

Unidade 3

ORIXE DA VIDA. EVOLUCIÓN.

- 1. INTRODUCCIÓN:**
- 2. TEORÍAS SOBRE A ORIXE DA VIDA**
 - 2.1. Xeración espontánea**
 - 2.2. Francesco Redi**
 - 2.3. Leeuwenhoek y Louis Pasteur**
 - 2.4. Hipótese química**
 - 2.5. Orixe Extraterrestre da vida ou teoría da panspermia**
- 3. A EVOLUCIÓN DOS SERES VIVOS**
 - 3.1. Fixismo e catastrofismo**
 - 3.2. TEORÍAS EVOLUTIVAS**
 - 3.2.1. Herdanza dos caracteres adquiridos**
 - 3.2.2. Variabilidade das poboacións e selección natural**
 - 3.2.3. Neodarwinismo e outras teorías**
 - 3.3. PROBAS DA EVOLUCIÓN**
 - 3.3.1. Probas Bioxeográficas**
 - 3.3.2. Probas Paleontolóxicas**
 - 3.3.3. Probas Anatómicas**
 - 3.3.4. Probas Embriolóxicas**
 - 3.3.5. Probas Bioquímicas**
 - 3.4. FUNCIONAMENTO DA EVOLUCIÓN**
 - 3.4.1. adaptación ao medio**
 - 3.4.2. selección natural**
 - 3.5. FORZAS EVOLUTIVAS**
 - 3.5.1. eficacia biolóxica**
 - 3.5.2. movementos de deseño intelixente**
 - 3.5.3. comunidade científica**
 - 3.6. O PROCESO EVOLUTIVO HUMANO**

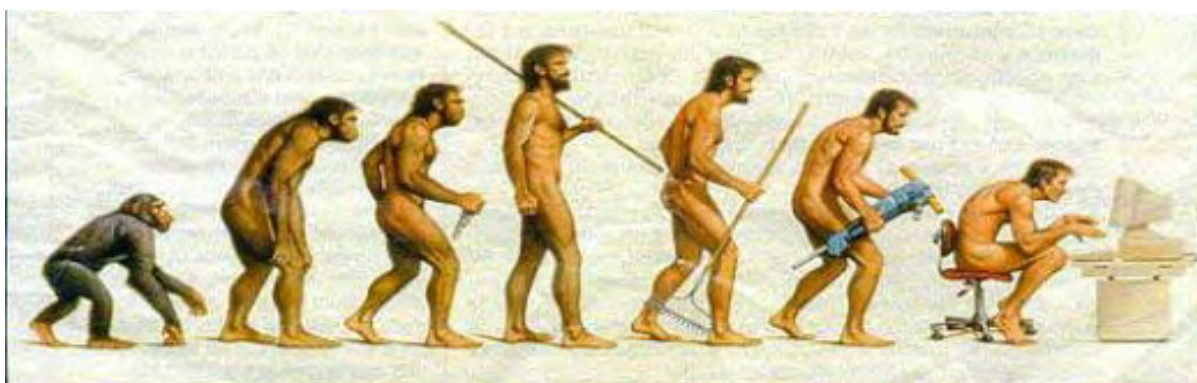
1. INTRODUCCIÓN:

Os seres vivos que existiron e existen na actualidade son moi diferentes en canto a complexidade, aspecto, modo de vida, etc., independentemente de cal fose a orixe da vida; porén hai unha serie de trazos que son comúns a **todos os** seres vivos, extinguidos ou viventes, aínda que sexan de diferentes **especies**; estes trazos son:



- todos os seres vivos están formados pola mesma materia, á que chamamos **materia orgánica**.
- todos os seres vivos realizan as mesmas funcións, a nutrición, a relación e a reprodución
- todos os seres vivos están formados por unha (**seres unicelulares**) ou varias células (**seres pluricelulares**).

Ata o momento actual a ciencia non foi capaz de dar unha explicación sobre o que é a vida, á parte de estudar as súas características e as súas manifestacións. Ademais de explicar o que é a vida, houbo outro problema que preocupou ao home dende sempre, e é a orixe da vida, de onde vén?, como se formou?. Para explicar isto existiron dúas formas de pensamento, a xeración espontánea, idea que perdurou ata finais do século XIX, cando L. Pasteur a rebateu, e, modernamente, a teoría da orixe química da vida e a teoría da orixe extraterrestre.



2. TEORÍAS SOBRE A ORIXE DA VIDA:

Moito antes de coñecer cómo é ou noso planeta, os homes sabían que estaba habitado por moitos seres vivos. Estes caracterizáronse por unhas funcións propias, que non comparten coas rochas que forman a Terra, e que poderían ser orixinadas pola materia que os forma.

2.1. Xeración espontánea:

Os antepasados crían na **xeración espontánea**, para eles non era doado contestar ás preguntas relacionadas coa orixe dous seres vivos e a materia que os forma. Descoñecían a célula e non tiñan nocións de bioquímica para explicar moitos dous acontecementos que tiñan lugar na natureza, iso fixo que ideas coma as das relixións tomasen un papel moi importante na ciencia. Así por exemplo na relixión católica contestábase a toda a creación, como un acto divino, non que Deus crease toda canta partícula e ser vivo habitaba no planeta. Estas ideas foron as bases das teorías fixistas, as cales non admiten a evolución dos organismos e cando os encontros fósiles empezaron a ter importancia, xurdiron ideas catastrofistas que dicían que a variabilidade da natureza viña dada por catástrofes tipo terremotos, cataclismos e diluvios universais que seleccionaban os organismos máis fortes e facían perecer os organismos máis débiles.



Os primeiros que se ocuparon deste tema foron os pensadores da antiga Grecia, entre os que destaca Aristóteles, que sostiña a idea da **xeración espontánea**, segundo a cal os seres vivos proviñan directamente do barro, do esterco e doutras materias inertes sen sufrir ningún tipo de proceso previo, simplemente aparecían. Así o filósofo Aristóteles foi un grande defensor destas crenzas. E a súa influencia na vida cultural de Idade Media contribuíu a que estas ideas permanecesen durante moito tempo na sociedade, mesmo se chegaron a redactar receitas para obter anacos, moscas, etc. Durante moitos séculos creuse que os seres vivos nacían espontaneamente da materia orgánica en descomposición. Estas crenzas baseábanse en observacións cotiás: vermes que aparecían na lamba, insectos da carne, anacos, moscas do esterco e lixo, etc.



