objeto de estudio tanto de la ciencia ecológica como de la geográfica, con una necesaria convergencia entre Geografía Física y Ecología.

G. Bertrand (1968) defensor de la "Ciencia del paisaje" como ciencia integradora, ayuda a la idea de concebir una Geografía Física global que llegue a poner de manifiesto a la Ecología como "la forma moderna de la Geografía Física". El desarrollo de esta última disciplina pasa en la actualidad dentro del pensamiento ecológico, e invita a aquella a que amplíe su campo e incluya en su enfoque ecosistémico elementos tratados por los geógrafos, como son particularmente los procedentes de la Geomorfología.

Bertrand y Bertrand (2006) señalan que fue a partir de los años sesenta cuando se dispuso de los elementos necesarios para abordar el estudio integrado del Medio Natural. Entre estos, los conceptos ecológicos manados de E. P. Odum, los relativos al paisaje de C. Troll, a los suelos de Ph. Duchaufour, la teoría de bio-rexistiasia de H. Erhart, el concepto de geosistema de V.B. Sochava, y las tentativas de J. Tricart.

Para estos autores, el Geosistema vendría a corresponderse con unos datos ecológicos estables, resultantes de la combinación de factores geomorfológicos (na-

turalidad de las rocas, capas superficiales, pendientes y dinámica de las vertientes), climáticos (precipitación, temperatura), e hidrológicos (capas freáticas, pH de las aguas, humedad edáfica), constituyendo todo ello su potencial ecológico. “Se trata de un concepto territorial, una unidad espacial bien delimitada y analizada a una escala dada, mucho más amplia que el ecosistema que solo es una parte del sistema geográfico natural” (Bertrand y Bertrand, 2006).

Por otro lado el paisaje resulta no ser simplemente la suma de unos elementos geográficos incoherentes sino el resultado sobre cierta porción del espacio de la combinación dinámica y por lo tanto inestable, de elementos físicos, biológicos y antrópicos que interactuando dialécticamente, hacen del él un conjunto único e indisociable en continua evolución; más concretamente los factores de pendiente, clima, roca, suelos-mantos de derrubios, hidrología de las vertientes, geomorfogénesis, edafogénesis, y la acción antrópica sobre la vegetación (Bertrand y Bertrand, 2006). E insisten estos autores si no es la Ecología la forma moderna de la Geografía Física: “son dos caminos paralelos, desigualmente trazados, y aún sin terminar” (Bertrand, 1972), en la misma línea que señala Mackinder (1887) respecto a “una Paleontología separada irracionalmente de la Biología”.

Como se ha comentado Troll (1950) es el definidor de la idea de “Ecología del Paisaje”: “el estudio del conjunto de elementos interactuantes entre la asociación de seres vivos (biocenosis) y sus condiciones ambientales, los cuales actúan en una parte específica del paisaje. Por contenidos y por objetivos es en buena medida similar al concepto de geobiocenosis” (V.N. Sucachev en 1944) (Troll, 1963; González Trueba, 2012).

Señala que “la síntesis geográfica significa la observación de los fenómenos que se dan en la superficie terrestre y de sus convergencias en la unidad del espacio, esto es, en el paisaje”. Con el paisaje la Geografía ha encontrado su objetivo propio, que no le puede disputar ninguna otra ciencia. Cuanto más pequeñas son las divisiones a estudiar en el territorio, es decir el ecotopo, más importancia adquieren las propiedades del suelo en la caracterización de estos paisajes (Troll, 1950). A este nivel, las interacciones de las biocenosis con la capa edáfica conectan profundamente la investigación geográfica del paisaje con la Edafología y la Geobotánica.

Para terminar y ayudados por Galochet (2008) podríamos sintetizar que el Medio Ambiente o el Medio Natural son sinónimo para algunos autores del concepto de Medio Físico o incluso del Medio Geográfico, quienes evocan las estrechas relaciones existentes entre el Hombre y la Naturaleza, constituyéndose en escenario de las interacciones entre el medio (factores abióticos), formas vivientes (bióticos) y acciones humanas (antrópicos), definidoras del paisaje y perfiladoras de los geosistemas.

