

LA CARTOGRAFÍA EN LA DIDÁCTICA DEL MEDIO AMBIENTE

Josep M.^a Panareda Clopés

El hecho de que las condiciones ambientales tengan mucha importancia e influencia sobre el comportamiento y las actividades de los hombres puede hacer creer que todos los habitantes de una región estén bien informados de cómo es su entorno. Por desgracia, la realidad es muy distinta de lo que en principio debería ser. En tiempos algo remotos los seres humanos tenían un contacto más directo con su entorno y conocían mejor el funcionamiento de los sistemas naturales, a pesar de sus errores y temores, ya que dependían más directamente de ellos, y debían protegerse y, a la vez, aprovecharse de ellos para obtener alimentos. Era simplemente un contacto más directo y dependiente.

En la actual sociedad urbana el ser humano se ha alejado mucho del entorno natural en el cual está inmerso. Ha creado barreras de protección. Vive mejor, dispone de técnicas suficientes para obtener alimentos y otros recursos sin necesidad de invertir tanto esfuerzo y sin un contacto directo con la naturaleza, por lo menos para una parte importante de la población humana. A su vez, la capacidad del hombre es tal que los asentamientos y los aprovechamientos de los recursos naturales han producido una transformación radical del paisaje y de la estructura, composición y funcionamiento de los sistemas naturales.

La sociedad humana va tomando conciencia de que este alejamiento y las enormes transformaciones del medio ambiente pueden perjudicarlo. En la actualidad son numerosos los estudios científicos y técnicos orienta-

dos al conocimiento y a la mejora del medio ambiente, y ya se han establecido medidas legales para controlar los impactos sobre el medio ambiente y obligar la aplicación de técnicas correctoras para suprimir, o atenuar, los impactos sobre los sistemas naturales derivados de la presencia y actividades humanas.

Los avances técnicos han sido muy importantes en los últimos años, y el hombre actual ya dispone de medios para atenuar y controlar los impactos que produce en los sistemas naturales. Y las perspectivas son bastante optimistas.

Al lado de este progreso científico y técnico, aunque siempre con limitaciones y reservas, es necesario concienciar a los ciudadanos de esta realidad. Y en este campo todavía estamos empezando. Se trata esencialmente de que la población humana en general conozca los aspectos principales de los sistemas naturales más característicos de su entorno, de sus elementos más destacados, de su funcionamiento y de cómo han sido transformados por la presencia y actividades humanas. Es preciso ser conscientes de las relaciones que se van creando entre la sociedad humana y el entorno natural.

Se trata de establecer una didáctica que permita que todo ciudadano conozca correctamente su entorno, en el grado que su preparación científica y técnica le permitan. Dado que son numerosas las ramas científicas implicadas es preciso intervenir desde todas ellas. Ya de antemano manifiesto la inutilidad de la discusión en torno de quienes son o deben ser los especialistas encargados de este menester. Creo preciso afirmar que debe efectuarse desde distintas perspectivas, desde la Biología y Ecología, desde la Geología, la Geografía, la Sociología, la Psicología, la Ingeniería, etc. Lo importante y fundamental es plantearlo desde una perspectiva global e integrada, en donde cada elemento, aunque sea tratado por separado, debe ser considerado como una parte de un conjunto que funciona en bloque. El estudio de las relaciones entre los distintos elementos debe ser prioritario para la correcta comprensión del funcionamiento de un sistema natural, y éste debe ser precisamente uno de los objetivos principales de los trabajos efectuados desde la Geografía.

En el presente artículo presento un aspecto concreto de la didáctica del medio ambiente, en el cual he trabajado a lo largo de mi actividad profesional: la representación gráfica de la realidad ambiental. Se considera la cartografía tanto como instrumento de investigación y estudio, como de comunicación de los contenidos y métodos de estudio de los elementos, de la estructura y de la dinámica espacial y temporal de los sistemas natura-

les, en especial en cuanto a su evolución en relación con la actividad humana. Insistiré en el tema de la cartografía de base y en los sistemas de representación.

LA CARTOGRAFÍA DE INVENTARIOS

En todo trabajo sobre el medio ambiente es preciso iniciar el estudio con el inventario de los principales elementos de nuestro entorno. Una manera de ordenar y almacenar dicha información es mediante mapas. Los mapas geológicos, geomorfológicos y de vegetación, entre otros, cumplen fundamentalmente este objetivo. El mapa permite almacenar gran cantidad de información y ordenarla en el espacio representado, a la vez que facilita su consulta.

Estos mapas constituyen la base de numerosos estudios y punto de referencia en los trabajos de planificación y gestión territorial y ambiental. Por ello los responsables gubernamentales de todos los países han diseñado el establecimiento de unas bases cartográficas temáticas básicas. La problemática se centra en torno al contenido, la escala y la simbología.

El primer documento de base establecido por casi todos los países es el mapa topográfico. Es el mapa de referencia que ha de servir de soporte para el resto de cartografías temáticas. El mapa o serie de mapas que ha tenido una mayor difusión y sistematización es el geológico. Desigual éxito han tenido los mapas de geomorfología, vegetación y uso del suelo.