Aínda que esta idea poida parecer moi infantil mantívose durante moitos séculos ata o final da Idade Media, época na que se alternaba a crenza na xeración espontánea coa idea da orixe divina da vida, chegándose mesmo a cualificar de herexes a aqueles que intentaban estudar a cuestión. Así podemos destacar os traballos dalgúns pensadores que apoiaban a xeración espontánea como Van Helmont (1577-1644) que realizou moitos experimentos sobre aspectos tales como a orixe dos seres vivos, a alimentación das plantas, etc.

2.2. Francesco Redi:

Estas teorías viñéronse abaixo cunha experiencia que ideou Francesco Redi no século XVII no que quixo demostrar que as larvas de mosca non aparecían na carne espontaneamente. O que fixo foi colocar tres anacos de carne en tres recipientes, dos cales

tapou un cun pergamiño, outro cunha rede e ou terceiro deixouno sen tapar; ao cabo de varios días puido comprobar que aparecían larvas de moscas na carne sen tapar mentres que nas outras a pesar de empezar a podrecer non apareceron larvas xa que ningunha mosca puxera sobre a carne os seus ovos.

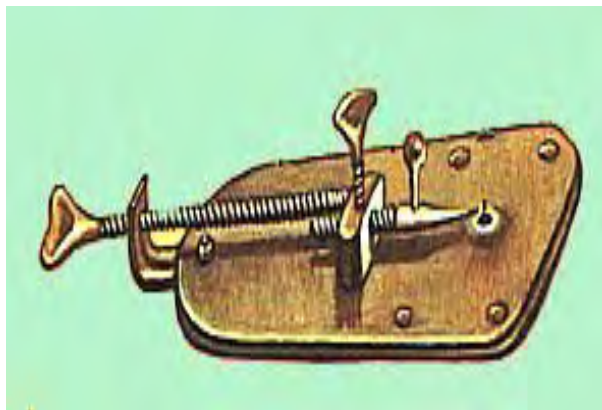
2.3. Leeuwenhoek y Louis Pasteur:

A fabricación do primeiro microscopio por Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) permitiu descubrir os "**animáculos**" ou seres microscópicos, e grazas aos experimentos de Louis Pasteur (1822-1895), que foron ao final os que axudaron a rexeitar a idea da xeración espontánea.

Pasteur entre outras cousas, demostrou, por un lado, que os microorganismos se atopaban por todas as partes e provocaban a descomposición dos alimentos e moitas enfermidades humanas, e por outro lado demostrou que a xeración espontánea non existía; para iso realizou o seguinte experimento:

"...Eu poño nun frasco de vidro un dos seguintes líquidos, todos eles moi alterables en contacto co aire ordinario: auga de fermento de cervexa á que se engadiu azucre, mexo, zume de remolacha, auga de pemento. A continuación dobro o colo do frasco, de forma que quede curvado en varias partes. Logo poño a ferver o líquido durante varios minutos ata que empeza a saír vapor polo extremo aberto; logo deixo arrefriar o líquido. Hei de sinalar que aínda a pesar de sorprender a todos os que se ocupan dos delicados experimentos relacionados coa chamada xeración espontánea, o líquido do frasco permanece inalterado definitivamente "...

A xeito de curiosidade consérvanse no Instituto Pasteur de París algúns dos frascos que utilizou no seu experimento, que aínda permanecen inalterados máis de 100 anos despois.



2.4 Hipótese química:

Hoxe en día a teoría aceptada para explicar a orixe da vida é a que se basea na **hipótese química** exposta polo ruso A. Oparin e o inglés Haldane en 1923.

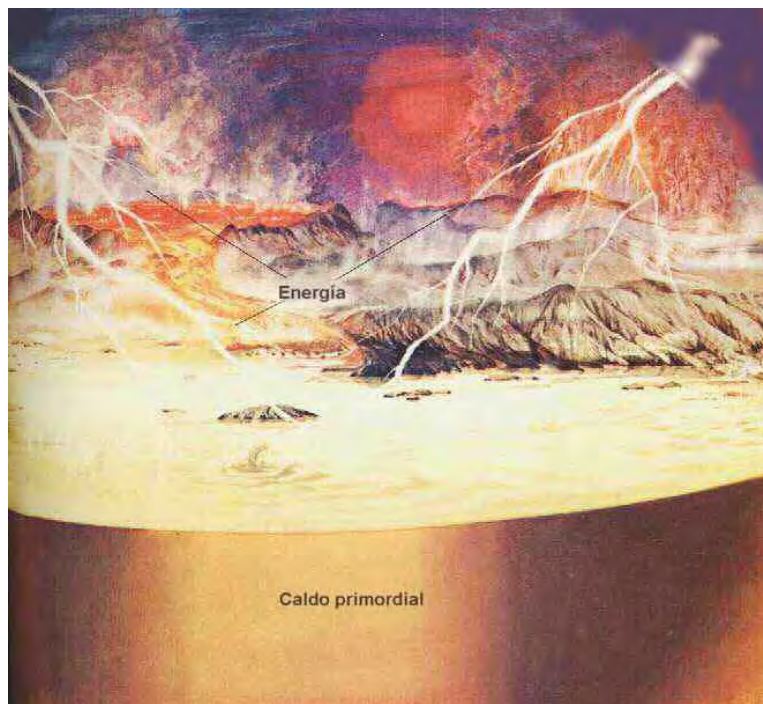
Ao ter todos os seres vivos a mesma composición química, é lóxico pensar que teñen unha orixe común, é dicir que todos os organismos proceden dun antecesor de estrutura sinxela que deu lugar aos distintos seres que habitan o noso planeta.

A aparición do planeta como tal xa viches no tema anterior, aconteceu hai uns 4700 millóns de anos e suponse que a vida comezou a súa andaina pola Terra hai uns 4500 millóns de anos cunha distribución interna dos materiais segundo a súa densidade de xeito que os gases quedaron distribuídos nunha capa gasosa ao redor do planeta formando unha protoatmosfera na que había gases como ou metano, amoníaco e vapor de auga.

Existe un amplo período, duns 700 millóns de anos, do cal non temos coñecemento. Isto débese a que as primeiras células non deron lugar a fósiles, que son as pistas que nos proporcionan a información necesaria para reconstruír este proceso.

Un fósil é calquera resto, petrificado, dun ser vivo: o seu esqueleto, pegadas, rastros, ou partes da súa estrutura. Grazas a eles sabemos que a historia dos seres vivos estivo condicionada polas características do planeta. Os grandes cambios climáticos fixeron que se extinguisen moitas especies. Os seres vivos son os responsables da incorporación de osíxeno na atmosfera e, de favorecer a aparición doutras especies.