LA CUANTIFICACIÓN EN GEOGRAFÍA FÍSICA Y LOS MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LABORATORIO

Para Sala y Batalla (1996) la Geografía Física tiene un carácter unitario cuando es vista desde la perspectiva de la Geografía Humana, pero no lo es en realidad para el propio geógrafo físico al estar ésta compuesta por un grupo de ciencias, cada una con sus propios objetivos. Entre estas la Edafología, junto a la Climatología, Hidrología, Geomorfología y la Biogeografía. Por ello esta especialización ha llevado a los geógrafos a un acercamiento cada vez mayor a las fuentes y métodos de disciplinas afines.

La Geografía Física se encuentra en un dilema de tener que elegir entre un papel relevante como base a la Geografía Humana, o ser una Ciencia de la Tierra (Sala y Batalla, 1996). Para George (1973) se trata de una ciencia de síntesis en la encrucijada de los métodos de ciencias distintas, “donde la investigación se ha compartido en sectores cuya unidad no es fácil siempre mantener”.

Desde la perspectiva actual esto ha sido resuelto cuando ésta ha dejado los estudios históricos por los estudios de los procesos, conduciéndola al estudio medioambiental en el que se unen ciencia y servicio a los intereses del Hombre, y esta orientación no ha hecho más que beneficiarla. Bryan (1950) adelantaba que “la Geografía Física como entidad unitaria ya no existe y debe ser remplazada por disciplinas independientes, y entre esta la Climatología sería la más importante”.

Para López Bermúdez (2002) la Geografía Física es claramente una ciencia ambiental que contribuye al conocimiento de la funcionalidad y valores de la Naturaleza, de sus recursos, y a las relaciones de los humanos con ella. Descompone racionalmente la Naturaleza en sus componentes básicos, para después recomponer y comprender el todo a partir del entendimiento de sus partes. Señala que la adquisición reciente de técnicas informáticas, teledetección y SIGs, han relanzado a la ciencia geográfica hacia un mayor cuantitativismo, que ha provocado su modernización y enroque con la evolución natural de las Ciencias Naturales. Esta aplicación de nuevos métodos es uno de los aspectos más necesarios e importantes que deben de ser incorporados a la Geografía Física en los momentos actuales (López Bermúdez, 2002).

Otros autores sin embargo no son de esta misma opinión. García Fernández (2001) en su artículo “Geografía Física o Ciencias Naturales” llega a afirmar que estas ciencias típicamente geográficas (en las que no incluye la Edafología por ejemplo), “en vez de ser partes de un todo, han llegado a ser todas aparte”. Se opone a la cuantificación en geomorfología y a las determinaciones en los laboratorios, más próximo todo ello a la Geología y a las Ciencias de la Naturaleza que a la Geografía Física que pierde su concepción antropocéntrica.

George (1972, 1973) hace reseñar que por sus técnicas de laboratorio, el estudio de los suelos es muy semejante al estudio geomorfológico; es tan indispensable como para cuando se desea interpretar la vegetación o evaluar el potencial agrícola de

los mismos. Pero al mismo tiempo que necesita de sus métodos, ha de distinguirse de una Edafología pura por su interés hacia la cronología sin llegar al antagonismo si no tan solo manifestando claramente una diferencia de objetivos. Y de la Geografía Humana donde el término suelo puede ser interpretado como el conjunto de formas de utilización del espacio terrestre, es decir el que ocupa el espacio agrícola o el natural, el creado en el marco de sus actividades industriales o urbanas (George 1972).

El estudio cuantitativo de los procesos edáficos ha experimentado igual evolución que los procesos geomorfológicos; esta circunstancia ha llevado a ambas, al estudio de la Edafología y Geomorfología ambiental. Sala y Batalla (1996) comentan que “en Geografía el proceso de adquisición de datos suele estar bajo el dominio de investigadores de campos no geográficos (químicos y biológicos, etc)”, y por esta razón los métodos y técnicas utilizados entran en un campo difícil y controvertido.

Insistiendo en ello abordan los *Métodos y técnicas de control y experimentación* donde insisten sobre la necesidad de cuantificar, ya que la comprensión general de un fenómeno esta interrelacionada con las propiedades que lo constituyen, y el laboratorio permite su determinación y su conocimiento. Básicamente describen tan solo métodos de caracterización en campo “al ser problemático el traslado de muestras al laboratorio”; entre estos la determinación de algunos parámetros en aguas tales como temperatura, pH, o conductividad eléctrica. Para el caso de los suelos describe tan solo los métodos de la determinación de la humedad (método de Speedy), la infiltración y el de permeabilidad, siempre como medidas efectuadas en campo. Tan solo para el laboratorio propiamente dicho, describen el método gravimétrico de determinación de la humedad (de campo y/o higroscópica) así como una clasificación textural o de distribución de tamaño de partículas en lodos y sedimentos.

