

TEMA1. EL MEDIO AMBIENTE COMO SISTEMA

1. Concepto de medio ambiente

- 1.1. Interdisciplinariedad de las Ciencias Ambientales
- 1.2. Enfoque científico

2. Teoría general de sistemas

- 2.1. Tipos de sistemas
- 2.2. La representación de los sistemas. Los modelos
- 2.3. Relaciones entre los elementos del sistema

3. Los sistemas ambientales

1. CONCEPTO DE MEDIO AMBIENTE

En el año 1972 se celebró en Estocolmo (Suecia) la primera conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente organizada por las Naciones Unidas.

Allí se definió el **medio ambiente** como el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos, sociales y culturales capaces de causar efectos directos o indirectos en un plazo corto o largo sobre los seres vivos y las actividades humanas.

Los diversos tipos de componentes influyen en el medio ambiente de modo distinto:

- **Físicos:** El relieve, la temperatura y la presencia de agua son los principales factores físicos que determinan las características ambientales.
- **Químicos:** La salinidad, el pH del agua, la concentración del oxígeno y dióxido de carbono, etc. que favorecen o impiden el desarrollo de determinados seres vivos.
- **Biológicos:** Los seres vivos establecen distintos tipos de relaciones entre ellos principalmente de tipo alimentario. La supervivencia de una especie depende de los seres vivos de los que se alimenta.
- **Sociales y culturales:** Este grupo de factores es exclusivo de la especie humana. La forma de vida de los seres humanos influye tanto sobre las personas como sobre los otros seres vivos que les rodean. *Por ejemplo, el asentamiento de núcleos urbanos en zonas antiguamente rurales implica cambios en las actividades humanas y en los hábitos de vida que condicionan también a la vegetación y la fauna.*

Todos estos factores interaccionan entre sí de modo que unos influyen sobre otros, en una serie de repercusiones en cadena, **efecto dominó**.

1.1 Interdisciplinariedad de las Ciencias Ambientales.

Como vemos en la definición los problemas ambientales son complejos y en ellos intervienen muchos factores, por lo que no pueden ser abordados desde una sola ciencia, sino con una visión multidisciplinaria. Biología, geología, física y química y otras ciencias son imprescindibles para su estudio, pero también lo son la economía, el derecho, la religión, la ética, la política y otras ciencias sociales.

En la problemática ambiental va a ser muy frecuente no encontrar soluciones únicas a los problemas. A veces habrá un abanico de soluciones y en otras ocasiones no habrá ninguna clara y habrá que elegir la que mejor se adapte a las circunstancias en las que nos encontramos. Sería un grave error estudiar las ciencias ambientales como si fueran un conjunto de recetas claras a unos problemas perfectamente definidos. Son, más bien, una oportunidad de discutir, consensuar y probar diferentes soluciones y formas de enfrentarse con el problema, después de conocer bien todos los hechos que afectan al problema que estemos analizando.

1.2. Tipos de enfoque científico:

El proceder científico para abordar el estudio de un problema puede hacerse desde dos posibles enfoques:

1. **Reducción o analítico.** Consisten dividir el objeto de estudio en sus componentes más simples y observarlos y estudiarlos por separado. Es insuficiente para abordar los estudios de las ciencias de la Tierra, aunque es útil para muchas disciplinas científicas.
2. **Holístico o sintético.** Estudia el todo o la globalidad y las relaciones entre sus partes sin detenerse en los detalles. Pone de manifiesto las **propiedades emergentes**, resultantes del comportamiento global y de las relaciones de los componentes.

Ej: Las piezas de un reloj por separado no tienen la propiedad de dar la hora; sin embargo, el reloj montado como un todo, sí.

En muchos casos ambos métodos son complementarios.

2. TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS (Nociones básicas).

Un sistema (del griego systema = conjunto o reunión) es un conjunto de elementos que se relacionan entre sí para llevar a cabo una o varias funciones. De las interacciones entre sus elementos surgen las **propiedades emergentes**.

Del sistema nos interesa el comportamiento global. Así pueden considerarse sistemas un ordenador, un instituto, el cuerpo humano, etc.

El análisis mediante sistemas permite estudiar fenómenos de distinta complejidad desde el funcionamiento de una célula hasta el planeta Tierra.