Ten en conta, que no seu inicio nesta protoatmosfera non había osíxeno, polo que tampouco habería capa de ozono que libera o planeta da radicación ultravioleta proveniente do Sol, así mesmo habería unha inestabilidade atmosférica que daba lugar a numerosas



tormentas que facían reaccionar os gases atmosféricos dando lugar a moléculas cada vez máis complexas, que se foron asentando na auga que ía acumulándose sobre a superficie dun planeta cada vez máis arrefriado.

A maioría dos científicos acepta que así se formou unha atmosfera de carácter redutor, é dicir, con moi pouco osíxeno libre. Cando a temperatura descendeu por debaixo do punto de ebulición da auga, o vapor condensouse e formou grandes océanos, onde dissolveu parte das substancias que formaban a atmosfera.

Oparin chamou a estes mares cargados de moléculas o **caldo nutritivo** ou **sopa primordial**. Algunhas desas

moléculas uníronse constituíndo unha asociación con forma de pequenas esferas chamadas **Coacervados**, que aínda non eran células.

Estas ideas non prosperaron entre os científicos da época, porque lles recordaban demasiado a teoría d xeración espontánea; pero en 1953 H. C. Urey e L. Miller, baseándose nas teorías evolutivas de Oparin e Haldane fixeron un traballo moi interesante: a comprobación experimental do proceso. Para iso pensaron unha montaxe baseada nas condicións medioambientais da Terra, así mediante matraces introduciron gases como dióxido de carbono, nitróxeno, hidróxeno e vapor de auga, e coa axuda de descargas eléctricas e radiación ultravioleta obtiveron ao cabo dunha semana moléculas sinxelas coma urea, ácido láctico, ácido acético e catro dos vinte aminoácidos como son: glicina, alanina, ácido glutámico e ácido aspártico.

De aí concluíron que, se as condicións da Terra eran realmente as que eles conseguiran non seu laboratorio, a síntese de compostos orgánicos a partir de materia inorgánica era posible.

Este proceso continuou ata que apareceu unha molécula que foi capaz de deixar copia de si mesma, é dicir, algo parecido a reproducirse e que sería similar a un **ácido nucleico**. Os coacervados que tiñan ácido nucleico empezaron a persistir no medio illándose para non reaccionar con outras moléculas, e intercambiarían materia e enerxía co medio dando lugar ás primeiras células.

O punto de partida é a consideración de que, para a formación e actividade das células, é preciso:

- ensamblaxe das biomoléculas necesarias para



constituír as membranas e outros orgánulos celulares (lípidos e proteínas)

➤ A presenza de substancias que proporcionen a enerxía necesaria para as actividades celulares (glúcidos)

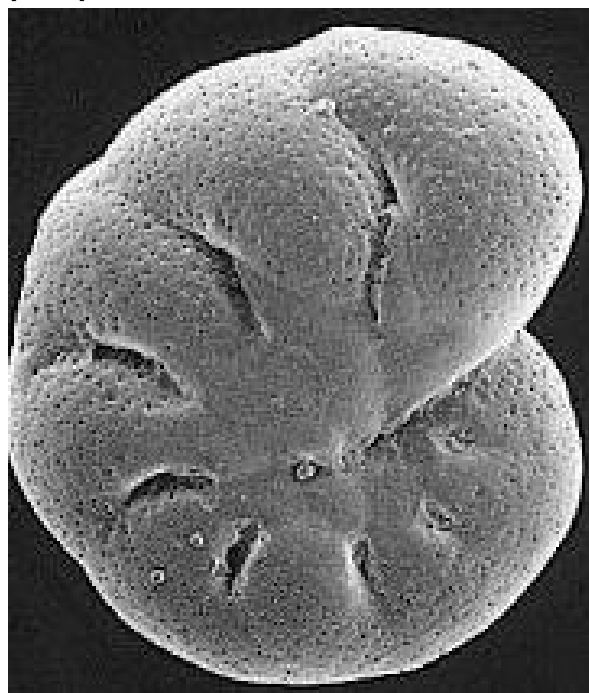
➤ A existencia de moléculas que almacenen información e poidan replicarse para transmitila dunha xeración á seguinte (ácidos nucleicos).

A **formación de polímeros** debía superar unha dificultade: se as reaccións de síntese de polímeros tiveron lugar nun medio acuoso, isto supoñía un problema para a concentración das substancias. Unha posible solución a esta dificultade é que existisen mareas que ao baixar deixaran charcas arxilosas illadas. Nelas produciríase evaporación da auga e concentráronse os monómeros, o que facilita a súa polimerización; isto foi demostrado por S. W. Fox que dixo que mesturas secas de aminoácidos puros a 130° C polimerizan espontaneamente.

Estas primeiras células estenderíanse polos mares dando comezo a un proceso que aínda existe hoxe en día e que se denomina **evolución biolóxica**, responsable de que a partir de seres vivos moi sinxelos van aparecendo seres vivos cada vez os meus complexos que van dando diversidade aos ecosistemas que ocupan a Terra e que se nos dá por chamala **biodiversidade**.

2.5 Orixe Extraterrestre da vida ou teoría da panspermia:

Unha variante da teoría Química da orixe da vida que é a **teoría da Orixe Extraterrestre da vida ou teoría da panspermia**, que asume os principios da teoría de Oparin coa diferenza de propoñer que a molécula replicante, ese ácido nucleico primitivo capaz de autocopiarse, non xurdiu nos mares primordiais terrestres, senón que se orixinou nalgunha nebulosa próxima á Terra ou na propia nebulosa que orixinou o Sistema Solar, e chegou á Terra nalgún meteorito, integrándose no proceso de evolución química que xa se daba na Terra. Esta teoría sustentada por científicos do tallo de Carl Sagan baséase no descubrimento extraterrestre de numerosas moléculas bioquímicas, tales como auga e aminoácidos, nas nubes gasosas dalgúñas nebulosas.



Coma xa dixemos antes os coacervados que sobreviviron foron aqueles que contiñan non seu interior material xenético (ácido nucleico); esta capacidade reprodutiva debeu de desenrolarse paralelamente á capacidade de sintetizar substancias e obter enerxía para a construción de estruturas propias. Así intentase explicar de qué xeito se obtiveron as que se consideran as primeiras células que serían moi similares ás bacterias. É posible que estes distintos procesos tiveran lugar en condicións ambientais moi diversas e coa presenza de moitos factores, pero segundo Joan Oró, un dos científicos máis importantes no estudo da orixe da vida, isto nas primeiras etapas do planeta Terra foi moi doado de atopar.