Tal como hemos comentado anteriormente, para Martínez de Pisón (1982) la Geomorfología es una convergencia entre la Geología y la Geografía Física. La Geomorfología estructural o arquitectura geológica y la climática interesadas en el modelado, han de incorporar técnicas estadísticas, sedimentológicas y de laboratorio para poder insertar el estudio del relieve en el conjunto de relaciones naturales que explican globalmente la Geografía Física. Más concretamente, los tipos de suelos y las formaciones vegetales que intervienen en la morfogénesis, son el resultado de una dinámica global de la Naturaleza, que para enfatizar su carácter espacial, estarían integrados más en una Geoecología que en una Ecología propiamente dicha.

Si hacemos uso de textos relativos a ejercicios prácticos el de King (1983) por ejemplo, se hace resaltar los tres elementos esenciales de esta disciplina, morfología, estructura (material) y procesos. Los ejercicios que presenta están centrados en aspectos prácticos de la Biogeografía, Hidrología, Meteorología, Climatología y Oceanografía. Sin embargo, sobre Edafología (*edaphos*, suelo), que se ocupa de la descomposición de las rocas firmes por meteorización como proceso íntimamente

ligado a las condiciones climáticas, sin olvidar la naturaleza del relieve y los procesos del pasado, no le dedica ninguno de sus ejercicios.

Para Miller (1970) la interpretación del paisaje es el objeto del geógrafo, y conocer cómo se ha formado un determinado paisaje natural es dominio de la Geografía Física. Aunque manifiesta que su estudio es el de la superficie de la Tierra como hogar del Hombre, no llega a realizar ninguna aportación en relación a la cuantificación de los procesos alterológicos que conducen a la formación de los suelos.

Miller (1973) y Briggs (1985) en una línea dirigida totalmente a la geografía cuantitativa destinada a complementar los estudios de Geografía Humana, y a pesar de que uno de sus capítulos está dedicado a los suelos (cuatro capítulos en la clásica división de las tres envolturas terrestres: geomorfología, climatología, vegetación y suelos), tampoco acometen la caracterización cuantitativa de estas formaciones.

Para Muñoz Jiménez (1986) la Geomorfología cuantitativa puede expresarse en términos matemáticos o numéricos hasta donde es posible, sobre todo al abordar aspectos como el modelado de las vertientes o el modelado fluvial (Horton, 1945, “ley de la jerarquía de los cursos de agua”), o A. Strahler (1952) aplicando todo tipo de técnicas cuantitativas, la estadística y el análisis multivariante como elaboración de modelos, siendo numerosas las aplicaciones de estos métodos al estudio de las redes fluviales (Romero Díaz, 1987; García Martínez, 2016), dando así expresión matemática a las ideas de W.M. Davis (1850-1934).

Sin embargo algunos aspectos menos tradicionales como la erosión areolar, es decir los procesos de alteración y formación de suelos, más difíciles de expresar y de manejar en términos numéricos, han sido muy poco o parcialmente tratados según Muñoz Jiménez (1986).

Existe no obstante una segunda Geomorfología, la dinámica o bioclimática, inspiradas en el pensamiento ecológico, con una tectónica y morfogénesis en continua acción e interrelacionándose, que hace considerar al relieve como un sistema en interacción, en una “ecología de formas” (Muñoz Jiménez, 1986), apoyada en una cartografía temática a gran escala, en la utilización sistemática de técnicas sedimentológicas, edafológicas y mineralógicas, de teledetección y fotointerpretación, que provoca la coincidencia entre ambas corrientes.

De la misma manera esta temática es abordada por Bosque Sendra (1986) sobre la Geomorfología cuantitativa, con la utilización de análisis de regresión, correlación, análisis factorial y test de significancia estadística. La tradición ecológica de la Geomorfología cuantitativa (relaciones Hombre-Medio o Ecología Humana) surgió como problema de interés científico después de la obra de Ch. Darwin, y varias ciencias se la disputaron, entre ellas la Ecología y la Geografía Física, disputa que aún persiste. Barrows (1923) en su tiempo llegó a considerar la posibilidad de entender una Geografía como Ecología Humana (González Bernáldez, 1985; Rodríguez Martínez, 1980).