El éxito y la eficacia de estas cartografías vienen dados por la escala. Su elección está condicionada a las bases topográficas y a las disponibilidades económicas. En España, como otros muchos países, la cartografía básica ha sido elaborada a escala 1:50.000. El Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 constituye de momento la serie cartográfica a mayor escala con cobertura en todo el territorio. Existen series completas a escalas menores (1:100.000, 1:200.000, 1:400.000, 1:500.000, 1:800.000 y 1:1.000.000), pero éstas tienen un interés limitado para los trabajos de gestión; son útiles para representaciones de síntesis, de gran valor para actividades didácticas. A mayor escala está elaborándose la serie de mapas topográficos escala 1:25.000. A nivel local existen series a escala 1:10.000, 1:5.000 y 1:2.000, establecidas por corporaciones locales y autonómicas.

La generalización de las series topográficas y temáticas a escala 1:50.000 ha condicionado que sea ésta la escala elegida para numerosos trabajos y estudios temáticos de investigación y gestión. Esta escala tiene numerosas

limitaciones tanto desde el punto de vista cartográfico como temático. He manifestado en otras ocasiones que dicha escala es excesivamente grande para diversas síntesis temáticas, y excesivamente pequeña para una cartografía de detalle de base. Para trabajos de síntesis, a menudo, es suficiente un mapa escala 1:100.000, e incluso 1:200.000; y para representaciones con mayor detalle es necesario, por lo menos, mapas a escala 1:25.000. Por ello, propongo que ciertas series de mapas temáticos se elaboren a escala 1:25.000, en vez de 1:50.000. La mayor dificultad para este cambio reside en el fuerte aumento del coste de producción, tanto en los trabajos de recogida y elaboración de la información, como para su edición. Para trabajos puntuales es preciso todavía escalas mayores, 1:10.000, 1:5.000 y 2.000.

Dejamos para una futura ocasión el análisis crítico detallado de la elección de la escala para series de mapas temáticos. Sólo como muestra presento dos ejemplos. El primero es el mapa de vegetación de Francia (*Carte de la végétation de la France*, 1:200.000), editado escala 1:200.000, aunque todo el trabajo de campo y el proceso de elaboración ha sido efectuado sobre un soporte 1:50.000. Es cierto que puede aducirse que se trata de una elaboración real 1:50.000 con una concepción 1:200.000, pero es conveniente tener presente que numerosos mapas editados 1:50.000 contienen una información menor que el mapa francés comentado. El segundo ejemplo es la serie *Mapa de vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, escala 1:25.000. El nivel de la información representada se aproxima bastante al nivel de lo que un visitante normal suele observar en el campo. Los mapas definitivos (1:25.000) han sido elaborados por reducción y generalización de una cartografía establecida 1:5.000. El mapa de la vegetación potencial tiene escala 1:100.000, adecuada para este nivel de síntesis.

Según nuestra opinión, sería necesario disponer de una cartografía básica temática para todo el territorio español 1:25.000. Considero series fundamentales los mapas temáticos de Geología y el Uso del suelo, y como series complementarias los mapas de Geomorfología, Hidrología, Edafología y Vegetación. Las cartografías de Clima y Fauna deben establecerse a escalas menores.

En los últimos años la percepción remota ha modificado radicalmente la perspectivas de la cartografía temática a pequeña y mediana escala. A su vez, la informática ha modificado los procesos y mecanismos de tratamiento y almacenamiento de datos. Mediante las técnicas de percepción remota ya es posible obtener imágenes cartográficas del uso del suelo a escala 1:50.000, con resultados parecidos a los obtenidos en cartografía

tradicional. La percepción remota ha abierto grandes posibilidades en el campo de la producción de series cartográficas.

SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

Como geógrafo dedicado parcialmente a la didáctica, he trabajado en el campo de los sistemas de representación y en la eficacia de la representación en la comunicación de información de ideas. Un mapa teóricamente bien elaborado no es siempre un documento con gran poder de comunicación, capaz de influir en la manera de pensar y de ver la realidad, o de provocar una determinada reacción en el lector. Para ello no basta con disponer una buena información, elaborarla y establecer una tipología. Es preciso encontrar el sistema de representación adecuado.

