

EL CAMBIO CLIMÁTICO COMO EJEMPLO DE TRASPOSICIÓN DIDÁCTICA COMPLEJA

Antonio Sánchez Ogallar

Prof. Titular Facultad de Educación
Universidad Complutense de Madrid

1. Introducción

La vieja polémica entre deterministas y posibilistas respecto a la supuesta tiranía del Medio como condicionante del desarrollo de pueblos y sociedades ha cedido el paso en los últimos tiempos a una nueva percepción: la sociedad industrial, que tantas mejoras ha reportado a la Humanidad, está produciendo efectos indeseables en el Ambiente.

Esa percepción es la causa del creciente interés social por los temas medioambientales, que se proyecta en exigencias a los poderes públicos para que encuentren soluciones técnicas y establezcan normativas para paliar esos problemas.

Consecuencia de ello es la preocupación internacional que ha dado lugar a reuniones como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro o la Conferencia de las Partes de Kioto, donde se abordó monográficamente el problema del cambio climático.

El trabajo en el aula sobre las causas y consecuencias del cambio climático presenta una gran complejidad didáctica, por tratarse de un tema multicausal que exige una programación sistemática y el despliegue de estrategias metodológicas adecuadas.

2. El problema científico: el clima y el cambio climático

Existe en la actualidad un debate científico abierto sobre la naturaleza del proceso que se viene observando en las características del sistema climático del Planeta.

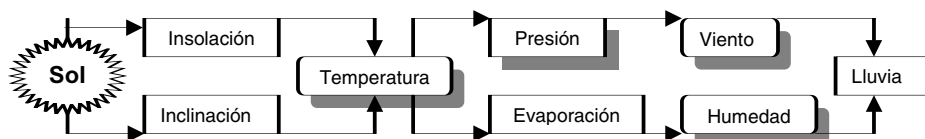
Aunque no existe acuerdo, ya que algunos autores auguran consecuencias catastróficas (Ruiz de Elvira, 1999). Otros son más moderados e incluso encuentran aspectos positivos en la elevación del CO₂ atmosférico (Font, 1998). Lo cierto es que recibimos con inquietud noticias sobre la disminución de la extensión de los glaciares (), la migración de especies marinas exóticas a mares hasta ahora menos cálidos, etc.

Por ello, parece procedente abordar el tema desde una doble perspectiva:

2.1. El clima como realidad: la explicación y la descripción

El enfoque didáctico tradicional viene siendo la consideración del clima como conjunto de condiciones de la atmósfera que caracterizan a un lugar determinado a partir del balance medio obtenido de la sucesión de una serie de estados del tiempo.

La comprensión por el alumnado de este megaconcepto de la Geografía resulta problemático, pues requiere engarzar una serie de conceptos de menor jerarquía, complejos en sí mismos y enlazados por relaciones de causa-efecto. Para hacer comprensible la naturaleza del proceso climático, venimos utilizando un diagrama de flujos que, partiendo de la energía que genera el Sol, pretende terminar explicando la formación de nubes y el origen de las precipitaciones, imprescindibles para la vida. Son los *elementos* del clima:



a) La temperatura: Este elemento es el que presenta mayor complejidad conceptual, porque hay que poner en juego la comprensión de una secuencia de interrelaciones: radiación solar (regida a su vez por la interrelación entre altura del sol, duración del día y transparencia/turbidez); albedo (reflejo directo del calor a la atmósfera) y *radiación*, emisión del calor del suelo y del agua que supone una devolución de calor a la atmósfera y al espacio en forma de ondas largas. Esta devolución es necesaria para mantener el difícil equilibrio térmico que permite la vida en nuestro planeta. Pero además, la temperatura, o mejor el calor recibido del Sol es imprescindible para la evaporación, que pone en marcha el ciclo del agua.

b) La presión atmosférica: Las diferencias de presión entre distintas regiones son consecuencia de las diferencias de temperatura y se erigen en motor de la circulación del aire a través de la formación de células de alta y baja presión que van a poner en marcha los complejos movimientos de masas de aire que determinan el tiempo atmosférico.