Esta disputa puede escenificarse en los campos de acción científica conjunta de la Geografía de la vegetación y de la Geobotánica, al abordar ambas el estudio de las comunidades vegetales, su distribución o sus condiciones de vida (Ferrerías Chasco, 1986). O incluso en la denominada Ciencia o Ecología del Paisaje o Geoecología ya comentado (C. Troll en 1939), donde la vegetación adquiere más preponderancia, y es contemplada como “la ciencia de las relaciones mutuas totales por complejas que sean de los organismos, esto es la biocenosis y sus factores ambientales” (Bosque Sendra, 1986).

Técnicas de cuantificación en Geografía Física pueden ser consideradas también todas aquellas que pueden ser aplicadas al análisis del mapa topográfico (Puyol y Estébanez, 1978): cálculo de distancias, pendientes, cotas, superficies, escalas, etc, entre otras, o incluso las que pudieran ser derivadas de la cartografía geológica (Cabanas Pareja, 1972; Martínez Álvarez, 1979 y 1981; Ramón y Martínez, 1993), sin olvidar los ejercicios de tipo cuantitativo recogidos en Miller (1970), Aguilera *et al.* (1997), o Raisz (1972) en relación a la cartografía en un sentido más genérico.

Sobre fotografías aéreas, cabría citar por ejemplo las de López (1971), y sobre teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIGs) toda la completa e intensa línea de trabajos que lleva cabo el Profesor J. Ojeda Zújar y su equipo de investigación en la Universidad de Sevilla, como apoyo a los procesos y ordenamiento territorial, la integración de datos para la estimación de los impactos ambientales, o la georreferenciación de cualquier otro tipo de información geográfica, con capacidad de analizar al mismo tiempo información temática y espacial (Ojeda Zújar, 2000).

Tal como se ha comentado, el carácter multidisciplinar de la Geografía Física y la naturaleza pluridisciplinar del estudio del Cuaternario, abarcando conceptos procedentes de disciplinas distintas como la Geomorfología, Edafología, Ecología o Arqueología (Geoarqueología, Barrios *et al.*, 2004), requiere el empleo de técnicas de cuantificación que permitan su estudio al máximo nivel de detalle, y por ello, encaminadas a la caracterización físico-química de litologías, sedimentos, suelos, paleosuelos, depósitos correlativos y otras formaciones superficiales las cuales constituyen el cuerpo central de su investigación.

Nuestro laboratorio de Ecología Aplicada ha venido desarrollando desde hace años esta línea de trabajo con la aplicación y puesta a punto de diferentes métodos analíticos, empleados no solo en el desarrollo de nuestras propias investigaciones sino que también en la actividad docente y en la formación de otros investigadores. Estos trabajos de laboratorio llevan a familiarizarse con los diferentes instrumentos de medida y aparataje, a veces muy costosos, con el diferente material de vidrio, reactivos, manejo y aprendizaje de técnicas comunes en este tipo de laboratorio, así como con la interpretación de los resultados obtenidos, su representación gráfica y el tratamiento estadístico de datos. Debemos de llamar la atención sobre la importancia que tiene la recogida y toma de muestras en el campo, con el objeto de que los datos que se obtengan sean realmente representativos de aquello que se quiere describir, complementar, estudiar o poner de manifiesto, así como de su prepara-

ción, es decir, secas al aire a temperatura ambiente, rotos sus agregados y eliminadas las partículas tamaño grava ($\varnothing > 2$ mm), la cual puede ser también cuantificada y caracterizada si fuese de interés.

