

**CIENCIAS DA TERRA  
E DO  
MEDIO AMBIENTE**

CURSO 2007-2008

# CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

Índice de temas.

## 1. CIENCIA E MEDIO AMBIENTE

### 1.1. [Fundamentación da ciencia. O método científico.](#)

- 1.1.1. [Principios básicos para a construción da ciencia.](#)
- 1.1.2. [O método hipotético dedutivo.](#)
- 1.1.3. [A construción de teorías.](#)
- 1.1.4. [Expresión axeitada dos datos e dos resultados.](#)
- 1.1.5. [A ciencia como linguaxe universal. Comunicación científica.](#)

### 1.2. Introducción ás ciencias ambientais.

- 1.2.1. [Carácter sistémico da ciencia ambiental.](#)
- 1.2.2. [Tipos de sistemas e relacións entre eles.](#)
- 1.2.3. [Realimentacións en procesos naturais.](#)

## 2. HISTORIA DUN PLANETA VIVO

### 2.1. A Terra en evolución.

- 2.1.1. A liña do tempo do planeta Terra.
- 2.1.2. Teoría da evolución xeolóxica.
- 2.1.3. Modificación da atmosfera.
- 2.1.4. Teoría da evolución biolóxica.

### 2.2. A evolución humana.

- 2.2.1. Evolución humana.
- 2.2.2. Evolución tecnolóxica.
- 2.2.3. O home como factor de cambio medioambiental.

## 3. SISTEMAS TERRESTRES.

3.1. A xeosfera.

3.2. A edafosfera.

3.3. A hidrosfera.

3.4. A atmosfera.

3.5. A biosfera.

3.6. A sociosfera.

# CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

## 4. O HOME E A NATUREZA.

### 4.1. Recursos naturais.

- 4.1.1. Definición e clasificación.
- 4.1.2. Reservas, alternativas e explotación racional.

### 4.2. Recursos hídricos.

- 4.2.1. Reservas de auga e a súa xestión.
- 4.2.2. Plans hidrolóxicos. Problemática local.

### 4.3. Recursos mariños.

- 4.3.1. Mar e xestión pesqueira.
- 4.3.2. Acuicultura: unha alternativa ó esgotamento.
- 4.3.3. A pesca en Galicia.

### 4.4. Recursos edáficos e biolóxicos.

- 4.4.1. Plantas e solo (cantidade e calidade).
- 4.4.2. Xestión do solo. Agricultura e gandería.
- 4.4.3. Control de riscos. Erosión e desertización.
- 4.4.4. Os bosques e a súa xestión, espazos protexidos, espazos de interese, cultivos ecolóxicos.
- 4.4.5. Prevención de riscos e control de impactos.

### 4.5. Risco medioambiental e actividade humana.

- 4.5.1. Concepto e clasificación. Factores de risco.
- 4.5.2. Riscos xeolóxicos: sismicidade e vulcanismo. Efectos, e medidas de prevención.
- 4.5.3. Riscos edafolóxicos. Identificación, causas e efectos. Prevención de riscos e corrección de agresións ó medio.
- 4.5.4. Riscos hídricos. Identificación, causas e efectos. Prevención de riscos e corrección de agresións ó medio.
- 4.5.5. Riscos mariños: oceánicos e litorais.
- 4.5.6. Riscos climáticos. Identificación, causas e efectos. Prevención de riscos e corrección de agresións.

### 4.6. Consecuencias negativas do abuso ambiental.

- 4.6.1. O impacto medioambiental.
- 4.6.2. Plantas enerxéticas e explotacións mineiras que degradan o solo. Problema dos residuos sólidos.
- 4.6.3. Augas residuais. Contaminación, eutrofización e salinización de acuíferos. Impacto mariño.
- 4.6.4. Contaminación atmosférica. Acumulación e dispersión de gases. Anomalías atmosféricas: como evitar o cambio climático.
- 4.6.5. Biodiversidade: unha xoia pouco valorada.

## **CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE**

### **5. O DESENVOLVEMENTO SUSTENTADO.**

#### 5.1. Medio ambiente, economía e sociedade.

- 5.1.1. Avance tecnolóxico e/ou calidade de vida.
- 5.1.2. O medio ambiente e o desenvolvemento.

#### 5.2. Unha cuestión de convicción persoal.

- 5.2.1. Necesidade dunha política global.
- 5.2.2. A importancia do activismo persoal.

#### 5.3. A ecoloxía e a necesidade de normativas medioambientais.

- 5.3.1. Leis preventivas. Ordenación do territorio. Avaliación do dano ambiental. Reservas da natureza.
- 5.3.2. Leis correctivas. Sancións. Gravame ás industrias máis contaminantes. Ecotaxa, ecoauditorías e ecoetiquetas.
- 5.3.3. Protección dos hábitats: a rede Natura 2000.

# 1. CIENCIA E MEDIO AMBIENTE.

## 1.1. Fundamentación da ciencia. O método científico.

### 1.1.1. Principios básicos para a construción da ciencia.

A natureza exprésase na linguaxe matemática. A ciencia non é máis que un xeito de entender a natureza. Con esta ferramenta podemos usar os recursos que nos brinda o entorno e empregalos para unha mellor calidade de vida e un maior desenvolvemento social. A ciencia, tal como a entendemos na actualidade, fundaméntase na observación dos acontecementos naturais. Polo tanto estamos a falar dun coñecemento empírico ligado ó carácter puramente sensorial das nosas apreciacións. Logo entenderemos que a ciencia recoñece só unha realidade sensorial, unha realidade obxectiva circunscrita ó ámbito do mundo material accesible ós nosos sentidos. Dende aquí xorden os datos que logo se elaboran mediante o formalismo lóxico. As leis naturais non son máis que unha adaptación ou interpretación lóxico-matemática do que realmente ocorre no mundo. O principio de unión de ámbalas dúas realidades (a natural e a matemática) é o principio de causa e consecuencia. A toda consecuencia antecede temporalmente e espacialmente unha causa que a provocou e nunca á inversa. É dicir, que todo acontece por unha razón, nada xurde por capricho.