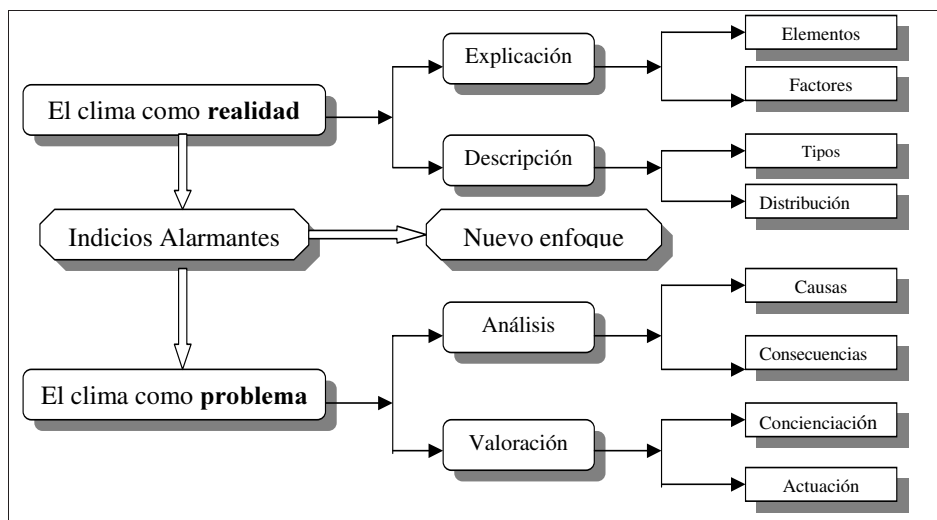
c) El sistema de vientos, que incluye, desde modelos explicativos de la circulación general de la atmósfera, que contempla, además, la existencia de corrientes en chorro, hasta la existencia de vientos regionales y locales que enriquecen la visión global de este elemento del clima.

d) La humedad atmosférica: con su particular complejidad en cuanto al estudio del fenómeno de la condensación, las condiciones de saturación, la formación de nubes, las modalidades de precipitación...

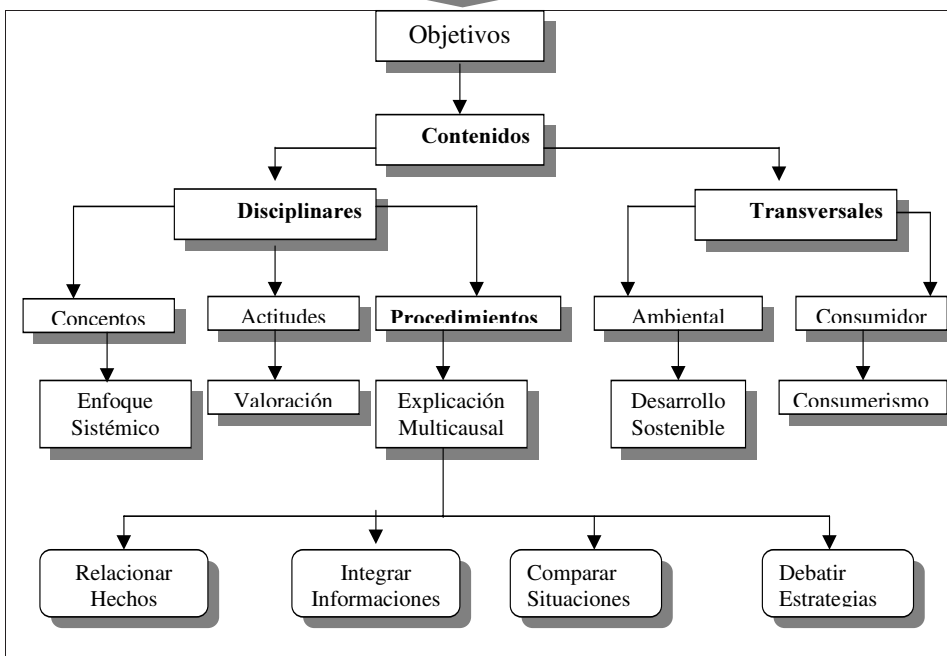
Tras conocer el mecanismo general, solemos explicar al alumnado los *factores* del clima como modificadores locales, y así hablamos de continentalidad, altitud, situación respecto a elementos de gran influencia, como cordilleras o corrientes marinas.

Acabado el proceso de explicación pasamos a la *descripción* de los tipos de climas y la *caracterización* de los mismos, recurriendo a las clásicas tipologías: zonal, empíricas de Köppen, Papadakis, Thorwite...Esta tarea, que siempre supone una simplificación de la realidad, es necesaria para dotarnos de instrumentos que, en una fase posterior, nos permitan desarrollar la tipología de ambientes biogeográficos que integran el mosaico de paisajes naturales de nuestro Planeta, que pueden ser cartografiados para comprender así su distribución por continentes.

El cambio climático como ejemplo de trasposición didáctica compleja



Trasposición



2.2. El clima como problema: el análisis y la valoración

En el último decenio ha asaltado la alarma sobre un grave problema: el calentamiento progresivo de la atmósfera de forma acelerada y la constatación de que se está produciendo un cambio climático que provocará catastróficas consecuencias para el equilibrio de los ecosistemas terrestres y para la vida de la Humanidad.

En consecuencia, surge una demanda social para atajar este problema con una doble vertiente:

- La responsabilidad de los diversos estados, que deben adoptar acuerdos que limiten la emisión de gases efecto invernadero.
- La asunción por los ciudadanos de unos criterios claros al respecto, mediante la interiorización en sus códigos éticos, en sus sistemas de valores, de unas pautas de comportamiento como consumidores de bienes y servicios y como habitantes responsables en un planeta seriamente amenazado.