Hacemos de esta manera una importante aportación a este campo de la investigación y docencia sobre la cuantificación de este tipo de procesos tan decisivos en Geografía Física, Geomorfología, Edafología y en Ecología en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUEDA, J.; ANGUITA, F.; ARAÑA, V.; LÓPEZ, J.; SÁNCHEZ, L. 1983.- Geología. 2ª edición. Edit. Rueda. 528 pp.
- AGUILERA ARILLA, M. J.; BORDERÍAS URIBEONDO, M. P.; GONZÁLEZ YANCI, M. P.; SANTOS PRECIADO, J. M. 1997.- Ejercicios prácticos de Geografía Física. Edit. Universidad Nacional a Distancia. 676 pp.
- ANGUITA, F.; MORENO, F. 1991.- Procesos geológicos internos. Edit. Rueda. 232 pp.
- ANGUITA VIRELLA, F.; MORENO SERRANO, F. 1993.- Procesos geológicos externos y geología ambiental. Edit. Rueda. 311 pp.
- AUBOUIN, J.; BROUSE, R.; LEHMAN, J.P. 1981.- Tratado de Geología. (T:1): Petrología. (T:2): Paleontología y Estratigrafía. (T:3): Tectónica, tectonofísica y morfología. Edit. Omega. 602, 651 y 642 pp.
- BARROW, H. H. 1923.- Geography as human ecology. *Annals AAG*. 23:1-4
- BASTIDA IBÁÑEZ, F. 2005.- Geología. Una visión moderna de las Ciencias de la Tierra. Edit. Trea, S.L.V: I, 974 pp y II., 1.031 pp.
- BAULIG, H. 1970.- *Vocabulaire franco-anglo-allemand de Géomorphologie*. Edit. Ophrys. 230 pp.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. 1999.- Ecología. Edit. Omega. 1.148 pp.
- BERTRAND, G. (1968): "Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique". *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 39: 249-272.
- BERTRAND, G. 1972.- La ciencia del paisaje, una ciencia diagonal. En "El pensamiento geográfico", Gómez Ortega, et als, 1982: 465-469.
- BERTRAND, C.; BERTRAND, G. 2007.- Geografía del Medio Ambiente. El sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje. Public. Universidad de Granada. 403 pp.
- BIELZA DE ORY, V. (Coord). 1994.- Territorio y Sociedad en España. Geografía Física. Edit. Taurus. 441 pp.
- BIRKELAND, P.W. 1984.- Soils and geomorphology. Oxford University Press.
- BOLADO SOMOLINOS, J.M. 2012.- Ciento diecisiete años de enseñanza de la Geología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central/Complutense de Madrid (1857-1974). Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. 101 pp.
- BOSQUE SENDRA, J. 1986.- "La evolución de la Geografía teórica y cuantitativa". En García Ballesteros, A. (Coord.). Teoría y prácticas de la Geografía. Edit. Alhambra. 372 pp. 44-62.
- BRIGGS, K. 1989.- Physical Geography. Process and System. Edit. Odre and Stoughton. 169 pp.