Estes tres postulados (o materialismo como vía de acceso ó coñecemento, o trasfondo matemático dos acontecementos e o principio de causalidade), non sempre serviron para a explicación racional dos acontecementos naturais. Para decatarnos e suficiente recordar que a principios do século XIX o único xeito de explicar por que podrecía un resto orgánico ou por que aparecía unha enfermidade era o argumento da "xeración espontánea" que non aportaba ningún coñecemento ou información novos. Os feitos non tiñan unha causa que os explicase, acontecían da "nada". Pensemos que durante esta época a ciencia tiña xa un considerable bagaxe de coñecementos e de procedementos pero houbo que esperar a que Pasteur para atopar o camiño... Algo similar ocorreu hasta non fai moito tempo, cando se falaba dos instintos. Parece que un animal ten fame ou se relaciona con outros da súa especie por instinto, pero isto é como non dicir nada. A explicación de estes fenómenos e doutros similares como o da diferenciación dos tecidos en plantas e animais radica nos ciclos do ADN. Pero aínda hai que atopar os mecanismos concretos a nivel microscópico que determinan os outros.

E fácil percibir que ante un feito non explicado a ciencia adopta mecanismos de busca de solución. Ó conxunto de procesos que permiten avanzar no coñecemento científico denominámolo "método científico" ou "método hipotético-dedutivo".

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

### 1.1.2. O método hipotético-dedutivo.

Antes falabamos de que a observación minuciosa é fundamental para a adquisición de novos coñecementos. En principio estes acadaríanse simplemente analizando os datos e vendo que vínculos os ligan. Pero non todas as informacións que nos achegan os sentidos son exactas. Unhas observacións poden fallar por estar mal apreciadas, outras por equivocacións de enfoque, outras por manipulacións máis ou menos malintencionadas, etc. Para que unha recompilación de observacións sexa de boa calidade debe estar ratificada por varios observadores independentes. A experimentación establécese entón como o punto de partida do método científico. Aquela debe ser sistemática e rigorosa. Os experimentos débense elaborar co criterio da busca de nova información de xeito minucioso pero aberto a posibles paradoxos nos datos. Logo serán as hipóteses as encargadas de explicar o común pero tamén o diferente.

As posibles relacións entre os datos das observacións apúntanse ó esquema do método como novas hipóteses ou teorías. Nesto consiste a segunda fase do método científico. Estas hipóteses descansan sobre outros presupostos anteriores, xa corroborados por observacións (leis, teoremas, postulados...). Tamén se apoian en coñecementos que resultan evidentes (primeiros principios ou axiomas), que non precisan de pasar a "criba" do método para poder apreciar a súa veracidade. Son imposibles de probar pero resisten a todas as observacións e exames. Por exemplo, un primeiro principio é o feito de que a gravidade é sempre de carácter atractivo entre a materia. Isto non se pode demostrar a partir de principios anteriores máis xenéricos pero pódese comprobar cantas veces se queira.

A terceira fase consiste en atopar diferentes probas experimentais que sexan capaces de desbaratar aquelas hipóteses menos consistentes ata chegar a concretar as posibles solucións xa nunha soa posibilidade que, deste xeito, pasa a formar parte do bloque de leis e teorías confirmadas. Este apartado suxire indirectamente que unha teoría asentada pode virse a pique debido a un experimento que non dá explicado. De feito isto sucedeu na historia e o fenómeno da conta do carácter temporal<sup>1</sup>, e circunstancial<sup>2</sup> do coñecemento científico.

### 1.1.3. A construción de teorías.

Podemos pensar nas teorías como grandes estruturas formadas por principios e leis que son xulgadas continuamente polos experimentos de xeito que normalmente (e afortunadamente) saen ben paradas, atopando unha explicación axeitada a tal ou cal fenómeno. Pero poden sufrir remodelacións

---

<sup>1</sup> A temporalidade das teorías implica que estas non permanecen inalterables ó longo da historia, se non que sempre están suxeitas a ampliacións, correccións e incluso á desaparición total.

<sup>2</sup> O carácter circunstancial dunha teoría implica que pode ser válida para un marco científico determinado pero non para outro incluso dentro da mesma disciplina. Por exemplo, as leis de Newton son completamente válidas para o mundo macroscópico, onde se estudan os sistemas masivos con velocidades moito menores que a da luz, pero non o son para explicar o mundo microscópico nin o dos sistemas que viaxan a velocidades próximas á da luz. Non obstante ambas teorías non se anulan senón que se complementan. As leis de Newton atópanse inscritas dentro das teorías relativista e mecanocuántica e nacen como unha aproximación destas últimas.

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

debido a calquera pequena experiencia que resulte contraditoria coas predicións que se poden inferir dela.

Toda teoría debe facer referencia á uns principios ben fundamentados. Tamén debe explicar axeitadamente os sucesos ós que incumbe. Pero unha teoría ademais anticipa acontecementos. É este o punto máis delicado á hora de refutala pero tamén se volve o máis favorable cara a súa confirmación. Unha teoría científica que non sexa predictiva non terá ningunha utilidade práctica porque non aportará solucións a novas situacións que poidan aparecer no eido ó que está circunscrita. Pensemos na "teoría" dos OVNI, que pese a non poder ser refutada tampouco resulta predictiva e polo tanto perde todo o interese.

Xa sabemos como funciona o método científico pero non sabemos os principios xerais sobre os que establecer un estudio científico e sobre os que está cimentado o método. Ante todo estamos en condicións de afirmar que o universo funciona de acordo cuns principios xerais que podemos considerar constantes no espazo e no tempo. Tanto ten facer unha análise sobre un suceso hoxe como dentro dunha semana e o mesmo se a realizamos aquí ou nun lugar a 6000 km. A materia e/ou enerxía que forman o universo parece que non se comportan ó azar. Hai unhas regras do xogo que ningunha cousa rexeita ou trampea. Este feito permite que ás nosas conxecturas teñan unha compoñente de predición segura. Entre estes principios están as leis da Física: gravitación, conservación do binomio materia-enerxía, a propagación da luz a unha velocidade fixa, o principio de aumento do desorde, etc. Pero todos eles están relegados ó principio máis fundamental que é o de causalidade: todo suceso ten unha causa que o precede (temporalmente). Outros principios moi importantes son o da continuidade do espazo-tempo e o da cuantificación da enerxía, que nos permiten aplicarlle un tratamento matemático á natureza.