Para que estos dos grupos de medidas sean efectivas a medio plazo, se hace imprescindible que el sistema educativo incorpore en sus proyectos curriculares una nueva visión del clima: *El Clima como Problema*, cuyo alcance podríamos resumir en tres puntos:

- 1º. El efecto invernadero es un fenómeno natural, que impide el enfriamiento excesivo de nuestra atmósfera (Linés, 2000). Ha existido siempre y es la resultante del efecto barrera contra la pérdida de calor por radiación de sustancias como el vapor de agua y unas razonables cantidades de CO₂.
- 2º. Desde la Revolución Industrial se han incorporado a nuestra atmósfera cantidades excesivas de CO₂ y de otros gases, como N₂O y CH₄, resultantes de las emisiones de una civilización con un crecimiento exponencial de su consumo energético procedentes de energías no renovables y de la elaboración de productos industriales.
- 3º. La comunidad internacional debe encontrara soluciones urgentes a este problema y adoptar medidas drásticas para su corrección, encontrando alternativas al modelo actual y propiciando un desarrollo sostenible.

Para proceder al análisis y valoración del cambio climático proponemos la siguiente secuencia:

1. En primer lugar hay que considerar los cinco subsistemas que conforman el clima:
 - La *atmósfera*, con su composición y capas, y sus características respecto a los gradientes de presión y temperatura).
 - La *hidrosfera*, con sus características térmicas según la profundidad, su interacción con la atmósfera y la variedad de las aguas en razón a su contenido en sales, así como los movimientos de circulación general que tienen lugar en los océanos y mares.
 - La *criosfera*, formada por el hielo superficial: Groenlandia, la Antártida y los glaciares.
 - La *litosfera* (continentes y fondos oceánicos). Su interrelación con la atmósfera, por emisión de partículas de polvo (aerosoles), especialmente en las erupciones volcánicas.

- La *biosfera* (conjunto de fauna y flora). La vegetación altera la capacidad del suelo para retener agua. La biosfera juega un papel fundamental en el ciclo del carbono y es el subsistema más sensible al cambio climático.
2. En segundo lugar conviene introducir el elemento energético, motor de todo el sistema climático, con la presentación de conceptos clave, como:
 - *Absorción energética*: Flujo de fotones procedentes del Sol, con las distintas circunstancias que determinan las diferencias de insolación (especialmente la inclinación del eje terrestre).
 - *Radiación*, o devolución de energía que efectúan las diferentes partes del planeta).
 - *Balance energético global*, que tiene en cuenta las dos anteriores.
 - Características de la *radiación electromagnética*, distinguiendo los distintos tipos de ondas: desde las ondas largas hasta los rayos X, pasando por los infrarrojos y los ultravioletas, y el distinto comportamiento de la atmósfera ante ellas.
 - El *albedo*, que cuantifica la reflectividad del suelo respecto a la radiación electromagnética. El efecto albedo puede ir desde 0 (toda la radiación se absorbe) hasta 1 (toda la radiación se refleja). Aquí hay que considerar el diferente albedo del agua, la tierra y el hielo.
 3. A continuación hay que conocer los tres grandes ciclos de materia en el planeta: agua, carbono y nitrógeno:
 - a. El *ciclo del agua*, con sus grandes cambios de estado: la evaporación, incluida la evapotranspiración de las plantas, que la eleva a la atmósfera y la precipitación, que la devuelve a la tierra.
 - b. El *ciclo del carbono*: cómo se almacena y se intercambia en el océano, en la atmósfera y los continentes, y el papel del dióxido de carbono como eslabón dentro de ese ciclo.
 - c. El ciclo del *nitrógeno*: interesa, sobre todo, la formación del óxido nitroso y del óxido nítrico, por su papel en la devolución del calor a la atmósfera (radiación).
 - d. Otros ciclos, como los del *flúor* o del *metano*, que afectan a la capa de ozono.
 4. Otro aspecto a tener en cuenta es el de los *cambios climáticos naturales*, de los que interesa conocer (Llebot, 1998):
 - Los *indicios* para su estudio: sedimentos terrestres y de los fondos oceánicos,, estudio de los hielos de los polos y de los anillos de los árboles.
 - Las *causas*: las astronómicas, basadas en los cambios producidos en la forma de la órbita terrestre, o la inclinación del eje de la Tierra, así como las consecuencias del movimiento de precesión.
 - Los *datos disponibles*: evidencias de la existencia de otros tipos de clima en las distintas eras geológicas y, especialmente, durante el cuaternario (glaciaciones).
 5. El siguiente paso sería tomar conciencia del problema, a partir de la constatación de la evidencia de que el cambio climático se está produciendo ya (M^o Medio Ambiente, 1998). Para ello tendríamos que responder a preguntas como éstas:
 - ¿Están aumentando los gases que a la atmósfera que provocan el efecto invernadero?