3. A EVOLUCIÓN DOS SERES VIVOS:

Unha vez que a vida xorde sobre a Terra, fórmulasenos un novo interrogante: como a partir dunha soa célula puideron aparecer todas as especies tan diferentes que existen

hoxe en día?. É evidente que a contestación a esta pregunta variou moito da época en que se aceptaba a teoría da xeración espontánea a cando esta teoría foi rexeitada.

3.1 Fixismo e catastrofismo:

Como ocorreu coa orixe da vida na Terra durante grande parte da historia da humanidade, ata mediados do século XVIII, consideráronse as orixenes das especies segundo ensinanzas da Biblia. A partir do Renacemento o progreso das Ciencias Naturais comeza a achegar datos que se contraponen ás ideas creacionistas, sendo de especial relevancia os estudos xeolóxicos e os fósiles. Pero mesmo no século XIX pensouse que os seres vivos eran inmutables e que existiran sempre do mesmo xeito, sen sufrir cambios, fixos, o cal orixinou unha corrente de ideas agrupadas baixo o termo **fixismo**. G. Cuvier (1769-1832), estudando unha grande cantidade de fósiles deduciu que había especies que desaparecían, extinguíanse, o cal implicaba cambios que contradicían o fixismo; como el era fixista, pensou que as especies aparecían sobre a Terra e se mantiñan durante moito tempo sen sufrir ningún cambio ata que se producía unha gran catástrofe que as facía desaparecer, tras o cal aparecían novas especies que volvían desaparecer noutra catástrofe e así sucesivamente, xurdindo unha



variante das ideas fixistas que constituíu o **catastrofismo**.

3.2. TEORÍAS EVOLUTIVAS:

Na mesma época, J. B. De Lamarck (1744-1829) estudando tamén fósiles chegou a deducións completamente opostas ao fixismo e que suscitaron grande controversia con Cuvier e a maior parte de naturalistas da época; segundo Lamarck as especies actuais proviñan de especies primitivas, hoxe extinguidas, que sufrirían modificacións sucesivas; esta nova idea recibiu o nome de **evolucionismo**.

3.2.1. Herdanza dos caracteres adquiridos:

Para Lamarck estas transformacións debíanse a que cando cambiaban as condicións ambientais, os seres vivos desenvolvían caracteres que os axudaban a vivir mellor (**adaptación ao medio**) e logo eses caracteres transmitíanse aos seus descendentes, aparecendo especies novas; é o que chamaba a **herdanza dos caracteres adquiridos**; os seus principais puntos son os seguintes:

- A aparición de novos caracteres nunha especie é o resultado da adaptación, primeiro prodúcese un cambio no ambiente e logo acontece a adaptación a este, a función crea o órgano;
- En resposta a estas condicións



ambientais poténciase o uso de determinados órganos que tenden a desenvolverse e especializarse na súa función mentres que outros entran en regresión ata mesmo atrofiarse;

- Os cambios producidos transmítense aos descendentes, é dicir os caracteres adquiridos hérdanse.

3.2.2. Variabilidade das poboacións e selección natural:

A finais de século, Charles Darwin (1809-1882) e A. Wallace (1823-1913) melloraron as ideas lamarckistas, rexeitando a herdanza dos caracteres adquiridos e introducindo os conceptos de **variabilidade das poboacións e selección natural**, que son algunhas das ideas máis importantes do proceso evolutivo; a variabilidade explícanos que nunha poboación pertencente a unha especie determinada haxa unha gran variedade de individuos diferentes, cada un dos cales se adapta de diferente xeito a un ambiente determinado, de tal forma que uns adáptanse mellor (viven mellor) que outros, e isto repercute na cantidade de descendentes que poden ter, de forma que os que viven mellor teñen máis descendentes, é dicir, son seleccionados pola natureza para vivir e ter máis fillos. Estas ideas aínda se manteñen na actualidade e baséanse nos seguintes puntos:

- Os seres vivos caracterízanse por unha grande variabilidade individual de modo que, mesmo dentro dunha mesma especie, os individuos non son exactamente iguais
- Sempre vai existir unha competencia polo espazo ou o alimento que obriga a especializarse ou morrer.
- Sobrevivirán aqueles individuos que teñan as características máis axeitadas ao ambiente, a supervivencia do máis apto por medio da **selección natural**.
- Como os individuos superviventes son os que se reproducen, as variacións favorables son as que se transmiten.

A selección natural, axudada por outras forzas evolutivas tales como as **mutacións** xenéticas, provocan cambios graduais nos individuos que rematan por dar lugar á aparición de novas especies, podendo desaparecer a especie da que proveñen (recorda por exemplo que o *Homo sapiens* actual provén do *Homo antecesor* que está extinguido). Este proceso de transformación gradual dunha especie noutra nova recibe o nome de **Evolución Biolóxica ou Darwiniana**.

Darwin e Wallace atoparon co problema de explicar por qué existía esa variedade de individuos e por qué había trazos que si se herdaban, xa que cando publicaron as súas obras non se coñecían aínda os traballos de G. Mendel sobre a herdanza dos caracteres.



C. DARWIN



3.2.3. Neodarwinismo e outras teorías:

Hoxe en día a teoría máis aceptada é o **Neodarwinismo** proposto por T. Dobzhansky, que é a idea de evolución darwiniana vista á luz da xenética, o cal permite explicar que a variedade de individuos nunha especie se debe a que posúen diferente información xenética, e por iso se poden

herdar certos caracteres, xa que se transmiten a través dos xenes dunha xeración a outra:

- Os seres vivos presentan unha ampla variabilidade xenética debida basicamente á mutación
- A unidade na evolución non é o individuo senón a poboación, xa que a mutación nun organismo acontece ao longo de numerosas xeracións, de maneira que os individuos nacen e morren pero a poboación mantén certa continuidade
- Sobre a poboación variable actúa a selección natural, eliminando os individuos con xenes desfavorables e mantendo os máis favorables
- A selección natural opera a través da reprodución e non a través da loita pola supervivencia.



Algúns biólogos como Stephen Jay Gould e, sobre todo, os paleontólogos adoitan discrepar das ideas neodarwinistas no aspecto da velocidade á que se producen os cambios nas poboacións que rematan dando lugar a especies novas; eles, ao estudar os fósiles, o que observan é que eses cambios parecen producirse moito máis á prisa do que indica o neodarwinismo e o evolucionismo en xeral: o rexistro fósil non nos fala de cambios graduais ao longo de moitas xeracións, senón de cambios moito máis rápidos, en moi poucas xeracións, que converten a unhas especies noutras como resposta aos cambios no medio, é coma se a evolución avanzase a saltos: é a denominada **Teoría saltacionista, ou teoría do equilibrio puntuado**.