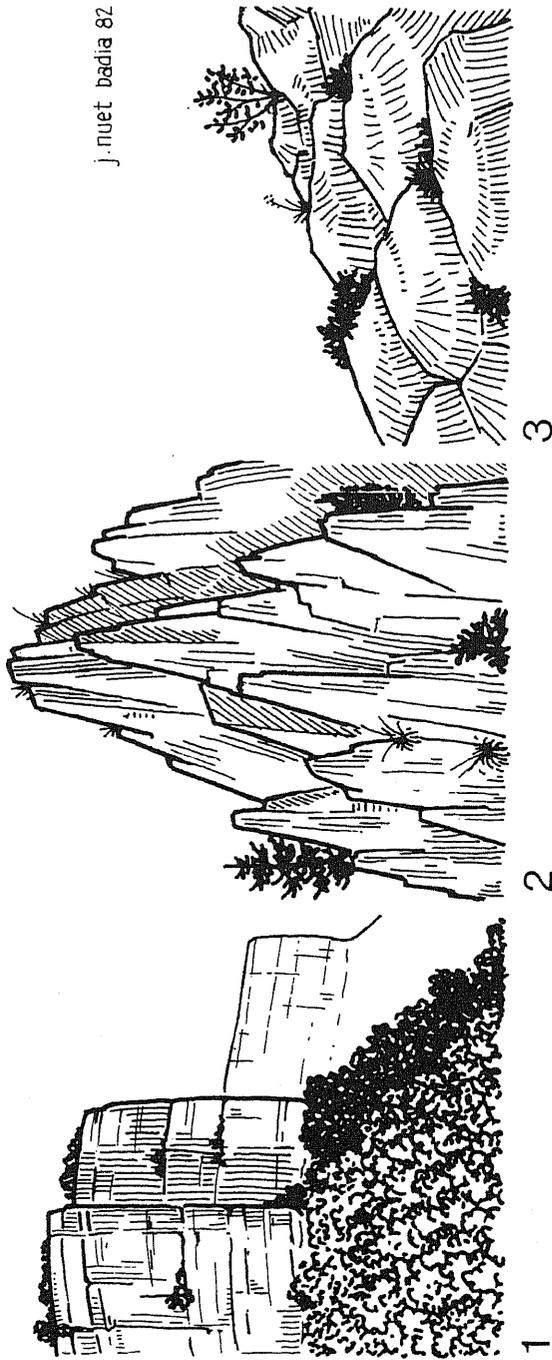
Con este objetivo desde el año 1975 trabajo conjuntamente con J. Nuet, cartógrafo y naturalista, para la elaboración de documentos cartográficos que permiten transmitir a los lectores nuestra concepción de la realidad y de los procesos que tienen lugar en ella. Para conseguirlo hemos efectuado diversos ensayos, desde la representación de resultados de investigaciones puras, hasta el intento de representar interpretaciones de paisajes, modelados, fenómenos atmosféricos o comunidades vegetales. Se han utilizado sobre todo perfiles, bloques diagramas y croquis pictóricos. Las expresiones cartográficas han sido publicadas en diversos libros (atlas, libros de texto, monografías locales, manuales) y artículos. Una síntesis de la metodología empleada, orientada fundamentalmente a la representación de la vegetación y del paisaje, será publicada en breve.

Son diversas las características que definen el sistema de representación empleado. Entre todas destaca el hecho de ser mapas y gráficos comprensibles para el ciudadano medio de a pie, sin ninguna preparación especial de tipo geográfico y cartográfico. Hay rigor, pero no una especial preocupación para los especialistas.

Sólo como muestra ofrezco en el presente artículo cinco ejemplos, que comento a continuación.

a) Representación de formas del relieve

Entre los geomorfólogos, como también los geólogos, existe una larga tradición en representar las formas de relieve mediante croquis o bloques



j. nuet badia 82

FIGURA 1. Ejemplo de representación de tres relieves rocosos, a partir de observaciones realizadas en el macizo del Montseny. 1: cantil en roca caliza. 2: cantiles en esquistos. 3: superficie rocosa horizontal o subhorizontal en esquistos.

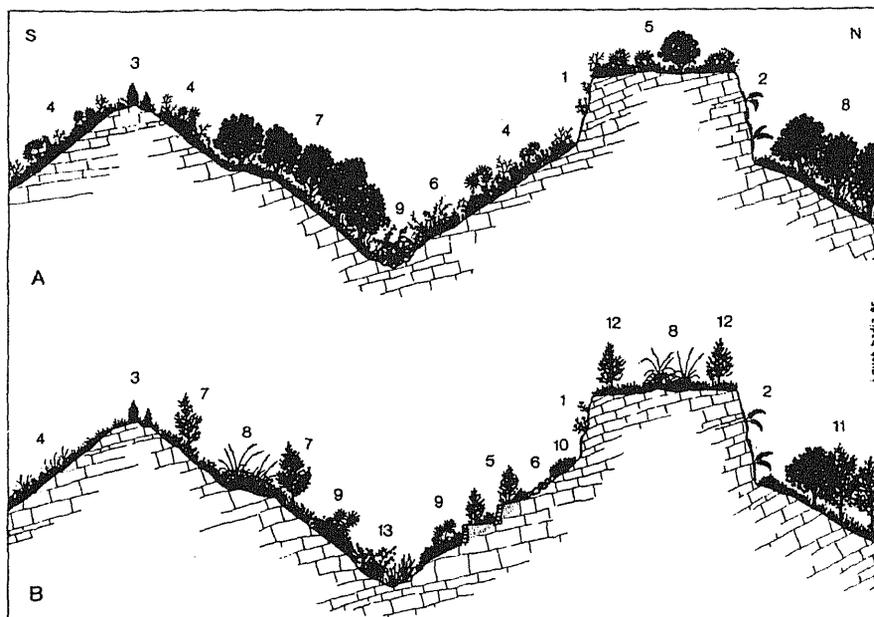


FIGURA 2. Perfil interpretativo de la vegetación potencial y actual de las montañas próximas al mar en el macizo de Garraf.

A *Vegetación potencial*

1. Cantiles soleados: comunidad de té de roca.
2. Cantiles umbríos: comunidad de musgos y polipodio.
3. Cresta rocosa y ventosa: sabinar y maquia de coscoja y palmito.
4. Vertientes más o menos inclinadas, abiertas o soleadas: dominio de la maquia de coscoja y palmito.
5. Rellanos: maquias de coscoja y palmito, con fragmentos de encinar con durillo.
6. Parte inferior de las vertientes soleadas: comunidad con mirto.
7. Vertientes umbrías y abiertas: encinar con durillo.
8. Vertientes muy umbrías y en la base de los cantiles umbríos: encinar con durillo, y fragmentos de encinar con robles y boj.
9. Hondonada: zarzales y fragmentos de comunidades de ribera.