- ¿Se ha notado un aumento de temperatura global del planeta en los últimos años?
 - ¿Se están registrando situaciones estacionales anómalas en distintas partes del planeta?
 - ¿Es perceptible un aumento en el nivel de los océanos y mares?
6. El apartado de *consecuencias* es, sin duda, el más estremecedor, pero necesario si se quiere alcanzar el grado de concienciación que propicie la formación por el alumnado de una opinión crítica al respecto, y la inducción de actitudes positivas:
- Los cambios en la pluviosidad: se prevé un aumento general, pero un desigual reparto. (Montoya, 1995)
 - Los impactos sobre la vegetación: cambios en la distribución mundial, adaptándose a las nuevas condiciones climáticas.
 - Las zonas que vean reducidas su precipitación sufrirán desertización y erosión.
 - Efectos sobre la agricultura y ganadería: sobre las cosechas, el suelo, los insectos y las plagas.
 - Impactos sobre la industria: el sector energético y los transportes.
 - Consecuencias de la fusión de parte de la criosfera: la elevación del nivel marino.
7. Tras la concienciación sobre este problema, que afecta de lleno a las relaciones entre la Humanidad y el Ambiente, hay que debatir sobre las posibles soluciones. A tal efecto, conviene utilizar una doble estrategia:
- a) Trabajo en grupo, para su posterior puesta en común sobre posibles medidas a adoptar tanto por los políticos y planificadores como por los ciudadanos y ciudadanas, de forma individual. Probablemente se apuntarán soluciones como éstas:
- Buscar nuevas tecnologías que generen menos dióxido de carbono.
 - Sustituir los combustibles fósiles por energías renovables.
 - Aumentar las superficies forestales para que absorban CO₂.
 - Mejorar las construcciones para que necesiten menos calefacción y refrigeración.
 - Facilitar tecnología a los países pobres para que, al incorporarse al desarrollo lo hagan de una forma ecológica.
- b) Mediante la consulta de documentos: La preocupación sobre el cambio climático está propiciando encuentros internacionales, como la cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992) y la conferencia de Kioto sobre el cambio climático (1997).

Se puede comentar la Convención sobre el Cambio Climático que varios países subscribieron en Río de Janeiro, y que en su artº 2º dice textualmente:

« ... estabilización de las concentraciones de los gases que contribuyen al efecto invernadero a unas cantidades que permitan evitar las interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático. Esta situación ha de alcanzarse en una escala temporal que permita la adaptación natural de los ecosistemas al cambio climático, asegurándose así que no peligra la producción de alimentos y se permite el desarrollo económico se lleve a cabo de una forma sostenible»

La Conferencia de Kioto pretendía concretar de qué manera se podía atajar la acción nociva sobre el sistema climático. La impresión general sobre dicha conferencia es que la percepción de riesgo ambiental que tienen los países desarrollados difiere mucho de la que tienen países en vías de desarrollo. Se puede comentar el protocolo final, que sólo fue subscrito por países desarrollados. En su artº 2, los países firmantes. Se comprometen a limitar las emisiones de gases efecto invernadero, promoviendo políticas tendentes a:

- Aumentar el rendimiento energético.
- Promover políticas de gestión sostenible de los bosques.
- Promover formas sostenibles de agricultura.
- Propiciar el uso de energías renovables.
- Dejar de subvencionar a las industrias que emiten gases efecto invernadero.
- Mejorar la emisión de gases en el sector del transporte.

En definitiva, se pretende que en el plazo de unos años se estabilice, e incluso se reduzca, la emisión a la atmósfera de gases que provocan el efecto invernadero, causante del temido cambio climático.

3. El problema didáctico: la trasposición

El estudio del cambio climático como ejemplo de las relaciones Humanidad-Medio presenta una gran complejidad conceptual y didáctica. Requiere superar la fase descriptiva del conocimiento del clima como realidad geográfica, y afrontar su carácter problemático mediante un proceso de análisis y valoración de alto contenido educativo en la línea del desarrollo por el alumnado del pensamiento multicausal y del tratamiento en el aula de un núcleo conceptual de contenido didáctico, que ejemplifica, a la vez, la necesidad de integrar la transversalidad en el currículo cotidiano.

El nuevo enfoque didáctico que se propone en esta comunicación consiste en mantener la programación del tema clásico, es decir, el clima como realidad, pero incorporando de forma urgente la otra visión: el clima como problema.

El proceso de explicación del diagrama de flujos que se ha expuesto más arriba es hoy más necesario que nunca. Hay que incidir especialmente en el elemento *temperatura*, haciendo especial hincapié en el efecto invernadero natural, distinguiéndolo del de origen antropogénico, desde la seguridad de un principio ya consolidado en Educación Ambiental: la concienciación y actuación han de ser precedidas siempre por una fase previa de información.