A **teorías finalistas** segundo P. P. Grassé, postulan que o proceso evolutivo está dirixido cara a unha finalidade, o que explicaría a evolución de certos órganos como o oído dos mamíferos, xa que a obtención de oídos no oído medio non supuxo unha mellora de audición para os individuos de estadios intermedios. E o mesmo acontece co ollo dos vertebrados. É dicir, que as mutacións non son ao chou, senón que supoñen un esforzo dos individuos para adaptarse ao medio, é un pozo o que dicía Lamarck pero de acordo coas teorías xenéticas.



Por outro lado a **teoría do xene egoísta** (R. Dawkins) sostén que o único realmente importante son os xenes, mentres que os individuos son vehículos para a supervivencia do xene e garantir a súa proliferación. Segundo isto o obxectivo dos organismos sería facer o maior número posible de copias dos seus xenes, a costa de calquera outra cousa.

3.3. PROBAS DA EVOLUCIÓN:

A evolución biolóxica é, posiblemente, o proceso máis importante que afecta ao conxunto de seres vivos que habitan na Terra, aínda que este proceso non se dea directamente sobre seres vivos determinados, xa que é un proceso que se prolonga moito no tempo e tarda miles ou millóns de anos en manifestarse; a pesar diso, é un proceso imparabe que comezou coa aparición da vida e dende entón non perdeu nada de vigor.

Podemos ter unha maior certeza da existencia deste proceso no pasado, xa que segundo o que acabamos de ver, a evolución non se pode demostrar na actualidade pola súa extremada lentitude; esta certeza, non obstante, podémola obter a partir dunha serie de feitos que nos van probar a súa existencia.

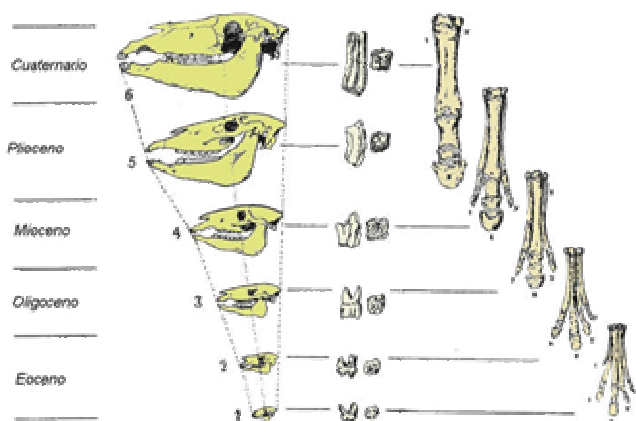
3.3.1. Probas Bioxeográficas:

Especies máis ou menos parecidas, emparentadas, que habitan lugares relacionados entre si pola súa proximidade, situación ou características, por exemplo, un conxunto de illas, onde cada especie do grupo se adaptou a unhas condicións concretas. A proba evolutiva aparece porque todas esas especies próximas proveñen dunha única especie antepasada que orixinou a todas as demais a medida que pequenos grupos de individuos se adaptaban ás condicións dun lugar concreto, que eran diferentes ás doutros lugares.

Son exemplos característicos disto os pimpíns das illas Galápagos que foron estudados por Darwin, os Drepanidos, aves das illas Hawaii, ou as grandes aves non voadoras distribuídas polo hemisferio sur, os ñandúes sudamericanos, as avestruces africanas, o paxaro elefante de Madagascar (extinguido), o casuario e o emú australianos ou o moa gigante de Nova Zelandia (tamén extinguido).



3.3.2. Probas Paleontolóxicas:



O estudo dos fósiles dános unha idea moi directa dos cambios que sufriron as especies ao transformarse unhas noutras; existen moitas series de fósiles de plantas animais que nos permiten reconstruír cómo se foron adaptando ás cambiantes condicións do medio, como as series de ourizos dos cantís ingleses, o paso de réptiles a aves a través do *Archaeopteryx*, ou a evolución dos cabalos para adaptarse ás grandes pradarías abertas polas

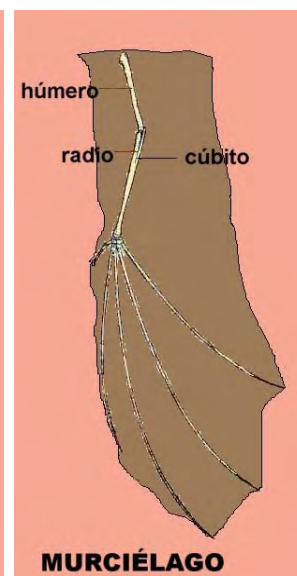
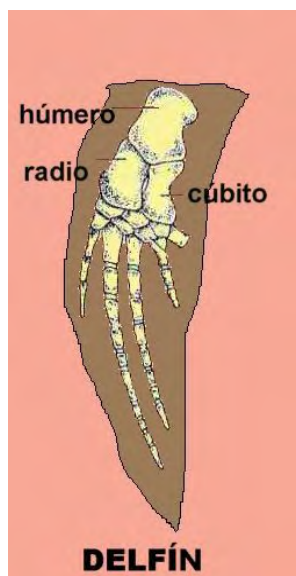
que corrían.

3.3.3. Probas Anatómicas:

Quizais son as que máis información nos poden achegar, porque son o reflexo directo das adaptacións ao medio.

En moitos seres vivos existen órganos atrofiados, non funcionais, que aparecen en antepasados antigos perfectamente funcionais, pero que co transcurso das xeracións deixaron de ser útiles; estes órganos denomínanse **órganos vestixiais**.