Cando se perfila unha teoría sobre un tema no que a observación de datos contrastados ou a comprobación das hipóteses resulta moi difícil ou incluso imposible resulta o que daremos en chamar a primeira situación de controversia. Sexa por caso o da capa de ozono. Evidentemente non se poden executar experimentos sobre desta capa e a observación directa do que realmente lle sucede ó ozono resulta imposible. Para establecer unha teoría neste tipo de casos búscanse aquelas hipóteses máis probables que sexan coherentes coa observación indirecta do fenómeno.

Pero ás veces as hipóteses son excluíntes producíndose o segundo caso de polémica. Esta resolverase co tempo, a medida que xorden novas técnicas de experimentación máis sofisticadas e os datos se vaian decantando a favor dunha. Un caso curioso é o da luz. Newton afirmaba que eran partículas. Huygens dicía que eran ondas. Durante moitos séculos déuselle a razón a Huygens e, a pesar de que o enfoque de Newton era simplista e foi desbotado, hoxe en día entendemos a luz como unha partícula ondulatoria (o fotón), partícula sen masa.

Asemade existe un terceiro caso de controversia que se produce cando hai intereses creados a favor de hipóteses débiles que favorecen a unha das partes involucradas na situación problema. Aquí temos o caso do tabaco. Miles de estudos confirman a toxicidade deste produto pero como as estatísticas nas que se basean estes traballos teñen un marxe de erro, as empresas tabaqueiras e os estados non acaban de pórse en disposición restritiva cara o seu consumo debido ós intereses económicos asociados a esta industria. A súa postura é a de dicir que non son datos concluíntes pero,

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

desde logo, non fan nada por demostrar a tese oposta, a saber, que o tabaco é beneficioso para a saúde.

Un cuarto motivo resulta do distinto enfoque que pode tomar un asunto. Así, desde un criterio particular se observan situacións que adquiren un valor diferente para outro criterio. É o caso da enerxía nuclear. Desde o punto de vista da Física parece unha fonte de enerxía cómoda, barata e de longa duración mentres que para a Ecoloxía xorden as dificultades derivadas da contaminación radiolóxica que producen. Así é sempre forzoso valorar ata que punto merece a pena entender o problema desde unha perspectiva ou desde outra valorando os riscos xunto cos beneficios.

### 1.1.4. Expresión axeitada dos datos e dos resultados.

Todos somos conscientes de que no método científico se poden introducir certas anomalías ou "trampas" que, baixo a aparencia de rigor científico enmascaran a intencionalidade dun resultado que convén. A veces o método consiste en partir do resultado final para ir adaptando os datos; é como ir marcha atrás no método. Algunhas situacións indesexables son as seguintes:

- ★ Considerar unha conclusión precipitada atendendo a uns datos escasos.
- ★ Introducir datos falseados para que as contas cadren. Son observacións que non se realizaron e que falsean o resultado, aínda que resultase certo.
- ★ Ignorar feitos e datos que contradín a conclusión tomada como definitiva.
- ★ Establecer como causas fenómenos que non teñen ningunha relación lóxica.
- ★ Usar artimañas na parte lóxica das deducións. Por exemplo, do seguinte razoamento: "a estrada está mollada entón choveu", sería falso sacar como conclusión que choveu. A estrada pode estar mollada por outros motivos que non se aclaran adrede na primeira premisa. Por iso é fundamental entender como funcionan os conectores lóxicos, a implicación, a dobre implicación, etc. Dentro da estatística tamén é imprescindible valorar os erros absoluto e relativo e como afectan ó resultado.
- ★ Adaptar os resultados para que non se note que violan algún principio básico ou algunha lei natural de sobra validada.

Unha máxima moi coñecida dentro dos laboratorios é aquela que di: "que o experimento decida". O observador non debe manipular os datos nin os procedementos nin as conclusións.

Un xeito moi común de manipular, mais sen dobre intención, as análises numéricas é o non respectar o número de cifras afectadas polo erro. Podémosos atopar con casos nos que a precisión amosada non é real. O investigador pouco ético podería dar mostra dunha tecnoloxía que non dispón ó dar máis cifras das realmente correctas. Tamén pode suceder que deste xeito se tente manipular o estudo cara un resultado máis conveniente.

## **CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE**

### 1.1.5. A ciencia como linguaxe universal. Comunicación científica.

A ciencia non so é un medio de evolución técnica e de culturización. Tamén é un vehículo de comunicación. Os investigadores, os mestres e os estudantes de todo o mundo acaban por entender unha realidade moi parecida aínda que con distintos graos de sofisticación. Ademais é preciso que así sexa para poder avanzar en novos coñecementos pois o grao de complicación da ciencia acadou cotas elevadísimas. Así, un grupo reducido de persoas será incapaz de ir moi lonxe porque non poderá atacar os problemas que se lle suxiran desde moitos puntos de vista. Neste sentido a ciencia convértese nunha ferramenta unificadora e global.

Hoxe en día existen moitos medios para intercambiar información de ciencia. Tanto os libros especializados como revistas temáticas ou publicacións periódicas de datos (obtidos vía satélite, por exemplo), son accesibles a todo o mundo e, máis se cabe, grazas á nova ferramenta de comunicación: Internet. A potencia da informática e dos ordenadoresponse de manifesto en canto á rapidez de cálculo, análise de moitísimos datos e precisión nas contas, xunto co tema das redes de comunicación e intercambio de ficheiros que xa mencionamos.

## 1.2. Introdución ás ciencias ambientais.

### 1.2.1. Carácter sistémico da ciencia ambiental.

A concepción que temos da Natureza aseméllase á dunha serie de sistemas interrelacionados que desempeñan unha función e que ó mesmo tempo están influenciados por o medio para o seu desenvolvemento. A cuestión considerada agora é que entendemos por sistema e medio (ambiente).