- BRONGER, A.; CATT, J.A. 1989.- Paleopedology. Nature and application of Paleosols. Catena supplements nº 16. 232 pp.
- BRYAN, K. 1950.- El papel de la geomorfología dentro de las ciencias geográficas. En "El pensamiento geográfico", Gómez Ortega, et als , 1982: 381-385.
- CABANÁS PAREJA, R. 1972.- Normas de interpretación de mapas geológicos. Boletín Pedagógico Institución de Formación del Profesorado de Enseñanza Laboral. 95 pp.
- _____ 1955.- Rasgos fisiográficos y geológicos del territorio de Lucus. Instituto de Estudios Africanos. CSIC. Madrid. 202 pp.
- _____ 1980.- Geología cordobesa. Guía del sector norte. Edit. Escudero. 179 pp.
- COQUE, R. 1987.- Geomorfología. Alianza Editorial. 475 pp.
- DAJOZ, R. 1974.- Tratado de Ecología. Edit. Mundi-Prensa. 478 pp.
- DE BOLÓS, M. (Coord.) 1992.- Manual de Ciencia del Paisaje. Edit. Masson. 273 pp.
- DEMANGEOT, J. 1989.- Los medios naturales del Globo. Edit. Masson. 251 pp.
- DE MARTONNE, E. 1964.- Tratado de Geografía Física. (T.1): Nociones generales, clima e hidrografía. (T.2): El relieve del suelo. (T. 3): Biogeografía. Edit. Juventud. 1.670 pp.
- DE PEDRAZA J. 1996.- Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones. Edit. Rueda. 414 pp.
- DERCOURT, J., PAQUET, J. 1984.- Geología. Edit. Reverté. FOSTER, R.J. 1973.- Geología. Edit. Labor. 181 pags. 423 pp.
- DERREAU, M. 1977.- Las formas del relieve terrestre. Nociones de geomorfología. Edit. Toray-Masson. 118 pp.
- _____ 1978.- Geomorfología. Edit. Ariel. 528 pp.
- _____ 1991.- Geomorfología. Edit. Ariel. 499 pp.
- DÍAZ DEL OLMO, F. 1990.- Apuntes de Paleogeografía. Dpto. Geografía Física y Análisis geográfico regional. Universidad de Sevilla. 169 pp.
- DÍAZ PINEDA, F. 1989.- Ecología. Ambiente físico y organismos vivos. Edit. Síntesis. 155 pp.
- DUCHAUFOR, Ph. 1975. Manual de Edafología. Edit. Toray-Masson. Barcelona. 476 pp.
- _____ 1977. Pedologie I. Pedogenese et classification. Manson. Barcelona. 477 pp.
- _____ 1977.- Atlas ecológico de los suelos del Mundo. Edit. Toray-Masson. 178 pp.
- _____ 1984.- Edafología. 1: Edafogénesis y clasificación. Edit. Masson. 493 pp.
- FERRERAS CHASCO, C. 1986.- "Tendencias actuales en Biogeografía vegetal". En García Ballesteros, A. (coord.), Teoría y prácticas de la Geografía. Edit. Alhambra. 372 pp. 164-180.
- FERRERAS, C.; FIDALGO, C.E. 1991. Biogeografía y Edafogeografía. Edit. Síntesis. 262 pp.
- FULLEN, M.A.; CATT, J.A. 2004.- Soils management. Problems and solutions. Edit. Oxford University Press. 269 pp.
- GALOCHET, M. 2008.- El medio ambiente en el pensamiento geográfico francés: fundamentos epistemológicos y posiciones científicas. Cuadernos Geográficos. 44: 7-28.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, J. 2001.- Geografía Física o Ciencias Naturales. Investigaciones geográficas. 25: 33-49.
- GARCÍA MARTÍNEZ, B. 2016.- Cambios hidromorfológicos en el Guadalquivir y sus afluentes Guadalbaccar, Huéznar y Rivera de Huelva (sector Palma del Río-Sevilla). Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla. 6 27 pp.

- GARCÍA RUIZ, J.M.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F. 2009.- La erosión del suelo en España. Public. Sociedad española de Geomorfología (SEG). 441 pp.
- GEORGE, P. 1972.- El Medio Ambiente. Oikos-tau. 122 pp.
- _____ 1973.- Los métodos de la Geografía. Oikos-tau. 122 pp.
- GIL TORRES, J.; RODERO PÉREZ, I.; ODIERNA, C. 2003.- Inventario de los suelos de la provincia de Córdoba. Public. Excma. Diputación de Córdoba. 107 pp.
- GÓMEZ PIÑERO, J. 1992.- Geografía y Ecología. Lurralde. 15: 9-16
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. 1976.- Estudios ecológicos en Sierra Morena. ICONA Monografías nº 8. 80 pp.
- _____ 1981.- Ecología y Paisaje. Edit. Blume. 250 págs.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; HERRERO, C.; POU, A. 1982.- Collado Mediano: hombre y naturaleza a través del tiempo. Public. Excma. Diputación de Madrid. 135 pp.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. 1985.- Invitación a la Ecología Humana. La adaptación afectiva al entorno. Edit. Tecnos. 159 pags.
- GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. 2012.- "Carl Troll y la Geografía del Paisaje: vida, obra y traducción de un texto fundamental". *Boletín Asociación de Geógrafos Españoles*. 59: 173-200.
- GUTIÉRREZ, M.; PEÑA, J. L. 1988.- Perspectivas en Geomorfología. Monografías nº 2. Sociedad Española de Geomorfología. 223 pp.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (Coord). 1994.- Geomorfología de España. Edit. Rueda. 526 pp.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. 2001.- Geomorfología climática. Edit. Omega. 642 pp.
- _____ 2008.- Geomorfología. Edit. Pearson Prentice Hall. 898 pp.
- HOLMES, A.; HOLMES, D. 1987.- Geología Física. Edit. Omega. 812 pp.
- HORTON, R.E. 1964.- Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bull. Geol. Soci. Amer.* 56: 275-370.
- HUGGETT, R. J. 1995.- *Geoecology. An evolutionary approach*. Routledge editor. 320 pp.
- KING, C.A.M. 1984.- Geografía Física. Edit. Oikos-tau. 541 pp.
- LÓPEZ, M.L. 1971.- Manuel de fotogeología. Public. Junta de Energía Nuclear.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; RUBIO RECIO, J. M.; CUADRAT, J .M. 1992.- Geografía Física. Edit. Cátedra. 594 pp.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. 2002.- Geografía Física y conservación de la Naturaleza. *Papeles de Geografía*. 36:133-146.
- MACKINDER, H.J. 1887.- El objeto y los métodos de la Geografía". En "El pensamiento geográfico", Gómez Ortega, et als , 1982: 204-216.
- MARGALEF, R. 1974.- Ecología. Edit. Omega. 951 pp.
- _____ 1983.- Limnología. Edit. Omega. 1010 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. 1982.- El relieve de la Tierra, Edit. Aula Abierta Salvat. 64 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (coord), 1986.- Atlas de geomorfología. Edit. Alianza. 365 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. 2014.- Teorías del Paisaje. En "Geoecología, cambio ambiental y paisaje: homenaje al Profesor José María García Ruiz", J. Arnáez, P. González, T. Lasanta y B. Valero editores. Public. "Instituto Pirenaico de Ecología. C.S.I.C. 479 pp. 415-425.