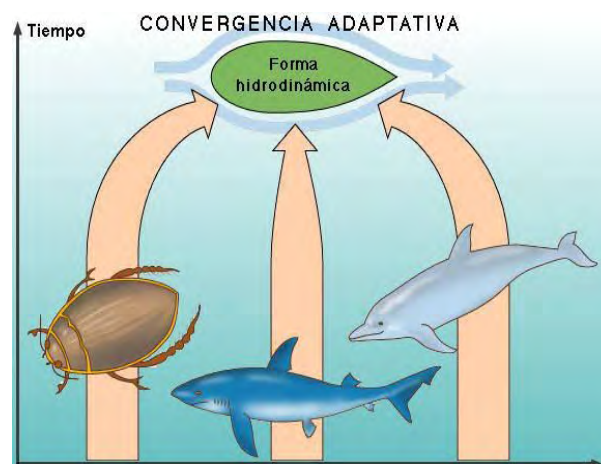
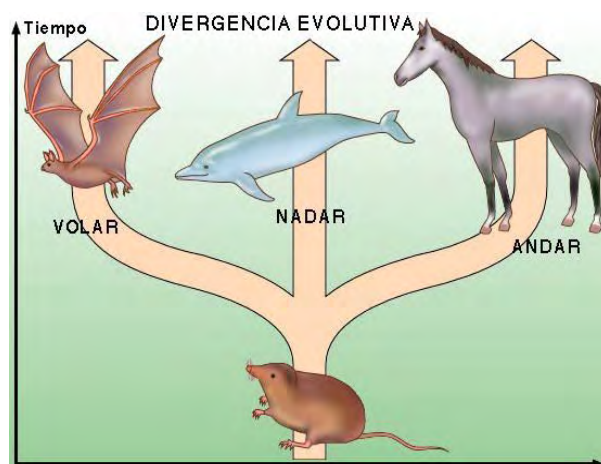
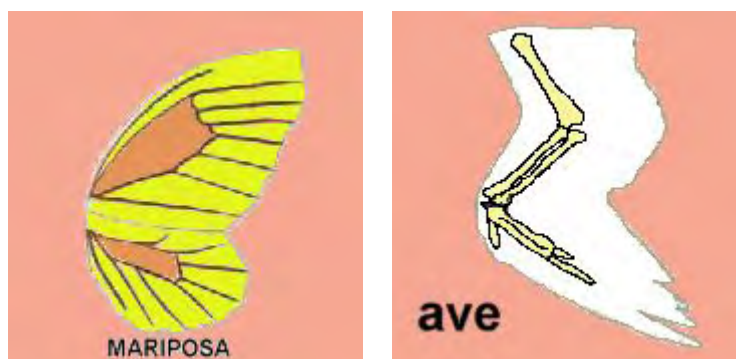
Por outro lado, o estudo da anatomía de distintas especies ensínanos que existen moitas que se parecen moito, xa que son especies evolutivamente próximas, separadas por unha diferente adaptación a medios distintos, é dicir, que posúen órganos e estruturas orgánicas moi parecidas anatomicamente xa que teñen a mesma orixe evolutiva, son o que denominamos



órganos homólogos, como por exemplo, a aleta dun delfín e a á dun morcego, son órganos coa mesma estrutura interna, pero un é para nadar e outro para voar (Diverxencia adaptativa).

Ao mesmo tempo, existen tamén especies moi separadas evolutivamente que se teñen que adaptar ao mesmo medio, e polo tanto desenvolven estruturas similares.

Estes órganos que desempeñan a mesma función, pero teñen unha constitución anatómica diferente chámanse **órganos análogos**, como a á dun insecto e a á dunha ave que xa vimos, e representan un fenómeno chamado **converxencia adaptativa**, polo cal os seres vivos repiten fórmulas e deseños que tiveron éxito.



3.3.4. Probas Embriolóxicas:

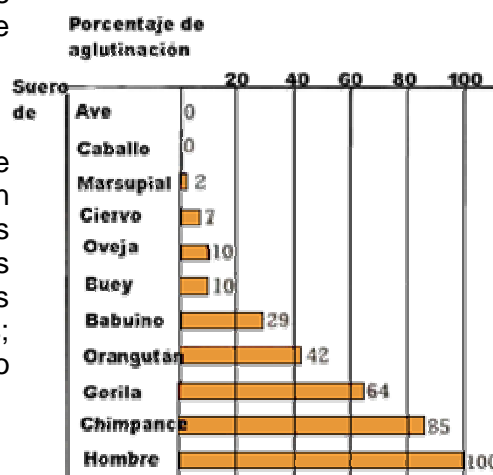
Relacionadas coas probas anatómicas, o estudo dos embrións dos vertebrados dámos unha interesante visión do desenvolvemento evolutivo dos grupos de animais, xa que as primeiras fases dese desenvolvemento son iguais para todos os vertebrados, sendo imposible diferenciarlos entre si.

3.3.5. Probas Bioquímicas:

Por último, as probas máis recentes e as que maiores posibilidades presentan, consisten en comparar certas moléculas que aparecen en todos os seres vivos de tal maneira que esas moléculas son tanto máis parecidas canto menores diferenzas evolutivas hai entre os seus posuidores, e ao revés; isto fíxose sobre todo con proteínas (por exemplo proteínas do sangue) e con ADN.

3.4 FUNCIONAMENTO DA EVOLUCIÓN:

Os seres vivos somos o que somos grazas á información xenética que posuímos almacenada nas nosas células; esta información foi máis ou menos modelada polo ambiente no que vivimos, que pode modificar de xeito natural a información xenética ao longo da vida dun ser vivo, pero as modificacións que produce



nunca se van transmitir aos nosos descendentes, o único que transmitiremos aos nosos fillos serán os nosos xenes.

Calquera ser vivirá mellor ou peor no lugar en que lle tocou vivir segundo os caracteres que desenvolvera, así por exemplo, se ten unha grosa cuberta de pelo aguantará ben o frío, se ten axilidade para subir ás árbores escapará dos predadores e se sabe nadar non afogará cando teña que cruzar un río; esta capacidade de vivir mellor ou peor é o que chamamos **adaptación ao medio**.

3.4.1. Adaptación ao medio:

O que está mellor adaptado vive mellor, aliméntase ben, escapa dos predadores, vive máis tempo e todo isto fará que teña máis crías, e, polo tanto, é a **supervivencia do máis apto e os seres mellor adaptados ao seu medio deixan máis descendentes á seguinte xeración**.

En sentido negativo, os individuos que están peor adaptados viven menos, e



deixarán menos descendentes, quedando só os xenes que supoñen unha mellor adaptación, é dicir, a natureza selecciona os mellores xenes para un ambiente determinado, é o que chamamos a **selección natural**. No exemplo dos osos, nun medio cálido, os osos con pelo curto vivirán mellor que os que teñan o pelo longo, xa que pasarán máis calor, o cal lles afectará na súa vida diaria (correrán menos, cansaranse máis, etc.). Os osos de pelo curto vivirán máis e mellor, e deixarán máis descendentes ás seguintes xeracións; co tempo nacerán cada vez menos osos co pelo

longo.

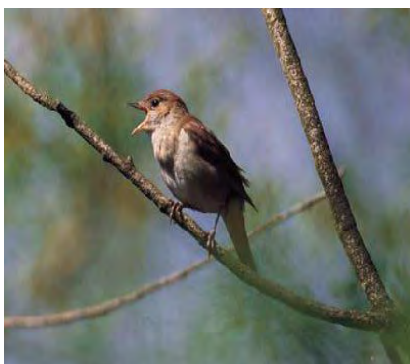
3.4.2. Selección natural:

Se nun momento determinado se produce un cambio prolongado no medio no que vive unha poboación, todo cambiará e os individuos mellor adaptados poderán deixar de selo, e, ao revés, os que antes vivían peor e deixaban poucos descendentes agora poderán ser os mellor adaptados: nese caso, a selección natural actuará agora favorecendo a aqueles aos que antes prexudicaba.