3.1. La determinación de objetivos y contenidos disciplinares y transversales

En la normativa que rige actualmente el sistema educativo español, encontramos claras referencias a la necesidad de incluir este enfoque. Así, en los Objetivos Generales de la educación Secundaria podemos leer: *Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo y el medio ambiente.* (LOGSE, 1990). Descendiendo a los Objetivos Generales de Área vemos ya una referencia más expresa:

4. Identificar y analizar a diferentes escalas las **interacciones** que las sociedades humanas establecen con sus territorios en la utilización del espacio y en el aprovechamiento de los recursos naturales, valorando las consecuencias de tipo social, político y medioambiental de las mismas. (MEC, 1991)

En los contenidos se incluye de forma explícita la necesidad de incluir los siguientes:

1. Conceptos: El medio ambiente y su conservación: 1. El planeta Tierra: sus rasgos físicos fundamentales; 2. principales medios naturales como resultado de las **interacciones** entre clima, relieve, aguas y vegetación; 3. Los paisajes geográficos como resultado de la **interacción** entre el medio y los seres humanos. El poder modificador de éstos. Los problemas de degradación del medio y medidas correctoras. 3. Los recursos renovables y no renovables del Planeta y su explotación por los seres humanos.

2. Procedimientos: Explicación multicausal: Explicación de las **interacciones** entre el medio y la acción humana que se dan en las manifestaciones y procesos geográficos como la degradación y contaminación del medio ambiente en un lugar concreto, la configuración de un paisaje determinado, la localización y distribución de determinados hechos geográficos. (MEC, 1991)

3. Actitudes: Toma de conciencia de los grandes problemas a los que se enfrenta la vida humana sobre la Tierra: la degradación del medio ambiente y la sobreexplotación de los recursos...

En cuanto a los Temas Transversales, en Educación Ambiental se aconseja tener presente lo siguiente:

- La concepción del entorno como un conjunto complejo, vivo y dinámico en el tiempo y en el espacio.
- La necesidad del contacto directo con el medio siempre que sea posible, con el fin de potenciar la investigación del mismo y estimular la relación afectiva.
- Abordar el conocimiento del Medio como un todo vivo, organizado y complejo que requiere ser estudiado desde diferentes ámbitos.
- Hay que realizar las actividades en un marco más amplio de observación-reflexión-actuación que ayude al alumno a detectar problemas y situaciones reales para conocerlas, analizarlas y reflexionar sobre ellas con el fin de encontrar respuestas personales, aportar soluciones e implicarse en las mismas. (MEC, 1992)

En Educación del Consumidor, se presenta un tema de trabajo titulado «La ecología y el consumo desde la siguiente perspectiva:

- *El enfoque de este tema se dirige, fundamentalmente, a la formación de consumidores para hacerles conscientes de las repercusiones ecológicas que las decisiones de compra, uso o consumo de un bien, producto o servicio tienen sobre el medio ambiente. Que el consumidor tenga ideas claras al respecto sobre las que encuadre sus criterios a la hora de comprar le servirá para dar una respuesta ecológica a problemas medioambientales planteados por el consumo. Las líneas de trabajo pueden ser: el consumo de productos peligrosos para el medio ambiente (sprays con gases fluorocarbonados, detergentes con fosfato); el empaquetado y envasado de productos; los envases más ecológicos: el problema de las basuras; el consumo de recursos naturales escasos; criterios de ahorro; los ruidos y otras contaminaciones urbanas: la reutilización y el reciclaje; la contaminación industrial; actitud crítica ante el consumo.*
- *En Educación Secundaria Obligatoria: Ser conscientes de que sus decisiones como consumidor pueden influir de forma positiva o negativa en el medio ambiente y actuar en consecuencia. Analizar el impacto de la sociedad de consumo sobre el medio ambiente. Analizar productos ecológicos. Mantener una actitud crítica ante la publicidad engañosa en este campo. Conocer y saber utilizar: reciclado, reutilización y rentabilización del producto. Mantener posturas de rechazo al deterioro medioambiental, el despilfarro de recursos naturales escasos o no, la contaminación de la industria, etc. (MEC, 1992)*

3.2. Las estrategias para trabajar la multicausalidad

Desde una perspectiva didáctica, la Geografía contribuye a que los alumnos descubran la complejidad de las causas que originan los hechos y a enseñarles a buscar explicaciones a los fenómenos mediante el estudio de la *interacción* de varios factores, porque, «el análisis espacial ayuda a clarificar a los estudiantes que nada es sencillo y que las explicaciones simplistas, una interpretación simple de causa y efecto, raramente son correctas» (Pinchemel, 1989).

La causalidad es la operación intelectual que permite relacionar causas con efectos. La capacidad para establecer relaciones de causa-efecto surge pronto en los niños. Pero se trata de una causalidad *lineal* en la que los hechos o fenómenos son provocados por una sola causa. Sin embargo, en Geografía, la modalidad explicativa característica es la *causalidad geográfica*, que nunca tiene un carácter lineal, sino que es multicausalidad o causalidad múltiple.

Aplicar el *procedimiento multicausal* y descubrir conjuntos de factores explicativos interrelacionados es una tarea intelectual compleja para la que los adolescentes encuentran ciertas dificultades. Por eso, hay que superar las explicaciones estereotipadas y simplistas mediante estrategias como las que se detallan a continuación:

3.2.1. Relacionar hechos de distinta naturaleza:

En la Normativa Ministerial que se presenta más arriba se insiste, una y otra vez en la necesidad de interrelacionar: los hechos y fenómenos físicos entre sí y, por otra parte, interrelacionar los hechos físicos con los hechos humanos. Para afrontar este reto podemos recurrir a la Teoría General de Sistemas.