B *Vegetación actual*

1. Cantiles soleados: comunidad de té de roca.
2. Cantiles umbríos: comunidad de musgos y polipodio.

3. Cresta rocosa y ventosa: «brollas» con sabinar.
4. Vertientes soleadas: «brolla» de romero y brezo, con fragmentos del pastizal de *Hyparrhenia hirta*.
5. Vertientes soleadas con bancales abandonados: matorral calcícola de romero con pino carrasco.
6. Canchales: vegetación reducida a individuos de coscoja aislados.
7. Vertientes umbrías: mosaico de matorrales y maquias con pino carrasco.
8. Vertiente con rellanos donde se acumula una mayor cantidad de material fino: matorral con *Ampelodesmos mauritanica*.
9. Parte inferior de las vertientes: fragmentos de maquia de coscoja y palmito.
10. Base de los cantiles soleados: maquia de coscoja y palmito.
11. Matorrales y maquia con pino blanco y restos degradados de encinar con boj.
12. Rellanos rocosos y sobre suelos delgados: matorrales y pastizales de lantén con pino carrasco.
13. Hondonadas: restos de zarzales y fragmentos de junciales.

diagramas, u otro sistema de representación pictórica. Es fundamental que esta tradición permanezca con el objetivo de elaborar dibujos y esquemas de fácil comprensión, que permitan al ciudadano normal entender y conocer tanto las formas de relieve como los procesos que las han elaborado, y que tienen lugar actualmente en ellas. Como muestra del trabajo realizado, presento el ejemplo de la representación de los tres tipos principales del relieve rocoso en el macizo del Montseny (figura 1).

b) Perfiles interpretativos de vegetación

La representación de la vegetación y de paisajes ha sido el centro de mi actividad cartográfica, a causa del interés personal en estas dos temáticas. La aplicación de los perfiles biogeográficos y paisajísticos ha sido una constante en los trabajos de investigación y divulgación. La eficacia de estos perfiles pictóricos ha sido demostrada en numerosos trabajos. Permiten sintetizar gran cantidad de contenidos y localizarlos espacialmente, a la vez que el lector no especializado interpreta con facilidad la realidad representada.

Como muestra de los numerosos perfiles elaborados se presentan dos ejemplos a distinta escala. El primero corresponde a una representación interpretativa de la vegetación potencial (A) y actual (B) del macizo de Garraf (figura 2). El segundo perfil es una representación detallada de una hondonada de la altiplanicie de la Calma (macizo del Montseny) (figura 3). El perfil de la hondonada de la Calma es una ampliación de una parte de un perfil del conjunto de la Calma. La utilización simultánea de perfiles a distintas escalas permite insistir en los sectores de mayor interés, a la vez que es un ejercicio esencial en cartografía.

c) Esquemas de evolución de paisajes

La sistematización de los perfiles biogeográficos me ha llevado a la elaboración de perfiles y esquemas de paisajes y de su evolución temporal y espacial. A menudo, estos esquemas se presentan mediante organigramas, en donde los enunciados de las unidades de paisaje, o de comunidades vegetales, están relacionados mediante líneas o flechas, que indican la tendencia progresiva, o regresiva, de cada unidad. La utilización de esquemas pictóricos no sustituye el esquema u organigrama con enunciados técnicos, a menudo en latín, sino que los complementa. Por ello se reco-

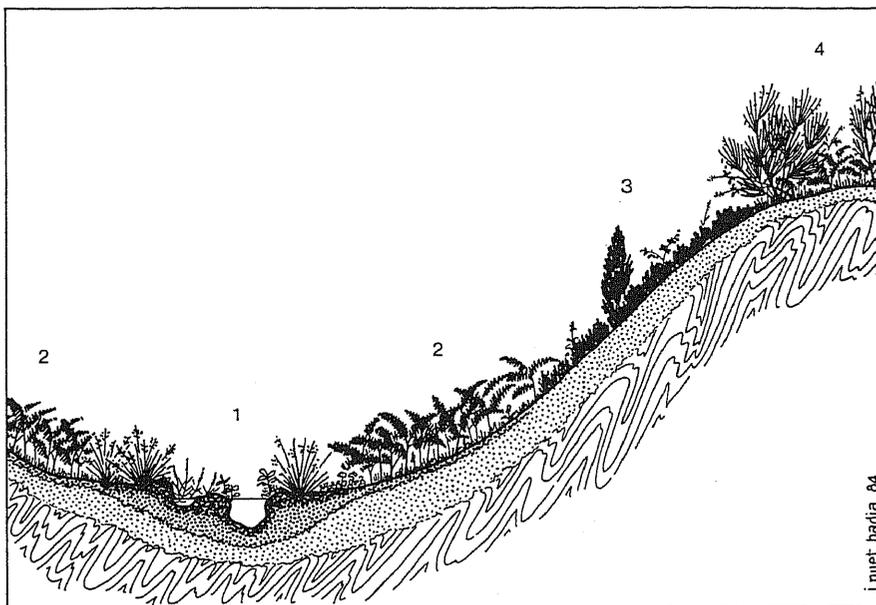


FIGURA 3. Perfil de vegetación y suelos de una hondonada de la Calma, en el macizo del Montseny. 1: Vegetación higrófila (juncales). 2: Landa de helechos (*Pteridium aquilinum*), sobre suelos profundos. 2: Landa de brecina (*Calluna vulgaris*), sobre suelos pobres. 4: Landa de retama de escoba (*Sarothamnus scoparius*), sobre antiguos campos de cultivos.

mienda su utilización no sólo en escritos de divulgación, sino también en estudios científicos, ya que incluso para los especialistas es útil disponer de la información gráfica que les muestre también la fisionomía del paisaje o de la comunidad vegetal.