Se no lugar onde viven os nosos osos o clima se fai máis frío, os osos de pelo longo que antes vivían peor vanse converter agora nos mellor adaptados, e os de pelo curto que antes vivían mellor, agora non soportarán o frío, vivirán peor e deixarán menos descendentes, cambiando a tendencia evolutiva. Ao cabo de moitas xeracións desaparecerían da poboación os alelos do pelo curto, todos os osos serán de pelo longo, e a especie de oso cambiaría lixeiramente, agora tal vez teñamos unha nova subespecie caracterizada por ter un pelo longo e denso para protexerse do frío.

3.5. FORZAS EVOLUTIVAS:

3.5.1. Eficacia biolóxica:



Como xa vimos, a principal forza evolutiva son as mutacións xenéticas, que son as responsables da maioría da variabilidade xenética das poboacións, aínda que non son a única forza evolutiva que actúa, xa que existen outras que son tamén moi importantes:

➤ a reprodución sexual, que é a responsable da mestura de xenes e alelos nos individuos

- o número de individuos da poboación, xa que se a poboación é moi pequena os cambios xenéticos se dan máis á presa (deriva xenética)
- os movementos de individuos, as migracións, que alteran o conxunto de xenes e alelos da poboación e, por suposto, a selección natural, que escollerá aquelas combinacións xenéticas máis favorables para ese medio, facendo que eses individuos mellor adaptados produzan máis individuos e a súa **eficacia biolóxica** sexa maior.

Pero aínda hoxe en día a teoría da evolución non é aceptada por toda a sociedade. De feito xurdiron teorías que aínda poñen en dúbida a teoría da evolución e que rexeitan todo proceso de cambio evolutivo darwiniano e neodarwiniano.

3.5.2. Movementos de deseño intelixente:

Un dous casos é a teoría dos **movementos de deseño intelixente** que xurdiu en 1987 en U.S.A., a través dunha versión moderna argumento teleolóxico para a existencia de Deus, que se estendeu polo resto do mundo baixo ou amparo das igresias evanxelistas. Este movemento depende que a creación do home tal e como se coñece obedece a un deseño intelixente feito por un creador intelixente, rexeitando toda evolución.

Estas crenzas son paralelamente aceptadas mesmo pola igrexa católica, onde o seu papa Benedicto XVI, se ben acepta que existen probas científicas que apoian a teoría da evolución, estas non despexan todas as dúbidas que hai sobre a evolución do home en particular. Dándolle unha man ás teorías do movemento intelixente que defende que foi un creador o que deseñou dende o Universo, pasando pola vida na Terra, ata o home mesmo.

Un dous argumentos que usan os partidarios do deseño intelixente, é o que di que vivimos nun universo tan ben feito cuns caracteres tan xustos para a vida, que non pode ser cousa do azar como defende a teoría de Oparin e a evolución, e que só un creador podería ter en conta todos eses factores, e nunca a casualidade podería ser o motor que levase a cabo a implantación da vida no planeta. De xeito autores como Guillermo González din que se calquera dos valores que rexen o Universo fora distinto, implicaría cambios tan fortes que todo sería totalmente distinto



3.5.3. A comunidade científica:

A principal crítica deste movemento, segundo a **comunidade científica**, é lóxicamente a ausencia de probas desta índole, polo que se considera a este movemento de deseño intelixente como unha corrente fundamentalista de ideas fixistas, pois mesmo rexeitan teorías como a do creacionismo evolutivo ou a teoría da evolución teísta.

Así mesmo a **American Society for Microbiology** escribiu un comunicado no que di que o coñecemento do mundo microbiano é esencial para entender a evolución da vida na Terra. As características dos microorganismos permítenlles adaptarse tan rapidamente a condicións ambientais que fan posible seu entendemento. Este entendemento vén avalado por feitos como son:

- as facilmente demostradas mutación, recombinación e selección, son os mecanismos fundamentais da evolución;
- as comparacións baseadas en datos xenómicos que avalan a orixe común da vida
- as taxas observables de cambio xenético e a contía da diversidade xenética, as cales indican que a diverxencia aconteceu durante unha profunda escala de tempo xeolóxico.

De feito rexeitan as ideas do deseño intelixente e outras formas de creacionismo xa que non se fundamentan en feitos; e din que a evolución non é unha mera conxectura, senón un descubrimento concluínte apoiando un feito de probas coherentes e integradas.

3.6. O PROCESO EVOLUTIVO HUMANO:

Á luz do noso coñecemento actual, podemos esbozar a posible historia evolutiva que culminou coa aparición dos homínidos e, finalmente, coa nosa propia aparición como especie.

A partir de pequenos mamíferos arborícolas representados polo pequeno *Purgatorius* considerado como o primeiro Primate, que sobreviviron á masiva extinción de especies do Xurásico, a finais

de o Mesozoico, xurdirá o grupo novo dos Primates, que se estenderá polo Vello Mundo e chegará, aínda non sabemos moi ben como, ata América do Sur. Serán animais fundamentalmente arborícolas e de dieta vexetariana. A mediados do Cenozoico, hai uns 35 millóns de anos, vaise producir un cambio climático en África, unha aridificación do clima, que vai dar lugar a un retroceso das selvas, que van deixar paso a unhas paisaxes máis abertas, herbáceas, con árbores máis pequenas diseminadas polo territorio, as sabanas. Ante a perda de cobertura arbórea, os Primates veranse obrigados a baixar ao chan, para desprazarse dunha árbore a outra ou para buscar alimentos, aparecendo individuos que se van ir movendo no chan cada vez con máis soltura mentres outros van seguir ligados ás árbores. Ao baixar ao chan vaise producir un cambio na alimentación, aparecendo, por un lado, individuos que se alimentarán de raíces e sementes, alimentos máis duros que os farán desenvolver unha dentadura máis potente.

O descubrimento de fósiles de primates e homínidos que nos permiten reconstruír o seu aspecto e as súas transformacións, aínda que hai partes aínda escuras na nosa historia evolutiva. A primeira proba da existencia de primates que se moven polo chan témola no *Aegyptopithecus*, unha especie de mono que podía andar a catro patas no chan e que viviu no que hoxe é Exipto hai uns 30 millóns de anos, cando estaban a desaparecer as selvas



que ata entón cubriran toda África.