Los sistemas más complejos están constituidos a su vez por subsistemas, y estos, a su vez, por componentes más sencillos. *El organismo humano es un sistema que está constituido por órganos que trabajan de forma conjunta, cada órgano constituye un subsistema que desempeña unas funciones gracias a la actividad de células especializadas.*

2.1. Tipos de sistemas:

Según los intercambios de materia y energía pueden diferenciarse dos tipos de sistemas: abierto y cerrado.

- **Sistemas abiertos:** Son aquellos que **intercambian materia y energía** con el exterior. Todos los sistemas biológicos son sistemas abiertos, para mantenerse vivo el sistema debe tomar energía y materia del exterior, también debe liberar energía (calor) que se genera en los procesos químicos como la respiración
- **Sistemas cerrados:** Son los que **sólo intercambian energía** con el exterior, no intercambian materia, sino que la reciclan. *Es el caso de un ordenador que recibe energía eléctrica y emite energía calorífica y lumínica, pero la materia que lo compone es constante. El Sistema Planeta Tierra es considerado como un sistema que recibe continuamente energía procedente del sol, energía electromagnética (luz, etc.) y que emite al espacio energía en forma de calor (energía infrarroja), pero apenas intercambia materia con el exterior, si despreciamos la entrada de materiales procedentes de los meteoritos dada su poca masa relativa. (Si tenemos en cuenta esta masa que nos llega del espacio será un sistema abierto)*
- **Sistemas aislados:** Son aquellos que **no intercambian ni materia, ni energía** con su entorno. En realidad no existen este tipo de sistemas, por tanto podemos afirmar que son sistemas teóricos que se utilizan con el fin de simplificar cuando se estudian sistemas de grandes dimensiones (macrosistemas) como por ejemplo el Sistema Solar.

2.2. La representación de los sistemas. Los modelos

Los sistemas suelen representarse mediante modelos. Un **modelo** es una representación simplificada de la realidad, que se elabora para facilitar su comprensión y estudio. Estas representaciones se hacen mediante dibujos, esquemas o expresiones matemáticas.

2.3. Relaciones entre los elementos de un sistema

Los elementos que forman los sistemas están relacionados entre sí y funcionan de forma coordinada. Los elementos que pueden variar en función de otros se denominan **variables**.

Las relaciones entre las variables de un sistema pueden ser de dos tipos:

- a) **Relaciones simples:** Son aquellas en que una variable *A* del sistema, influye sobre otra *B*, pero no a la inversa

. Relaciones directas: Una variación de *A* (aumento o disminución) origina una variación de *B* en el mismo sentido (aumento o disminución respectivamente). Se representa mediante un signo (+) sobre la flecha que los relaciona. Las dos variables su mueven en el mismo sentido.

El aumento de materia orgánica en una charca hace que aumente el número de microorganismos.

$$\begin{array}{c} \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B} \\ \uparrow \mathbf{A} \quad \uparrow \mathbf{B} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B} \\ \downarrow \mathbf{A} \quad \downarrow \mathbf{B} \end{array}$$

. Relaciones inversas: Una variación de *A* (aumento o disminución) origina una variación de *B* en sentido opuesto (disminución o aumento respectivamente). Se representa mediante un signo (-) sobre la flecha que los relaciona. Las dos variables de mueven en sentidos contrarios. *Si en una charca aumenta el número de microorganismos aerobios que consumen oxígeno en la respiración, disminuye la concentración de oxígeno en la charca.*

$$\begin{array}{c} \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B} \\ \uparrow \mathbf{A} \quad \downarrow \mathbf{B} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B} \\ \downarrow \mathbf{A} \quad \uparrow \mathbf{B} \end{array}$$

. Relaciones encadenadas: Se producen entre más de dos variables, consideradas independientes, y las relaciones entre cada dos de ellas puede ser directa o inversa, pero habrá un resultado global: si el número de relaciones inversas es par, la relación global será directa, si el número de relaciones inversas es impar, el resultado global será inverso. *Un ejemplo de relaciones encadenadas es el proceso de Eutrofización de agua.*

- b) **Relaciones complejas:** Son aquellas en que una variable influye sobre otra u otras que, a su vez, influyen sobre la primera. El resultado es un conjunto de relaciones encadenadas en círculo, que recibe el nombre de bucle de retroalimentación, realimentación o feedback. Pueden ser de dos tipos.