Se presenta el ejemplo de la serie evolutiva del hayedo en el macizo del Montseny (figura 4).

d) Mapas corocromáticos a gran escala

Quizás a algún lector le extrañe que deje los mapas para el final. El mapa es para muchos el documento cartográfico por excelencia. Pero el mapa tiene sus limitaciones, como cualquier otro tipo de representación. Entre sus limitaciones está la exigencia de que no admite lagunas ni desequilibrios de información en el conjunto de un territorio representado. Esta exigencia puede ser positiva, pero se convierte en excesiva cuando

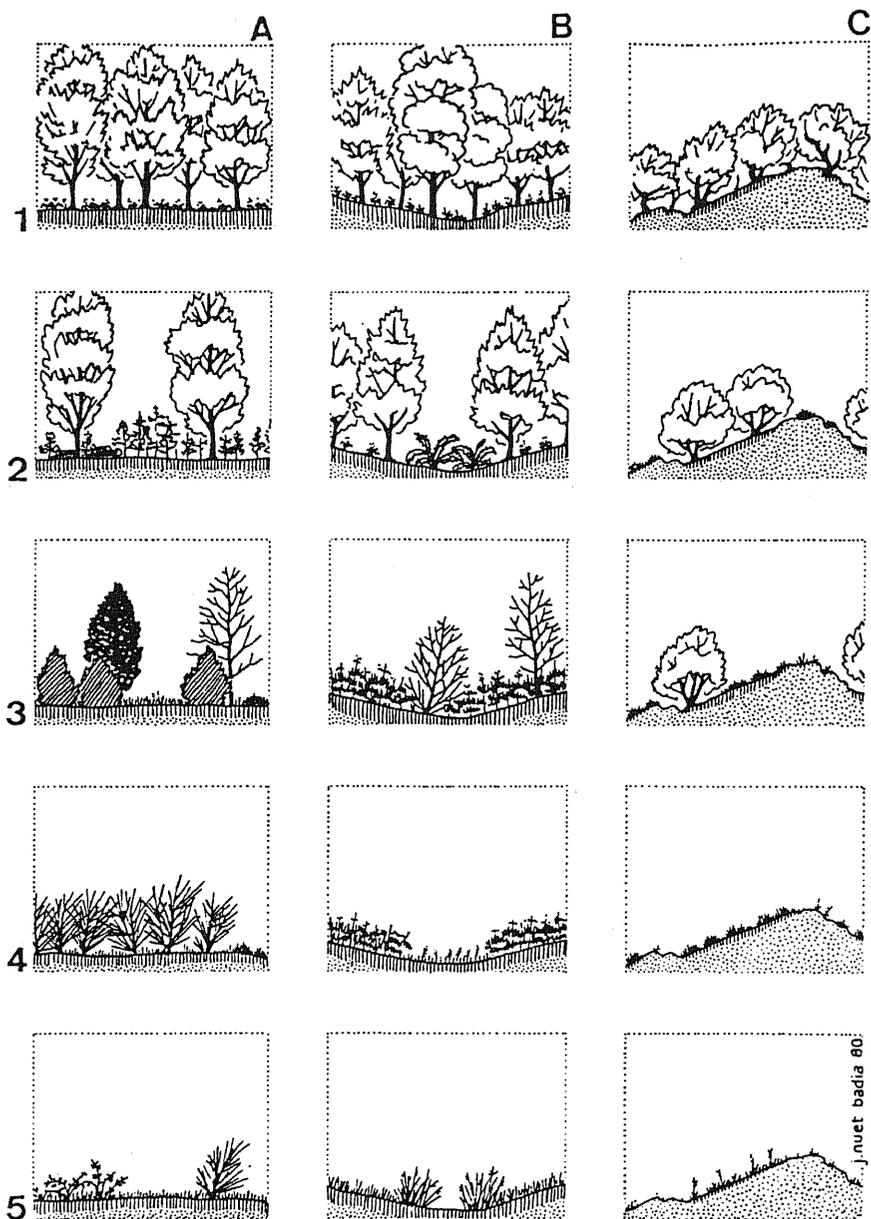


FIGURA 4. Representación esquemática y simplificada de las series evolutivas del hayedo en tres situaciones topográficas distintas, en el macizo del Montseny: llano, hondonada y cresta.

por cualquier circunstancia (falta real de información en las fuentes documentales, extensión excesiva del territorio estudiado, etc.) no se puede, o no interesa, llevar a cabo la cartografía sistemática de la totalidad de un territorio de referencia.

A veces es conveniente trabajar a distintas escalas. Una escala a nivel de síntesis para el conjunto de un territorio, y escalas mayores para sectores muestra. Una correcta combinación de dos, tres, e incluso más, escalas, permite en un período de tiempo relativamente corto concluir satisfactoriamente estudios y cartografías útiles, tanto con objetivos aplicados, como de investigación. Las escalas seleccionadas deben establecerse en relación con los objetivos previos del trabajo. La complementariedad de una serie de documentos cartográficos establecidos a distinta escala es válida tanto para los mapas como para los perfiles y otros sistemas de representación.