No período de hai entre 25 e 5 millóns de anos vai xurdir unha nova liña evolutiva, a dos hominoideos, a partir dun antepasado común ao que se chamou **Procónsul**, a partir de cal se diversifican os primates estendéndose ademais por todo o Vello Mundo (África, Europa e Asia), xurdindo os antepasados de xibóns, de orangutáns, de gorilas e chimpancés, e da especie humana. Dese período abranguido entre os 25 e os 5 millóns de anos atrás sabemos moi pouco respecto aos nosos antepasados, xa que atopamos moi poucos fósiles, pero nese período produciuse o afianzamento da liña que culminará cos homínidos.

O primeiro homínido como tal *constitúeno* uns fósiles atopados en Etiopía que se atribuíron á especie *Ardipithecus ramidus*, algo parecido a un chimpancé que viviu hai uns 4,4 millóns de anos en zonas arboladas, alimentándose de follas e froitos. Aínda que non está de todo claro, este homínido, a medida que se foi aventurando ás zonas menos arboladas de sabana, debeu rematar orixinando un novo tipo de homínidos, os *Australopithecus* cuxos primeiros fósiles son de hai uns 4 millóns de anos, *Australopithecus anamensis*, e que se alimentaban sobre todo de raíces e sementes do chan, máis duras que as follas e froitos das árbores, polo que necesitou unha dentadura moito máis desenvolvida que *Ardipithecus*. *A. anamensis* desenvolveuse para dar lugar a un pequeno homínido totalmente bípede e que tal vez empezou a carroñear polos espazos abertos de sabana, *Australopithecus afarensis*.

O bipedismo deu, ademais, a posibilidade de ter as "mans" libres para poder manipular obxectos, paus e pedras, adquirindo entón unha enorme vantaxe con respecto a outras especies competidoras dos primeiros homínidos. O problema dos predadores debeu ser moi importante para os primates que baixaban ao chan, onde eran máis vulnerables, polo que a capacidade de incorporarse sobre as patas traseiras para ver mellor o seu ámbito, e polo tanto para ver vir aos predadores, debeu ser unha importante característica que outorgaría unha maior supervivencia aos individuos que o fixesen, xurdindo o bipedismo que, polo estudo das pegadas de Laetoli de hai uns 3,5 millóns de anos, podemos dicir que xa o presentaba *Australopithecus afarensis*, aínda vexetariano, e despois del todos os demais homínidos.

Os *Australopithecus* estendéronse por toda a África oriental nos ecosistemas abertos de sabana, ao longo do Val do Rift e por zonas adxacentes, diversificándose e orixinando aparentemente dúas liñas evolutivas:

➤ unha, a dos parantropos constituído por *Paranthropus* (*Australopithecus*) *boisei* e, homínidos *Paranthropus* (*Australopithecus*) *robustus* de gran tamaño, vexetarianos, que presentan un cranio moi robusto, con ósos anchos que suxeitaban unha potente musculatura facial para mastigar raíces e sementes moi duras

➤ e outra, a de, *Australopithecus africanus* máis grácil, cazador e carnívoro, que representaría a liña de éxito que culminaría coa aparición dun novo tipo de homínidos, o xénero *Homo*, o noso propio xénero, non sabemos se directamente, ou a través dalgún antepasado que aínda non coñecemos.



A principal característica dos primeiros *Homo*, *Homo habilis*, vai ser a capacidade de obter utensilios manipulando certas materias primas; non está claro se este *Homo* foi o primeiro en facelo, ou se os últimos *Australopithecus africanus* xa fabricaban ferramentas, pero o cerebro de *Homo habilis* aumentou considerablemente, iniciando un proceso que acabará coa nosa aparición en escena. A manipulación fai aumentar o tamaño cerebral, xa que se require moita codia motora e sensitiva, e isto permitirá desenvolver intelixencia, emocións e capacidade de falar e comunicarse, ao longo dun proceso iniciado en *Homo habilis*, e que **concluirá coa aparición da nosa especie, o *Homo sapiens***, que foi, en definitiva, a especie que rematou dominando o noso planeta, e iniciou a súa expansión cara a outros planetas do noso ámbito.

O *Homo habilis* foi un cazador da sabana que nunca chegou a saír de África, especializándose cada vez máis, orixinando unha nova especie, o grupo do *Homo ergaster* que dará ao *Homo erectus*, o cazador máis eficaz e especializado

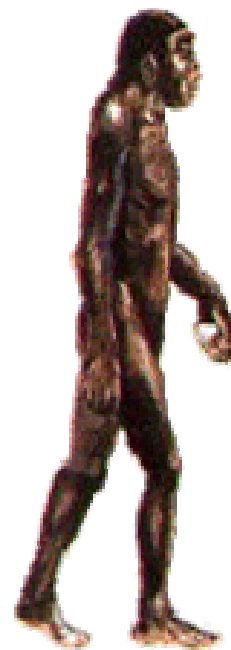
xurdido ata ese momento; tal foi o seu éxito evolutivo que abandonou por primeira vez o continente africano, chegando a Europa a través de Xibraltar e dende o Cáucaso, e estendéndose por Asia, onde seguirá vivindo aínda cando desapareza de África e de Europa. *H. erectus* fabricará utensilios máis elaborados e coñecerá o lume como unha axuda máis na súa vida.

Homo erectus evolucionará en África cara a unha nova especie que foi descrita no depósito burgalés de Atapuerca, o *Homo antecessor*, que xurdiu en África e pasou a Europa, seguindo dous camiños evolutivos diferentes en ambos os dous continentes:

en Europa, en plena época glacial, dará lugar, a través dun homo intermedio, ao *Homo heidelbergensis*, a unha especie adaptada a unha climatoloxía moi adversa, fría, cunha flora reducida e unha fauna tamén moi

adaptada, será o home *Homo neanderthalensis* de Neanderthal, o primeiro humano verdadeiro, experto cazador que coidaba os seus fillos e anciáns, enterraba os seus mortos e foi capaz de construír ferramentas moito máis precisas.

➤ en África, nun ambiente radicalmente diferente, xurdirá outra especie, o, a *Homo sapiens* a nosa especie, que nuns poucos miles de anos se estenderá por todos os continentes, ocupando todos os ecosistemas e desprazando ás outras especies coas que coexistiu, tal vez ao *H. erectus* en Asia, e ao *H. neanderthalensis* en Europa, cuxo retroceso vai ir parello á expansión do *H. sapiens*,



Homo habilis



atopándose precisamente no sur da península Ibérica os últimos redutos do home de Neanderthal.