No 1972 as Nacións Unidas organizaron a primeira asemblea do medio ambiente e así o definiron: conxunto de factores físicos, químicos, biolóxicos, sociais e culturais capaces de causar efectos directos ou indirectos, a curto ou longo prazo, sobre os seres vivos e as actividades humanas. O medio ambiente é o conxunto de factores que inflúen sobre as comunidades biolóxicas. Podemos resumir estes factores en catro grupos:

**Físicos:** O relevo, a temperatura, os niveis de auga...

**Químicos:** A acidez da auga ou do solo, a concentración de nitróxeno no chan, a presenza ou non de pesticidas,...

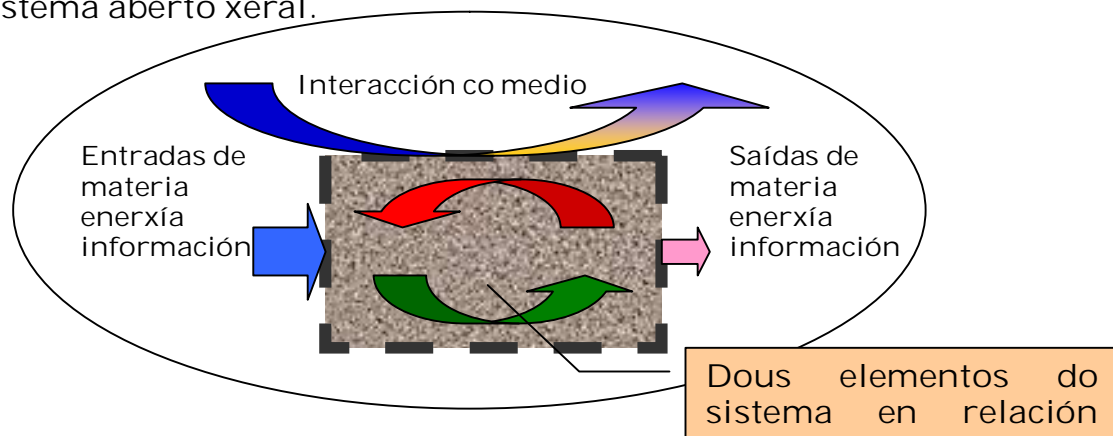
**Biolóxicos:** A prevalenza duns niveis tróficos sobre outros, a presenza de certos ecosistemas que inflúen noutros, etc.

**Sociais e culturais:** Resulta evidente que a vida das cidades altera o seu entorno natural, coa actividade agrícola e industrial, e outros moitos.

O medio ambiente é o factor primordial para que os ecosistemas cambien, se adapten e evolucionen. Este aspecto confírelle ó medio ambiente un carácter dinámico que así mesmo transvásase os ecosistemas.

Agora temos que definir ecosistema como o conxunto de seres vivos (animais, plantas, fungos, microfauna) que habitan nun entorno caracterizado por factores físicos, químicos, biolóxicos e humanos. Dentro dos ecosistemas, logo, distínguense dúas partes: Biotopo (ou lugar onde se desenvolven os seres vivos) e biocenose (ese conxunto de seres vivos).

A continuación amosamos o esquema de funcionamento dun ecosistema aberto xeral.

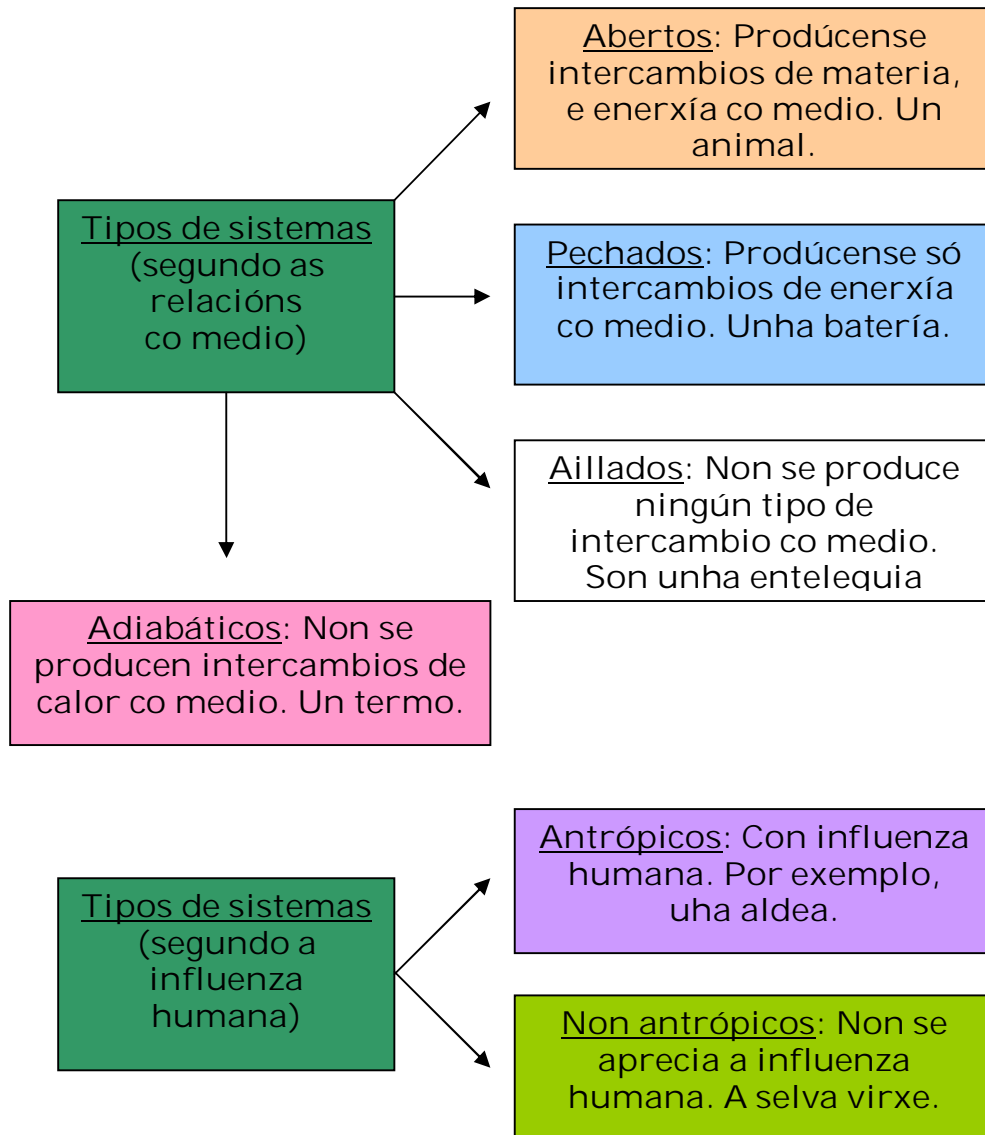


A ciencia do medio ambiente ten como fundamento principal a teoría xeral de sistemas. Nesta teoría apreciase o carácter sistémico do estudo da natureza. Dicimos carácter sistémico debido a que os sistemas naturais e os sistemas humanos deben coexistir en competencia. En caso contrario algún