. Retroalimentación positiva: Se produce cuando la variación de una variable en un sentido (aumento o disminución) produce un cambio de otra u otras variables en el mismo sentido (aumento o disminución respectivamente) y éstas a su vez influyen de la misma manera sobre la primera. La causa aumenta el efecto y el efecto aumenta la causa o viceversa (disminución). La retroalimentación (+) desequilibra el sistema al amplificar sus efectos. *Si en una ciudad aumentase el número de parados y para reducir su número se construyen fábricas, pero el aumento de puestos de trabajo, produce una afluencia masiva de inmigrantes, con lo que el número de parados aumentaría en vez de disminuir.*

. Retroalimentación negativa: Se produce cuando la variación de una variable en un sentido (aumento o disminución) produce un cambio de otra u otras variables en el mismo sentido y éstas a su vez, influyen sobre la primera en sentido opuesto (disminución o aumento respectivamente) o viceversa. Cuando se

incrementa A se produce el incremento de B , pero a su vez este incremento de B hace disminuir A . Al aumentar la causa, aumenta el efecto, y el aumento del efecto, amortigua la causa o viceversa. **Este tipo de relaciones tienden a estabilizar los sistemas**, por lo que reciben el nombre de estabilizadores o **sistemas homeostáticos**. Son relaciones reguladoras que mantienen el sistema en equilibrio.

El sistema de calefacción controlado por termostato, si la temperatura baja, se enciende la calefacción y si la temperatura es alta, se apaga.

El bucle de realimentación (-) está presente en todo tipo de controles tanto naturales como artificiales y es el fundamento de los numerosos aparatos regulados por mecanismos cibernéticos.

J.E. LOVELOCK realizó estudios sobre los mecanismos de autorregulación en el planeta. Las conclusiones que obtuvo le llevaron a elaborar un modelo de la Tierra conocido como “**HIPÓTESIS GAIA**” en alusión a la diosa griega de la madre Tierra. Según este modelo, la Tierra, es un sistema similar a un organismo con numerosas funciones que interaccionan, y con mecanismos de retroalimentación, que moderan las temperaturas extremas y mantienen relativamente constante la composición química de la atmósfera y de los océanos. En palabras de Lovelock, “la biosfera es una entidad autorregulada (homeostasis) con capacidad para mantener nuestro planeta sano mediante el control del ambiente físico-químico”. El ser humano aún no comprende todos los mecanismos que actúan sobre Gaia, por lo que las actuaciones sobre el sistema han de ser sumamente cuidadosas para no romper los mecanismos de autorregulación.

3. LOS SISTEMAS AMBIENTALES

El medio ambiente **es un sistema** constituido por un conjunto de factores físicos, químicos, biológicos, sociales y culturales que se relacionan entre sí, de modo que un cambio en un factor repercute en los otros, por lo tanto, los factores que intervienen en el medio ambiente son las variables de este sistema. La energía del sistema es la del Sol y la materia está contenida en la Tierra.

El medio ambiente se divide en sistemas menores o subsistemas que, a su vez, contienen otros sistemas menores:

- **Sistemas Naturales:** Son los cuatro subsistemas o capas de la Tierra: geosfera, hidrosfera, atmósfera y biosfera.
- **Sistemas Humanos:** Constituidos por los seres humanos y las relaciones sociales que se establecen entre ellos, así como las actividades que desarrolla. *Los elementos de estos sistemas son por ejemplo los lugares de trabajo, los colegios, el transporte, etc.*

Entre los sistemas humanos y los sistemas naturales se establecen interacciones. Así, algunas veces la **actividad humana repercute de forma negativa, causando problemas ambientales como la sobreexplotación de los recursos, la deforestación, contaminación, etc.** como consecuencia del desarrollo de los países. Por otra parte, la **naturaleza, puede afectar negativamente a la especie humana, ya que los desastres naturales** son la causa de enormes pérdidas anuales, tanto económicas como en vidas humanas. Todos estos factores han determinado un auge de las Ciencias Medioambientales, como base para resolver los problemas ambientales que nos aquejan. Para ello se hace necesario conocer el funcionamiento de los diferentes sistemas que

constituyen el sistema Tierra y profundizar en el estudio de las relaciones de ellos con la especie humana, que pueden enfocarse bajo tres aspectos:

- . Riesgos derivados de su dinámica.**
- . Recursos que nos proporcionan.**
- . Impactos que reciben por la acción antrópica.**