- MARTÍNEZ ALVAREZ, J.A. 1979.- Mapas geológicos. Explicación e interpretación. Edit. Paraninfo. 245 pp.
- _____. J.A. 1981.- Geología cartográfica: ejercicios sobre interpretación de mapas geológicos. Edit. Paraninfo. 271 pp.
- MELÉNDEZ, B.; FUSTER, J.M.. 1973.- Geología. Edit. Paraninfo. 896 pp.
- MELÉNDEZ, A.; MELÉNDEZ, F. 1985.- Geología. Edit. Paraninfo. 526 pp.
- MILLER, A. 1970.- La piel de la Tierra. Edit. Alhambra. 249 pp.
- MILLER, B.A. 1973.- The Physical basis of Geography. Metric edition. 148 pp.
- MOLINA BALLESTEROS, E. 1991.- Geomorfología y geoquímica del paisaje. Edit. Universidad de Salamanca. 156 pp.
- MOLLES, C.M. 2006.- Ecología. Conceptos y aplicaciones (3ª edic.). Edit. McGraw- Hill- Interamericana. 671 pp.
- MUÑOZ JIMÉNEZ, J. 1986.- "Consideraciones sobre la evolución reciente de la Geomorfología". En García Ballesteros, A. (Coord.). Teoría y prácticas de la Geografía. Edit. Alhambra. 372 págs. 145-153.
- _____. 1992.- Geomorfología general. Edit. Síntesis, 351 pp.
- NEBEL, J.B.; WRIGTH, R.T. 1999.- Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Edit. Pearson- Prentice Hall Hispanoamericana. 698 pp.
- ODUM, E.P. 1972.- Ecología. Edit. Interamericana. 639 pp.
- OJEDA ZÚJAR, J. 2000.- "Métodos para el cálculo de la erosión costera. Revisión, tendencias y propuestas." *Boletín A.G.E.* 30: 103-118.
- OLLIER, C.D. 1984.- Weathering. Edit. Longman. 270 pp.
- PEÑA MONNE, J. L. 1991.- El relieve. Edit. Síntesis. 166 pp.
- PEREJÓN RINCÓN, A. 2009.- Rafael Cabanás Pareja (1913-1989). Naturalista, docente y maestro de geólogos y geógrafos. Public. Universidad y Ayuntamiento de Córdoba. 268 pp.
- PUIGDEFÁBREGAS, J.; PÉREZ GARCÍA, M. 2014.- El paisaje como experiencia central en la interacción del hombre con su entorno natural. En "Geoecología, cambio ambiental y paisaje: homenaje al Profesor José María García Ruiz", J. Arnáez, P. González, T. Lasanta y B. Valero editores. Public. "Instituto Pirenaico de Ecología. C.S.I.C. 479 pp. 451-460.
- PUYOL, R.; ESTEBÁNEZ, J. 1978.- Análisis e interpretación del mapa topográfico.. Edit. Tebar Flores. 89 pp.
- RAISZ, E. 1972.- Cartografía. Edit. Omega. 436 pp.
- RAMÓN-LLUCH, R.; MARTÍNEZ-TORRES, L.M. 1993.- Introducción a la cartografía geológica. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 134 pp.
- RECIO ESPEJO, J.M. 1996.- Itinerarios ecogeográficos por las Sierras Subbéticas: Parque Natural y su entorno. Public. Universidad de Córdoba. 130 pp.
- _____. 2003.- Rafael Cabanás desde el recuerdo. *BRAC.* 144: 277-290.
- RECIO ESPEJO, J.M.; DÍAZ DEL OLMO, F. 2013. La Historia Natural y los comienzos de la Geografía Física en España: Eduardo Hernández Pacheco profesor y académico en Córdoba (1899-1910). La Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Artes y Nobles Artes en su Bicentenario (1810-2010). Public. Real Academia de Córdoba- Universidad de Córdoba. 479-489.
- RICE, R.J. 1983.- Fundamentos de geomorfología. Edit. Paraninfo. 392 pp.