Partimos de una opción epistemológica clara: la Geografía, desde el paradigma de Geosistema, que aporta una perspectiva global sobre el funcionamiento del planeta: El concepto de Geosistema supone la aplicación a la Geografía de la Teoría General de Sistemas. Fue definido por el geógrafo soviético Sochava en 1963, y se va abriendo paso en la producción científica de la Geografía. Empieza por distinguir tres subsistemas:

- *Abiótico*, que engloba a los elementos no dotados de vida (litológico, aire y agua), que constituyen la estructura del sistema, por ser los que menos varían. Hay que advertir que cada uno de los elementos de un subsistema es, en sí mismo, un nuevo subsistema.
- *Biótico*, constituido por todos los elementos vivos, incluido el hombre. Conceptualmente corresponde con lo que en Ecología se denomina *ecosistema*.
- *Antrópico*, que está integrado por todo lo que el hombre ha puesto sobre la Tierra para su desenvolvimiento, desde que acaeció el proceso de hominización.

M. de Bolós (1994) distingue varias interfases o zonas de transición entre los distintos subsistemas, como el subsistema edáfico (suelos), que se forma entre el subsistema abiótico y el biótico, o el agrosistema, interfase entre los sistemas biótico y abiótico con el antrópico

En todo sistema podemos distinguir unas partes o *composición* y una *estructura*, o red de relaciones que posibilita la interacción entre las partes, a fin de conferir al sistema su unidad. Lo que explica la identidad del sistema son las interconexiones entre las partes, de modo que el análisis de sus componentes debe ser siempre complementado con un enfoque integrador que reconstituya la complejidad del propio conjunto como tal.

Cada individuo es parte integral del sistema global. El ser humano vive una compleja interrelación con los sistemas ambientales, de manera que el bienestar de la persona y del planeta son interdependientes (Greig, 1991). Nuestro aquí y ahora, nuestra realidad personal y local, se encuentra afectada por nuestra realidad intermedia, de escala regional y nacional, y nuestra realidad lejana, la escala mundial

Hay que considerar, por consiguiente, tres perspectivas cuando se pretende relacionar fenómenos y procesos en el aula de Educación Secundaria Obligatoria:

- La perspectiva *espacial*: Nos lleva a considerar que las variaciones de alguna parte del sistema, a cualquier escala (desde personal a global) puede afectar al sistema en su conjunto. La expresión más gráfica de esta idea es el llamado *efecto mariposa* («el vuelo de una mariposa en Hong Kong puede provocar una tormenta en Nueva York»), o ese otro aforismo referido al mundo financiero: «Cuando la bolsa de Nueva York estornuda, las del resto del mundo se constipan».
- La perspectiva *temporal*: Indaga sobre las causas que han dado lugar a las situaciones que percibimos como realidad actual, a cualesquiera de las escalas espaciales. Estas causas no son lineales. Morín (1994) introduce la idea de *causalidad com-*

pleja, que supera las simples relaciones de causa-efecto y las sustituye por la idea de *recursividad*.

- La perspectiva *conceptual*: Novo (1995) propugna que, al estudiar la realidad presente, lo hagamos desde la asunción de que los sistemas ambientales son conjuntos en los que todo está conectado intrasistémicamente, de modo que podemos diferenciar sus partes a efectos de estudio, pero esa diferenciación no deja de ser una simplificación que nosotros hacemos de una realidad compleja.

3.2.2. Integrar informaciones de varios sectores, para obtener una visión de conjunto

Integrar es *componer un todo con partes diversas*. En el ámbito educativo integrar es re-componer, ya que después de un proceso de análisis de una realidad que forma un *todo* y que fragmentamos para su estudio por cuestiones metodológicas, los alumnos deben realizar una síntesis coherentemente articulada que posea para ellos un valor instrumental para entender la realidad.

Pero la elaboración de síntesis personales es una tarea compleja que requiere la articulación de conceptos en una estructura jerárquica y su inserción en un marco conceptual.

Los procedimientos que los alumnos deben activar para conseguirlo son de dos tipos:

- Cognitivos: Son los relativos al manejo mental de conceptos y de estructuras conceptuales más complejas, como los *principios*. (Pozo, 1992).
- Motrices: Que vienen a auxiliar a los anteriores mediante sistemas de representación gráfica que explicitan relaciones y jerarquías: mapas y redes conceptuales (Novak, 1988 y Ontoria, 1992), mapas semánticos (Heimilch, 1990) y diagramas de flujos.

3.2.3. Comparar situaciones:

La comparación es el proceso intelectual por el cual captamos las semejanzas y diferencias entre dos o más objetos y encontramos relaciones entre ellos.