Como muestra se reproduce el mapa a gran escala de un humedal residual en donde se localizaron poblaciones de un esfagno (figura 5). El

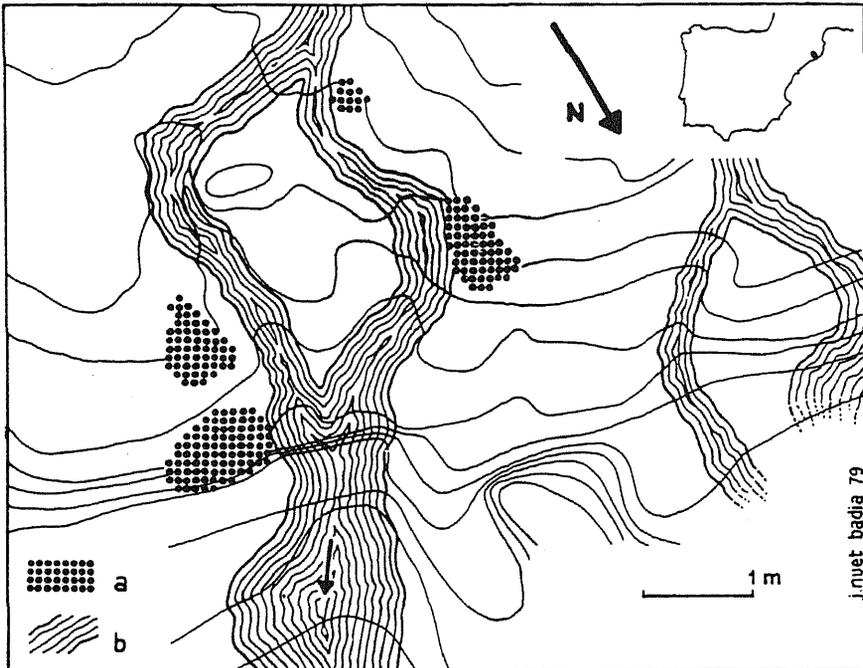


FIGURA 5. Mapa a gran escala de un humedal con poblaciones de esfagnos (*Sphagnum plumosum*), en el macizo del Montseny. a: poblaciones de esfagno. b: zonas con agua superficial. La equidistancia de las curvas es de 20 cm.

mapa se estableció a 1:25 con una equidistancia de curvas de nivel de 20 cm.; el mapa se publicó a escala aproximada 1:55.

e) Mapas corológicos

Como complemento de los mapas de paisaje y de comunidades vegetales, a menudo establezco mapas temáticos de un solo elemento. Existen diversos sistemas para la cartografía de elementos. Los más usuales son mediante manchas, que representan de manera simplificada la distribución espacial de un elemento, o mediante puntos, que indican la existencia puntual del elemento correspondiente en un lugar determinado.

En la actualidad empleo principalmente el sistema de puntos sobre la cuadrícula, a partir de la cual se establece la unidad espacial básica de referencia. El trabajo cartográfico es sencillo, ya que se basa en la detección de la presencia o ausencia de un elemento en el cuadrado de referencia. La elección del tamaño del cuadrado de la cuadrícula viene determinada por la escala o nivel de análisis. La adecuación de la dimensión de la unidad de base permite obtener una cartografía sistemática en un período corto de tiempo y sin grandes inversiones.

Este sistema lo he empleado básicamente para la cartografía corológica de las plantas, con un resultado muy satisfactorio. La cuadrícula utilizada es la UTM, muy divulgada y empleada entre los biogeógrafos de numerosos países. Para la cartografía corológica de las plantas de Europa, por ejemplo, se utiliza el cuadrado de 25 km de lado como unidad base. Para estudios regionales normalmente se utiliza el cuadrado de 10 km de lado como unidad base. Para trabajos de mayor detalle y para superficies menores es frecuente la utilización del cuadrado de 1 km de lado, e incluso de menor tamaño.

En mis trabajos he establecido mapas corológicos a partir de cuadrados de 25 km de lado para estudios del conjunto de España, o de la Península Ibérica, y de 10 km de lado para estudios del conjunto de Cataluña. En los estudios de detalle he elaborado mapas cuyos puntos corresponden a cuadrados de 1 km de lado.

En el estudio de la flora vascular de la montaña de Montserrat, efectuado también conjuntamente con J. Nuet, he establecido el mapa de casi un millar de especies. El conjunto de Montserrat comprende un total de 50 cuadrados, y en cada cuadrado se ha indicado si la especie correspondiente es localizada, frecuente o abundante en el cuadrado. El grado de

abundancia es representado por un círculo negro de distinto tamaño, mayor cuanto mayor es la abundancia.

La cartografía corológica de la montaña de Montserrat ya está terminada y editada, y en la actualidad estoy trabajando en la cartografía corológica del macizo del Montseny, también sobre la base de cuadrados de 1 km de lado. La cartografía de Montserrat se llevó a cabo mediante técnicas manuales. En el proyecto del Montseny trabajo con un importante soporte informático, tanto para el manejo de la base de datos, como para la obtención del documento cartográfico definitivo. El soporte informático es indispensable, ya que el conjunto del Montseny abarca más de 500 cuadrados de 1 km de lado y la flora de dicho macizo comprende unas 1.500 especies de plantas vasculares. También se establece una jerarquía según la abundancia de cada taxón en cada cuadrado. El mapa del haya muestra claramente la importancia de esta diferenciación cuantitativa (figura 6).