- RICKLEFS, R.E. 1996.- Invitación a la Ecología. La Economía de la Naturaleza. Edit. Médica Panamericana. 692 pp.
- RIVAS, P.; SANZ DE GALDEANO, C.; VERA, J.A. 1979.- Itinerarios geológicos en las zonas externas de las Cordilleras Béticas. Public. Universidad de Granada. 87 pp.
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, F. 1980.- Ecología y Geografía. Paralelo 37. *Revista de Estudios Geográficos*. 4: 105-112.
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, J. 2010.- Ecología (2ª edic.). Edit. Pirámide. 502 pp.
- ROMERO DÍAZ, M. A., LÓPEZ BERMÚDEZ, F. 1987.- Morfometría de redes fluviales: revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al Alto Guadalquivir. *Papeles de Geografía (Física)*. 12 : 47-62.
- SALA SANJAUME, M.; BATALLA VILLANUEVA, R.J. 1996.- Teoría y métodos en Geografía Física. Edit. Síntesis. 303 pp
- SIMMONS, I.G. 1982.- Ecología de los Recursos Naturales. Edit. Omega. 463 pp.
- STRAHLER, A.N. 1977.- Geografía Física. Edit. Omega. 767 pp.
- STRAHLER, A. 1987.- Geología Física. Edit. Omega. 629 pp.
- STRAHLER, A.; STRAHLER, A. 1989.- Geografía Física. Edit. Omega. 3ª edición. 550 pp.
- _____ 1989. *Elements of Physical Geography*. Edit. John Wiley and Sons. 562 pp.
- _____ 2005.- *Physical Geography. Science and Systems of the Human Environment*. Edit. John Wiley and Sons, Inc. 794 pp.
- TARBUCK, E.J.; LUTGENS, F.K. 1999.- Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física. Edit. Prentice Hall. 563 pp.
- TEJADA ÁLAMO, G. 1994.- Vocabulario geomorfológico. Edit. Akal diccionarios. 178 pp.
- TERRADAS, J. (1979). Ecología y educación ambiental. Cuadernos de Biología. Edit. Omega. 189 pp.
- TRICART, J. 1969. La epidermis de la Tierra. Edit. Labor. 178 pp.
- _____ (1979).- El análisis de sistemas y el estudio integrado del medio natural. En "El pensamiento geográfico", Gómez Ortega, et als, 1982: 470-476.
- _____ 1981.- *Precis de Geomorphologie*. (T.1): Geomorphologie structurale. (T.2): Geomorphologie. Dynamique generale. (T.3): Geomorphologie climatique. Edit. Sedes. 322, 345 y 313 pp.
- TRICART, J., KILIAN, J. 1982.- La eco-geografía y la ordenación del medio natural. Edit. Anagrama. 288 pp.
- TRICART, J. 1994.- *Écogéographie des espaces ruraux. Contribution méthodologique au programme international Géosphère-Biosphère*. Edit. Nathan. 187 pp.
- TROLL, C. 1950.- El paisaje geográfico y su investigación. En "El pensamiento geográfico", Gómez Ortega, et als , 1982: 323-329.
- _____ 1971.- Landscape ecology (geoecology) and biogeocoenology, a terminological study. *Geoforum* 8: 43-46.
- VERNADSKY, V.I. 1997.- La Biosfera. Public. Fundación Argentinaria. 218 pp.
- VIERS, G. 1983.- Geomorfología. Edit. Oikos-tau. 320 pp.
- WHITTOW, J.B. 1988.- Diccionario de Geografía Física. Edit. Alianza. 557 pp.