Para comparar hay que fijar la atención alternativamente en cada uno de los objetos, siempre que la información de que dispongamos sea *comparable*, es decir, que contenga datos explícitos o implícitos relativos a los mismos parámetros.

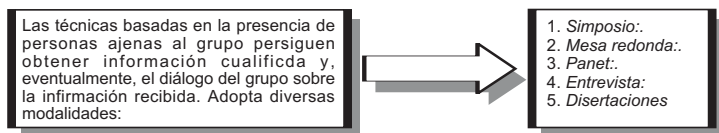
Se pueden comparar dos territorios o países a condición de que dispongamos de unos indicadores referidos a los mismos hechos o fenómenos expresados en las mismas unidades de medida. Así, por ejemplo, podríamos comparar los respectivos climas de dos regiones si tenemos datos, para cada una de ellas, sobre temperaturas medias mensuales, precipitación, número de días soleados, predominancia de los vientos, etc

En este caso, la comparación requiere el trabajo con series estadísticas de temperaturas y precipitaciones referidas a una misma estación-observatorio para detectar si existen variaciones significativas. También se pueden comparar datos relativos a la presencia de gases de efecto invernadero en un mismo lugar y fechas distintas, y también de dos lugares en la misma fecha, es decir, intentaremos encontrar diferencias espaciales y temporales.

3.2.4. Debatir estrategias

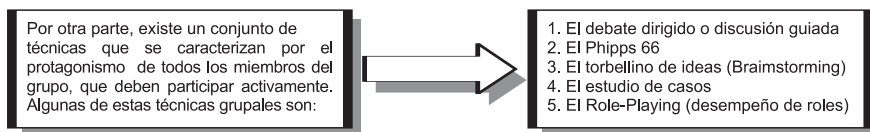
Si deseamos introducir como metodología innovadora el trabajo en grupo, bueno será que sistematicemos las principales técnicas grupales. Lo haremos dividiéndola en dos modalidades (Cirigliano, 1997):

- a) Aquellas en las que el grupo obtiene información a través de especialistas.
- b) Las que se basan en la intervención activa de todo el grupo.



1. *Simposio*: Cuando varios especialistas exponen sucesivamente aspectos particulares de un tema. No busca el debate, sino completar la información.
2. *Mesa redonda*: Un grupo de expertos exponen posturas divergentes o contradictorias. Lo hacen de forma sucesiva, alternándose los defensores de cada opción.
3. *Panel*: Es una discusión ante el grupo, con intervenciones libres de cada uno de los invitados en respuesta a los temas propuestos por el moderador.
4. *Entrevista*: Un experto responde a las preguntas que le hace un interrogador designado por el grupo.
5. *Disertaciones (o minipresentaciones)*: Constituyen un caso especial, ya que los «expertos» son alumnos, que se dirigen a sus compañeros para presentar su visión personal de un tema, elaborando un discurso argumentado y coherente, apoyándose, si procede en material audiovisual (transparencias, diapositivas, vídeo).

Al concluir estas actividades de comunicación se puede abrir un debate de libre discusión (Foro).



- a. *El debate dirigido o discusión guiada*: Se propone un tema cuestionable para ser discutido por el grupo. La discusión no es improvisada, sino que los participantes han preparado información al respecto.
- b. *El Philipps 66*: Su denominación indica las características de esta técnica: grupos de 6 personas debaten durante 6 minutos sobre una pregunta cuidadosamente preparada, y que debe ser de los que exigen respuestas de tipo «sumatorio» (no excluyentes), como los que se refieren a las causas o las consecuencias de determinado hecho o fenómeno.
- c. *El torbellino de ideas (Brainstorming)*: Es una incitación a la creatividad del grupo, que expone con fluidez soluciones imaginativas sobre un problema. Dichas soluciones deben ser después evaluadas, criticando su viabilidad.
- d. *El estudio de casos*: Se presenta al grupo una situación real o ficticia del presente o del pasado. Se facilita información suficiente para que pueda ser analizada. El profesor la presenta por escrito y puede facilitar el análisis facilitando un breve cuestionario en el que se pide a cada miembro que se pronuncie sobre aspectos parciales del problema, y que opte por una solución final. En la puesta en común quedará bien evidente que no existe una solución única, con lo que se potencia el pensamiento divergente.

- e. *El Role-Playing (Desempeño de roles)*: Pretende esclarecer un problema de una forma vivencial, de manera que, por medio de la escenificación, los alumnos se «ponen en el lugar de ...» para así comprender mejor la actuación de quienes deben intervenir en la vida real. Una variante de esta técnica es la *simulación de juicios* (Moreno, 1995), en las que los «abogados» (alumnos que voluntariamente asumen ese papel) presentan a los «testigos» (que ilustran aspectos parciales), el «jurado» (formado por los demás alumnos) y el «juez» (el profesor).