Para estudios de áreas de menor superficie puede ser aconsejable el uso

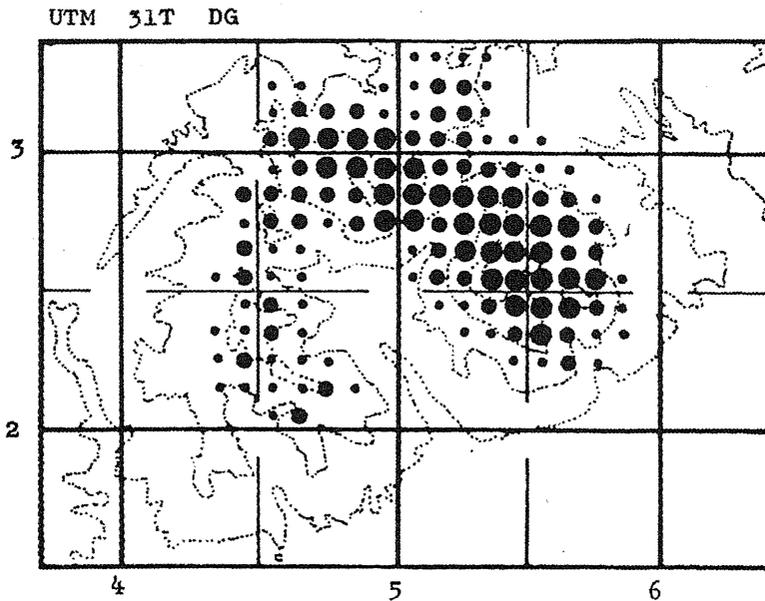


FIGURA 6. Mapa corológico del haya (*Fagus sylvatica*) en el macizo del Montseny. La cartografía se ha efectuado a partir de cuadrados de 1 km. de lado del retículo UTM. Se ha representado un círculo en cada cuadrado donde se ha constatado la presencia del haya: círculo pequeño si el haya es sólo localizada, círculo mediano si es frecuente, y círculo grande si es abundante.

UTM 31T DG

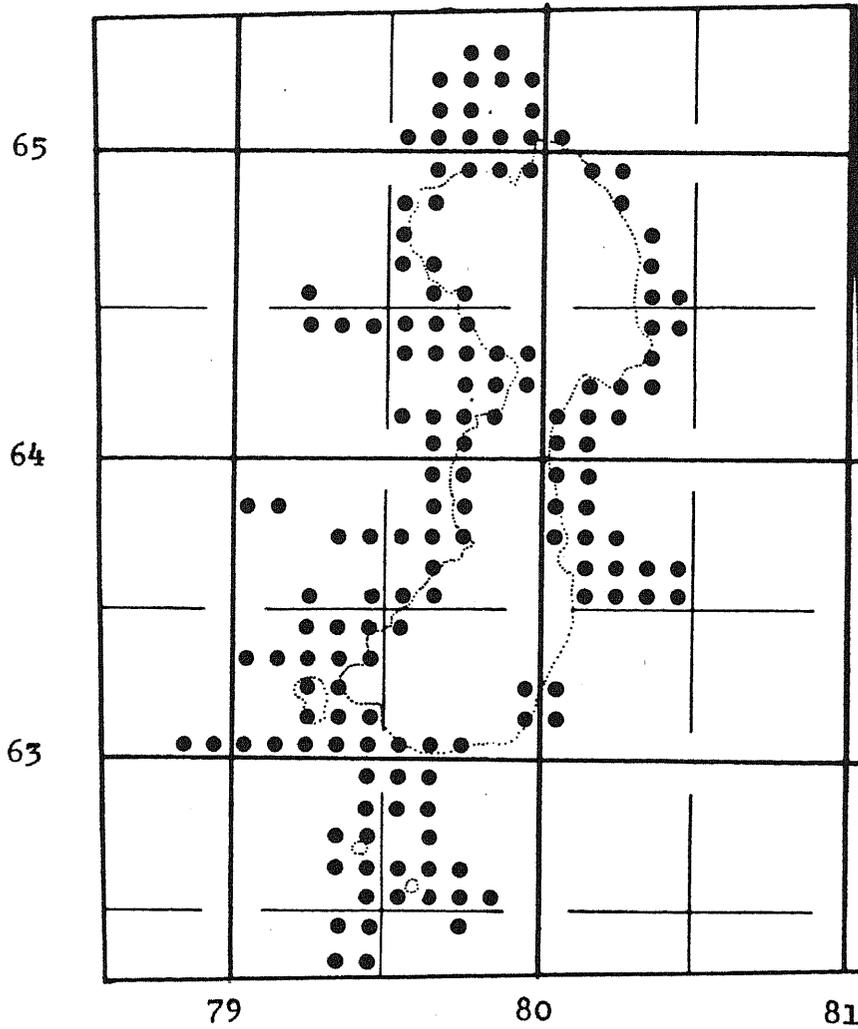
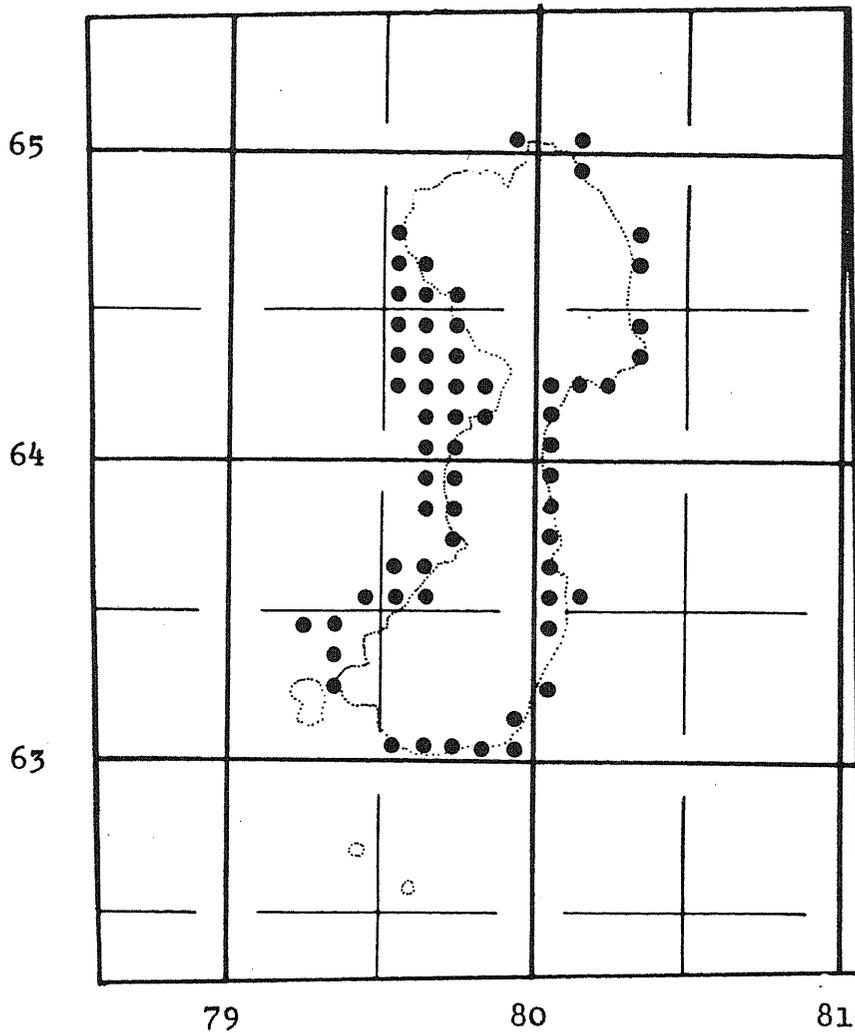