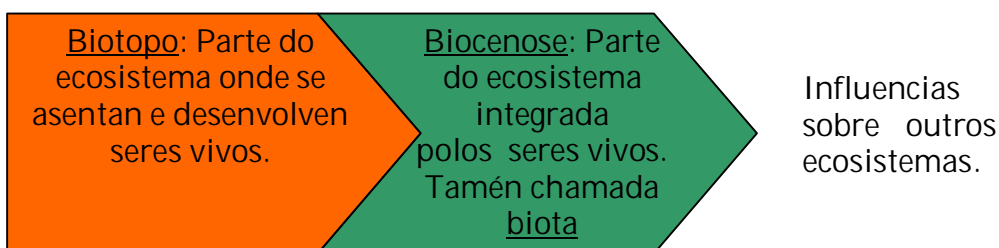
## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

deles ou ambos estarán condenados á desaparecer. Como podemos intuír, nesta ciencia non abonda un enfoque analítico dos sistemas senón que é necesaria unha visión holística (ou globalizadora) dos sistemas e das relacións que os vinculan.

### 1.2.2. Tipos de sistemas e relacións entre eles.

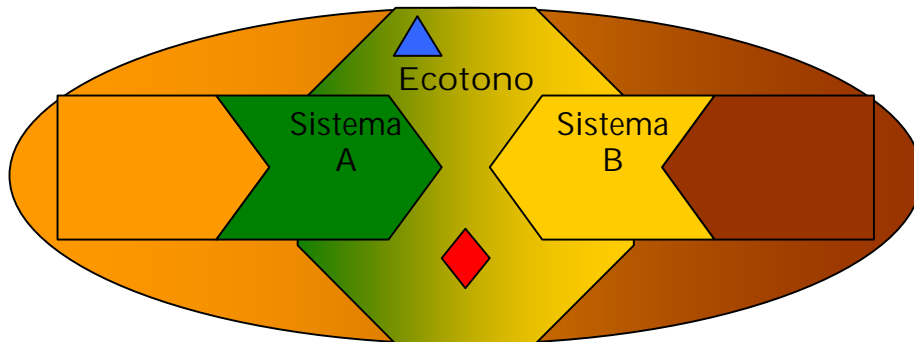


Partes dun ecosistema.



## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

O ecotono é a zona común a dous ecosistemas, onde se aprecia a influencia de ambos, onde ambos se relacionan. As veces, polas peculiaridades dos ecotonos, estúdanse por separado, coma un ecosistema máis. Neles pode existir especies moi diferenciadas respecto das dos ecosistemas adxacentes.



Os ecosistemas son as unidades funcionais da vida sostible na Terra. A ecoloxía encárgase de estudalos na súa evolución, nas súas partes e as relacións co entorno e nas repercusións sociais. Así obtemos unha perspectiva histórica do feito ecolóxico. Estudaremos a historia e evolución dos ecosistemas, a situación presente e as repercusións futuras.

A continuación describimos unhas cantas nocións importantes.

Especie é a totalidade dos membros dunha variedade de animal, planta ou microbio de morfoloxía similar capaces de reproducirse xerando individuos fértiles.

Unha poboación constitúena os membros dunha especie que ocupan unha zona.

Comunidade biótica: son todas as poboacións dunha zona. Similar a biocenose.

Ecosistema, como xa dixemos, unidade funcional constituída polo biotopo ou entorno físico e a biocenose ou conxunto de seres vivos.

Os ecosistemas pódense agrupar en clases maiores chamadas biomas. Un bioma está composto de comunidades só diferenciadas polos factores abióticos do entorno, fundamentalmente polo clima e particularmente polo solo.

O conxunto de biomas en continua relación constitúe a biosfera. A biosfera pódese considerar como o ecosistema que engloba a Terra.

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

Clasificación dos organismos que forman parte dos ecosistemas en canto a súa alimentación.

**Autótrofos.** Elaboran a súa materia a partir dos nutrientes inorgánicos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , sales minerais,...), e das fontes de enerxía do ambiente. Tamén se chaman produtores.

**Plantas verdes fotosintéticas.** Empregan a luz solar como fonte de enerxía que recollen mediante a clorofila para sintetizar materia orgánica a partir do  $\text{CO}_2$  e de auga.

**Bacterias fotosintéticas.** Empregan pigmentos similares á clorofila para efectuar a fotosíntese.

**Bacterias quimiosintéticas.** Residen en medios inhóspitos e sacan a súa enerxía das substancias do medio, como sucede co  $\text{H}_2\text{S}$ .

**Heterótrofos.** Aliméntanse de materia orgánica. Dependem dos organismos autótrofos para sobrevivir.

**Consumidores.** Aliméntanse de materia viva.

**Primarios.** Son aqueles que se alimentan directamente dos produtores.

**Herbívoros.** Aliméntanse de vexetais.

**Omnívoros.** Aliméntanse tanto de plantas como de animais simples (insectos, plancto...)

**Secundarios.** Aliméntanse tanto dos produtores como dos primarios.

**Omnívoros.** Nútrense de plantas e animais primarios.

**Carnívoros.** Só de outros carnívoros.

**Terciarios.** Soen ser carnívoros que se alimentan de outros carnívoros de orden superior. Tamén os hai omnívoros coma o home.