Para trabajar la multicausalidad a través de contenidos geográficos son muy adecuados los ejercicios y juegos de simulación, aunque ambas modalidades se basan en los principios de resolución de problemas, difieren, sin embargo en algunos aspectos. Así los ejercicios consisten en actividades mediante las cuales el alumno tiene que actuar «*jugando a ser planificador*»; debe tomar decisiones de índole espacial, del tipo a ¿Por dónde debe pasar la autopista? ¿Dónde se debe construir la central eléctrica? (Sánchez Ogallar, 1999)

Los planificadores, antes de tomar la decisión definitiva, encargan el correspondiente estudio de Impacto Ambiental que debe recoger las *múltiples* consecuencias que se derivan de una u otra decisión... Pues bien, este tipo de situaciones, convenientemente *simplificadas*, constituyen un potente recurso didáctico para el desarrollo de la multicausalidad como contenido procedimental.

Los juegos de simulación, por su parte, basándose en el mismo principio de la resolución de problemas, «reproducen de forma simplificada un sistema, modelo o proceso, real o realizable, en el que los participantes han de tomar una serie de decisiones con el fin de dar solución a determinados problemas que se les plantean» (Marrón Gaité, 1995). Constituyen una secuencia de toma de decisiones cuyo orden, en principio, no está establecido, sino que lo marca el azar. Estos juegos se definen como «reproducciones de acontecimientos de la vida real simplificados, en los que los alumnos toman decisiones para provocar resultados».

4. Conclusiones

La aplicación de la multicausalidad a este núcleo conceptual propicia la consecución de tres objetivos didácticos de alto valor formativo:

1. Facilita la comprensión de la estructura de un entramado conceptual complejo, al propiciar un aprendizaje significativo basado en la conexión con los conocimientos previos de los alumnos y en la motivación que propicia la referencia a fenómenos que podemos apreciar en nuestra vida cotidiana.
2. Propicia el desarrollo multicausal al desarrollar la capacidad de reflexión y la creatividad, necesaria para la búsqueda de explicaciones no lineales y de soluciones imaginativas para los problemas que se le planteen.
3. Favorece la adquisición, y en su caso, consolidación, de actitudes de responsabilidad como ciudadano y de respeto y conservación del patrimonio natural.

5. Bibliografía

- BOLÓS, M. de (1994). *Manual de ciencia del paisaje*. Barcelona, Masson.
- CIRIGLIANO-VILLAYERDE (1997). *Dinámica de grupos y educación*. Buenos Aires, Lumen - Humánitas.

- FONT TULLOT, I. (1998). «El aumento antropogénico del CO₂ atmosférico. Maldición o Bendición». En Allue, J.L. *Actas de la reunión sobre cambio climático*. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. Madrid.
- GREIG, S. (1991). *Los derechos de la Tierra*. Madrid, Popular.
- HEIMLICH, J.E. y PITTELMAN, S. (1990). *Los mapas semánticos*. Madrid, M.E.C.-Visor.
- LINÉS, A. (2000). «Síntesis acerca del efecto invernadero y sus efectos». En *Energía y Cambio Climático*. Serie monografías. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente.
- LLEBOT, J.E. (1998). *El cambio climático*. Barcelona, Rubes.
- MARRÓN GAITE, M^a J. (1995). «Juegos y técnicas de simulación». En *Enseñar Geografía. De la Teoría a la Práctica*, En Moreno y Marrón (Edit.), Madrid, Síntesis.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1991). *Real Decreto por el que se establece el currículo de la E.S.O.* R.D. 1345-6-9. 1991. Madrid.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1992). *Transversales: Educación Ambiental y Educación del Consumidor*. Cajas Rojas, Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1998). *Segunda Comunicación Nacional de España*. Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Madrid, Secretaría General Técnica.
- MONTOYA OLIVER, J.M. (1995). «Efecto del cambio climático sobre los ecosistemas forestales españoles». En *Seminario sobre deterioro de los montes y cambio climático*. Cuadernos de la Sociedad Española de Estudios Forestales. Madrid.
- MORENO JIMÉNEZ, A. (1995). «El modelo de interacción o la formación mediante el diálogo» En *Enseñar Geografía. De la Teoría a la Práctica*, En Moreno y Marrón (Edit.). Madrid, Síntesis.
- MORÍN, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, Gedisa.
- NOVAK, (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca.
- NOVO, M. (1995). *La educación ambiental*. Madrid, Univérsitas.
- ONTORIA, A. (1992). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid, Narcea.
- PINCHEMEL, Ph. (1989). «Fines y valores de la educación geográfica». En Graves, N. (Coord.), *Nuevo método para la enseñanza de la Geografía*. Barcelona, Teide.
- POZO, J.I. (1992). «El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos». En Coll, Pozo, Sarabia y Valls, *Los contenidos en la Reforma*. Madrid, Santillana.
- RUIZ DE ELVIRA, A. (1999). «Clima y Cambio Climático». En Novo, M. (Coord), *Los desafíos ambientales. Reflexiones y propuestas para un futuro sostenible*. Madrid. Editorial Univérsitas.
- SÁNCHEZ OGALLAR, A. (1999). *Los procedimientos en Geografía. Técnicas y Recursos*. Madrid, Narcea.