FIGURA 7. Mapas de distribución del carrizo (*Phragmites australis*) y del fresno (*Fraxinus angustifolia*) en el entorno del lago de Banyoles. La unidad de referencia es el cuadrado de 100 metros de lado del sistema reticular UTM. Los círculos expresan la presencia de la especie determinada en el cuadrado.

UTM 31T DG



de cuadrados de referencia menores. Tal es el caso del estudio que estoy efectuando de las plantas de las zonas húmedas del entorno del lago de Banyoles. Para el trabajo preliminar hemos establecido el cuadrado de 100 metros de lado como unidad de referencia. Aparentemente puede dar la impresión de que una cartografía a esta escala exija un trabajo de campo enorme. En realidad no es así. El conjunto del área establecida es de casi

8 km² con 768 cuadrados de 100 m de lado. Una primera etapa de trabajo de campo ha permitido el establecimiento de unos mapas de referencia con una inversión de tiempo notablemente inferior al dedicado, por ejemplo, para la cartografía de las plantas de Montserrat (figura 7).

La cartografía de las plantas ha puesto de manifiesto que se puede establecer una cartografía detallada con una inversión relativamente moderada de tiempo con el sistema de cuadrículas, ya que el resultado es muy satisfactorio. La cartografía sistemática de todas las especies de un área permite conocer mejor su distribución y ecología, y constituye la base para nuevos estudios biogeográficos.

Una ventaja añadida del sistema de cuadrícula es el hecho de que al no indicarse las localizaciones precisas evita que las especies raras puedan ser localizadas por los no entendidos y exige cierto esfuerzo de búsqueda a los especialistas. Así indirectamente se garantiza una cierta protección, a pesar de ser cartografiada en detalle.

UN CAMPO ABIERTO Y CON BUENAS PERSPECTIVAS

El presente artículo sólo es una serie de anotaciones acerca de mis trabajos cartográficos relacionados con la educación medioambiental. Por ello he insistido en los aspectos que personalmente estoy más interesado, y en ningún momento he pretendido efectuar un resumen de la situación actual, ni comentar todas las cuestiones más destacadas, que será objeto de un trabajo mucho más amplio.

Pero no quisiera terminar de escribir estas líneas sin expresar el convencimiento de que las perspectivas en cartografía ambiental son muy buenas. Se trata de un campo en el cual queda mucho por hacer, tanto en relación con el establecimiento de series cartográficas, como con los trabajos puntuales de cara a la ordenación y gestión del territorio, y de su didáctica. Las técnicas cartográficas permiten obtener mapas y diagramas con gran poder de comunicación, y en ello debemos trabajar todavía mucho, para poder aprovechar todos los recursos que la cartografía actual nos ofrece.