**Parasitos.** Son animais e plantas que se serven doutro animal ou planta para alimentarse pero sen provocarlle necesariamente a morte ó hóspede. O individuo parasitado pode morrer como consecuencia da desnutrición ou por enfermidades debidas á debilidade provocada polo parasito. O termo contrario é a simbiose.

### Detritívoros

**Saprófitos.** Aliméntanse de detritos vexetais (materia orgánica morta e semidescompsta).

**Primarios.** Aliméntanse directamente de detritos vexetais (por exemplo, os fungos).

**Secundarios.** Aliméntanse de restos de saprófitos primarios.

**Descompoñedores.** Aliméntanse de materia orgánica morta pero non descompsta. Neste grupo atopamos á maioría das bacterias, moitos fungos, insectos...

**Mineralizadores.** Destrúen as moléculas orgánicas de gran tamaño para convertelas en materia orgánica simple ou en materia inorgánica.

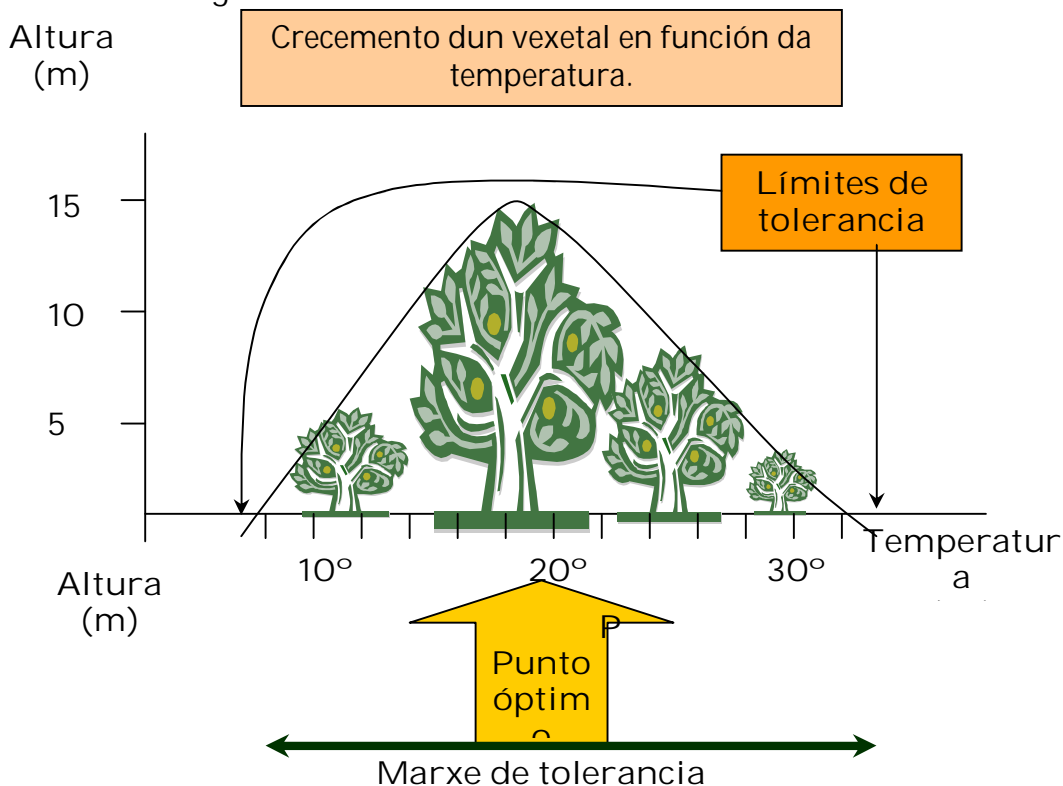
Todas as cadeas alimentarias se organizan de menor a maior complexidade no que respecta a alimentación dos individuos que as integran. Dentro de cada cadea alimentaria atopamos varios niveis tróficos que engloban a aqueles individuos que adoptan o mesmo tipo de nutrición. Así, os produtores pertencen sempre ó primeiro nivel trófico, todos ós herbívoros ó

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

segundo, etc. Os niveis tróficos estrutúranse de xeito piramidal. Os primeiros niveis teñen máis biomasa que os últimos. Deste xeito pódese falar de eficacia na transferencia de materia e enerxía entre uns niveis e outros. Parece como se en cada paso se perdera unha cantidade de materia orgánica, pero isto non é así. esta materia que pode ser de organismos mortos non consumidos polo nivel superior pasa a formar parte do montante de materia morta que os saprófitos e descompoñedores retornarán ó ciclo da vida.

As especies diferentes que coexisten nun hábitat ocupan un nicho ecolóxico. Entendemos por nicho, entón, ó entorno onde se alimenta, habita e se desenvolve unha especie e ás relacións que se establecen con outros organismos do mesmo entorno. A competencia entre especies xurde da superposición de nichos ecolóxicos. Cando dúas especies compiten tende a desaparecer unha delas. Isto sucede cando se introduce unha especie foránea (doutra rexión ou continente) nun ecosistema dado onde xa hai outra que se vale do mesmo nicho para sobrevivir.

Os sistemas ambientais tamén están relacionados externamente polos factores abióticos. Destacaremos os principais factores físicos e químicos: a temperatura, o réxime de precipitacións, a luz, o vento, a concentración de nutrientes químicos, a acidez, a salinidade, os incendios, a distancia a mares ou cadeas montañosas, a profundidade do mar nos ecosistemas mariños, etc. Para cada un destes factores considérase o punto óptimo como aquel valor para o cal o organismo se desenvolve ó máximo nivel. Arredor do punto óptimo o organismo desenvólvese en maior grao ou con menor dificultade. A esta zona chamarémoslle "zona de tolerancia". Fora da zona de tolerancia acontece a morte do organismo. Vexamos a continuación unha representación gráfica aclaratoria.



Cando ocorre un desprazamento do punto óptimo para un factor abiótico aparece unha tensión que limitará o creceamento do ser vivo en cuestión. Fora da zona de tensión o organismo está condenado á morte. A veces a combinación de varias tensións en varios factores tamén provocan a

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

morte, por exemplo, con escaseza de auga e temperaturas elevadas unha planta morre en canto que si houberse auga, aínda que as temperaturas fosen elevadas, sobreviviría. Tamén os contaminantes fan máis vulnerables ós organismos. A este tipo de efectos conxuntos chámaselles "efectos sinérxicos".

O factor abiótico con máis transcendencia e que determina a diversidade de biomas é o clima. O concepto de clima engloba tanto ó réxime de precipitacións como ó factor temperatura. Globalmente o clima varía segundo a latitude, indo de temperaturas altas no ecuador e trópicos, a moderadas en latitudes intermedias e baixo cero nas zonas polares. No ecuador a pluviosidade é elevada, nos trópicos descende e volve a aumentar en latitudes intermedias hasta o polo. Ambos factores non están sometidos a oscilacións no ecuador pero si no resto das zonas. Esta descrición global, xa coñecida, pode atopar excepcións debidas a outros factores que non abordaremos agora. Téñase en conta que pode haber desertos conxelados sen case precipitacións preto do polo e selvas relativamente lonxe do ecuador. Pero en todos os sectores climáticos as especies están adaptadas as súas condicións particulares. Esta adaptación é a que provoca a existencia de diversos tipos de biocenose en diferentes ecosistemas e que seres duns climas non se adapten facilmente a outras circunstancias. Neste senso podemos entender que os organismos se poidan enfrontar con éxito a situacións esporádicas, anque breves, lonxe dos límites de tolerancia. Os factores limitantes están suxeitos a dosificacións que poden medirse como grao de exposición ó factor pola duración. Así unha planta do noso clima oceánico pode soportar unha xeadada forte sen perecer aínda que posiblemente lle orixine certos danos ou non. Pero seguramente non superaría unha estadía duns días na tundra.

Tal como o clima determina o tipo de bioma dunha zona da Terra o microclima condiciona o tipo de ecosistema particular. O microclima é unha alteración leve do clima típico debido a factores abióticos que alteran as condicións térmicas e de pluviosidade locais. Nunha ladeira sur dun monte, soleada e morna, xurdirá un ecosistema diferente ó da cara norte onde os raios solares non inciden. Na costa teremos un ecosistema diferente ó do mar aberto debido a menor profundidade das augas e á proximidade continental que o fornece de máis materia orgánica. Con este exemplo ponse de manifesto que hai factores bióticos que tamén inflúen nos ecosistemas, e que poden ser tan relevantes como os abióticos. Outro exemplo desto pode ser que baixo a sombra de arbores de moita envergadura non medra a mesma flora que nun pastizal próximo que ten as mesmas condicións de temperatura e pluviosidade.

Cabe subliñar que a diferenciación nos ecosistemas pode xurdir tamén polas barreiras xeográficas e físicas: cordilleiras, mares, desertos, ou mesmo cidades.

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

Por último e para rematar este punto faremos unha breve síntese dos tipos de biomas que existen na natureza. Dentro desta clasificación xeral atoparemos ós diversos ecosistemas que coñecemos.

BIOMAS	CLIMA	CHAN	FLORA	FAUNA
Desertos	Días moi calorosos e noites moi frías. Escasas choivas (<250 c.c./m <sup>2</sup> ano). Pouca variabilidade.	Areosos e calcarios, sen profundidade e secos.	Arbustos espiñosos, cactáceas e plantas crasas	Pequenos réptiles, roedores e aves de rapina, moitos deles nocturnos.
Praderías, sabana, pampa	Suxeitos a temporada de choivas e de seca. Precipitacións entre 250 e 1000 c.c./m <sup>2</sup> ano	Chans ricos e profundos aínda que relativamente secos. Moi fértiles sobre todo na época de choivas.	Herbáceas, arbustos e matogueiras. Ocasionalmente pequenos bosques.	Mamíferos ruminantes e depredadores, pequenos mamíferos e gran variedade de aves
Selvas, bosques tropicais	Non hai estacións, temperaturas elevadas, pluviosidade superior a 2000 c.c./m <sup>2</sup> ano	Pobres, con poucos nutrientes e ácidos. Pouco fértiles. Moi húmidos.	Grandes árbores, epífitas, fieitos, palmeiras, gran biodiversidade.	Insectos, anfibios, réptiles, mamíferos pequenos, grandes depredadores, aves exóticas. Gran biodiversidade.
Bosques húmidos temperados e caducifolios	Estacións marcadamente diferentes. Temperaturas entre -5 e 25 °C. Precipitacións entre 750 e 2000 c.c./m <sup>2</sup> ano	Ricos e profundos. Moi fértiles. Moi húmidos e cunha grosa capa de humus.	Árbores caducifolias altas e pequenas, perennes, matogueiras, fieitos, musgos, liques.	Pequenos animais (insectos, miñocas, caracois...) pequenos mamíferos, paxaros e aves de gran envergadura.
Bosques perennes de zonas frías	En rexións setentrionais, con estacións pero predominando a fría. Precipitacións menores a 1000 c.c./m <sup>2</sup> ano	Ricos e profundos, cunha gran cantidade de humus. Ácidos e húmidos.	Coníferas que debido á resina aturan moi ben as baixas temperaturas sen conxelarse. Caducifolias	Grandes herbívoros, algún depredador e moitos mamíferos pequenos. Aves migratorias.
Tundra, alta montaña	Frío extremo menos na temporada de florecemento (1-10 semanas). Precipitacións menores de 250 c.c./m <sup>2</sup> ano	Chan delgado, pobre e permanentemente conxelado a escasos centímetros da superficie (permafrost)	De escaso crecemento: pastos, musgos e liques. Pasan enterradas no xeo moito tempo. Non poden usar raíces fondas.	Pequenos mamíferos e roedores, osos e zorros. Aves acuáticas e migratorias.
Humedais,	Temperaturas	Chan	Plantas	Anfibios,

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

brañas, gándaras	variables pero moita humidade. Choivas abundantes (>1000 c.c./m <sup>2</sup> ano)	impermeable, con acumulación de detritos en descomposición anaerobia, con moitos nutrientes.	acuáticas, arbustos, matogueiras.	réptiles e aves zancudas e nadadoras. Insectos e pequenos animais.
Ríos e lagos	En todas as zonas climáticas con precipitacións medias e altas.	De augas pouco profundas na maioría de casos, con materia orgánica en descomposición.	Fitoplancto, algas microscópicas, perifiton, plantas de forte enraizamento, árbores hidrófilos.	Fitoplancto, peixes, insectos, anfibios e réptiles. Pequenos mamíferos e aves zancudas.
Estuarios e deltas	Salinidade variable debido a mestura de augas doces e salgadas.	Zonas ricas en nutrientes. Grandes masas de deposicións de materia orgánica.	Fitoplancto, algas plantas resistentes á salinidade, como certas herbas e os mangles.	Zooplancto, crustáceos, moluscos, algúns peixes. Aves zancudas.
Zona intermareal	Zona litoral que ciclicamente e inundada polo mar. Acción continua das ondas.	Zonas rochosas e areosas. Hai moita competencia polo espazo entre algas, crustáceos, etc.	Algas pardas e microscópicas. Musgos mariños.	Crustáceos, moluscos, anémonas e outros animais de fixación forte ás rochas. Aves zancudas e pescadoras.
Zonas neríticas	Sobre a plataforma continental, de profundidades menores a 200 metros.	Acumulación de nutrientes da zona continental debido á mestura de augas que provocan as mareas e as correntes mariñas.	Fitoplancto, algas.	Coral, anémonas, moluscos, crustáceos, medusas, diversidade de peixes. Grandes mamíferos mariños e aves pescadoras.
Zonas Oceánicas	Abarca o 70% da superficie terrestre. Grandes profundidades a onde case non chega a luz nin os nutrientes.	As correntes verticais desde a profundidade arrastran os poucos nutrientes que aparecen nesta zona.	Fitoplancto.	Peixes pequenos e peixes depredadores. Moluscos. Zooplancto do que se alimentan as baleas e outros.

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

Os sistemas naturais, como vemos, caracterízanse sobre todo polo ambiente, polo chan/profundidade das augas e pola vexetación (nivel primario). A continuación faremos unha descrición dos sistemas ambientais onde se circunscriben os sistemas naturais.

### Sistemas ambientais.

Sistemas naturais. Lugares ou capas en que se divide a Terra.

Atmosfera. Capa gasosa que rodea o planeta.

Hidrosfera. Cuberta de auga na superficie da Terra.

Xeosfera. Parte sólida. Estrúctúrase en capas segundo a profundidade.

Biosfera. Zona intersección das anteriores onde se desenvolve a vida.

Sistemas humanos. Establecidos polos seres humanos, son as estruturas, actividades e relacións a que dan lugar as sociedades.

## CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE

### Relacións entre sistemas ambientais.

Relacións entre o ambiente e o espazo exterior. A radiación solar, a actividade lunar que causa as mareas, a radiación do espazo exterior e outros, afectan ó medio ambiente. Pensemos tamén que a caída de meteoritos pode alterar de xeito definitivo a vida nunha zona ou en todo o planeta.

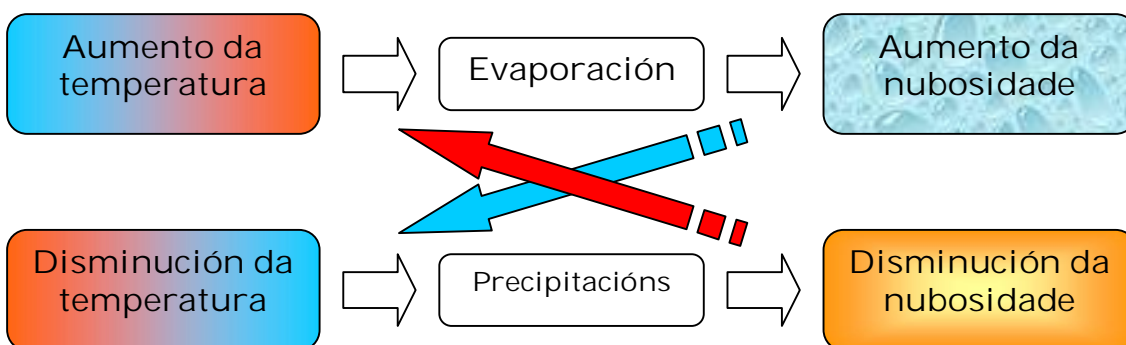
Relacións dentro dun sistema. Son aqueles procesos que ocorren nun sistema e que aparentemente non involucran nin repercuten ós demais. Por exemplo, unha depresión atmosférica pode producir unha corrente de aire.

Relacións cara outros sistemas. Son os fenómenos que suceden nun sistema e repercuten noutros. Por exemplo ó movemento das placas tectónicas da xeosfera afecta directamente na biosfera ou a actividade humana afecta directamente á atmosfera e indirectamente á biosfera.

### 1.2.3. Realimentacións en procesos naturais.

As realimentacións xorden como consecuencia das relacións entre os sistemas naturais. A realimentación ou retroacción ven a ser unha relación de tipo pechado ou en bucle que se manifesta de dous xeitos distintos:

A retroacción negativa ou homeóstase, na que a variable de saída fai diminuír a de entrada. Este tipo de relación tende a manter un estado de equilibrio dinámico. Por exemplo, un aumento da temperatura ambiente fai aumentar a evaporación de auga que condensa en nubes, enfriando o ambiente e precipitándose a choiva. Isto provoca a baixada térmica e a disipación das nubes. Logo retorna outra vez o ciclo cun novo quentamento por transparencia da atmosfera... Neste caso, a variable de saída, a nubosidade, fai diminuír a de entrada, a temperatura.



Este esquema correspondería a unha visión simplista do modelo do ciclo atmosférico da auga.

A realimentación positiva é o outro tipo de relación entre variables dun sistema. Esta sempre leva a un desequilibrio debido a que o aumento da variable de entrada sempre provoca o aumento da variable de saída que, a súa vez causa un novo incremento na de entrada, etc. Por exemplo, o aumento de sementes nun campo fai que aumente o número de plantas, que conduce a

## **CIENCIAS DA TERRA E DO MEDIO AMBIENTE**

un novo aumento de sementes. Se nada o impide, o proceso dipárase cara un desequilibrio no que dita especie acapara todo o espacio.