

INTRODUCCIÓN

CONCEPTO E PROBLEMÁTICA DA ANTROPOLOXÍA

O concepto de *antropoloxía* pode resultar un tanto confuso se o interpretamos literalmente a partir das súas raíces semánticas. En realidade existen diversas ramas ou disciplinas dentro da antropoloxía, cada unha das cales aborda un aspecto distinto da natureza humana. A antropoloxía que nós estudiaremos é unha *antropoloxía biolóxica*, e tamén pode ser abordada dende distintos puntos de vista.

Cando se aborda o estudio da especie humana debemos ser sempre conscientes da *variabilidade* que presentan os individuos. Esta variabilidade condúcenos ó concepto clave de *poboación*. As poboacións resultan da interacción entre a *bagaxe xenética* e o *entorno físico* en base á *adaptabilidade*. A adaptabilidade dos seres humanos resulta excepcional, pois non está tan restrinxida pola *selección natural* coma noutras especies de organismos. Os seres humanos podemos valernos das *adaptacións culturais* transmitidas polo coñecemento. A adaptabilidade cultural permite ó home cambia-lo medio ambiente á súa conveniencia, no canto de ser el que se adapte ó ambiente. Na *escola americana* dáselle a mesma importancia á adaptabilidade física e cultural, mentres que na *escola europea* só se recorre á adaptabilidade cultural e contadas ocasións.

A antropoloxía biolóxica:

A antropoloxía biolóxica estudia a orixe, natureza e evolución da variabilidade biolóxica das poboacións humanas dende unha dobre dimensión, espacial e temporal, tendo en conta a incidencia que os distintos factores ambientais, sociais, xenéticos, etc. exercen tanto sobre os individuos comúns coma sobre os distintos grupos poboacionais da especie *Homo sapiens*.

A antropoloxía é unha ciencia sintética e integradora que recibe aportes de diversas disciplinas científicas, e que ó mesmo tempo aporta datos e conclusións a outras ciencias. A antropoloxía biolóxica que nós estudiaremos comprende dous bloques: en primeiro lugar estudiaremos-la *variabilidade transespecífica*, resultante da evolución do home ó longo do tempo; a continuación estudiaremos-la *variabilidade intraespecífica*, debida á dispersión espacial dos seres humanos.

PRIMATOLOXÍA

ORDEN PRIMATES

Xeneralidades:

O termo *primate* foi empregado por vez primeira na 10ª edición do *Sistema Naturae* de Linneo. Na clasificación animal realizada por Linneo os primates englobaban ó home e os monos superiores, o resto dos mamíferos incluíanse no grupo dos *secundate*, mentres que o resto dos animais non mamíferos se incluían nos *tertiare*. Esta clasificación resulta claramente antropocentrista, pero así e todo resulta novidosa ó incluír por vez primeira ó home coma unha especie animal máis dentro da clasificación zoolóxica.

O dos primates é un orden moi amplo e diversificado. É ademáis un dos grupos de mamíferos máis antigos, pois comezou a configurarse entre o *cretáceo* e o *paleoceno* a partir dun antecesor *insectívoro*. Como é de esperar, os primeiros primates non son moi distintos dos insectívoros. Esta circunstancia dificulta a identificación destes primates primitivos, e por ende o establecemento do punto de diverxencia entre os primates e os insectívoros.

Características dos primates:

Dende que os primates se separaron dos insectívoros téñense diferenciado notablemente, desenrolándose un gran número de formas adaptadas ós máis diversos ambientes. Esta excepcional diversidade impídenos establecer unha definición precisa e operativa dos primates, pero existen algunhas características máis ou menos comúns a tódalas especies:

- **O esqueleto:** o esqueleto locomotor dos primates é dunha gran versatilidade e pode adaptar unha ampla gama de posturas e movementos. Este esqueleto presenta dúas cinturas, a cintura *pélvica* e a cintura *escapular*. Tódolos primates conservan a pentidactilia en pés e mans.
- **As unllas:** dende o momento en que os primates se diferencian dos insectívoros obsérvase unha substitución progresiva das *gadoupas* fortes e curvadas polas *unllas* máis planas. Esta substitución implica un maior desenrolo da *xema terminal* dos dedos, e por conseguinte un maior desenrolo do *tacto*.
- **O cráneo:** nos primates obsérvase un desenrolo progresivo do *neurocráneo* a costa da redución do *esplacnocráneo*.
- **O encéfalo:** o maior desenrolo do neurocráneo permite o conseguinte desenrolo da masa encefálica, o que conleva un aumento do grado intelectual e da complexidade etolóxica dos primates.
- **Reorganización sensorial:** os primates presentan un sentido do *olfato* menos desenrolado que os insectívoros, nembargantes, a visión está excepcionalmente desenrolada. As *órbilas oculares* dos primates son *pechadas* e *frontalizadas*. Nos primeiros primates xa se observa o pechamento das órbitas e a formación dun *anel orbitario*. Posteriormente pechouse o anel orbitario para dar lugar a unha *fosa orbitaria* mediante a formación dun tabique osteolóxico que separa ó ollo da caixa craneana. A frontalización das órbitas tamén tivo lugar de xeito progresivo, e os primeiros primates posuían órbitas oblicuas.

Todos estos cambios, particularmente a reorganización sensorial e o maior desenrolo da visión, permitiron ós primates adaptarse a unha vida arbórea. A frontalización dos ollos proporcionou ós primates a visión *estereoscópica* que permite percibi-lo espazo tridimensional.

Os primates caracterízanse tamén pola súa *escasa especialización* e pola *retención de rasgos primitivos*, o que redunda nunha maior *heteroxeneidade* e diversidade de formas dentro do grupo. Esta heteroxeneidade é a que dotou ó orden dos primates dunha gran *plasticidade evolutiva*, e consecuentemente dunha notable *capacidade colonizadora*. A heteroxeneidade do orden primates é tamén a responsable da difícil identificación taxonómica destes animais.

Distribución actual dos primates:

Os primates atópanse hoxe nas áreas de bosque tropical de Sudamérica, África e Asia. Os primates están ausentes da placa norteamericana, cono sudamericano, Oceanía, Asia central e Europa. Os primates teñen unha notable diversidade de hábitos, tal e como é de esperar dada a súa heteroxeneidade. A dieta é igualmente diversa, atopáanse dende especies vexetarianas ata omnívoras.

Clasificación dos primates:

- Reino ! *Animalia*
- Grado ! *Metazoa*
- Phylum ! *Chordata*
- Subphylum ! *Vertebrata*
- Superclase ! *Tetrapoda*
- Clase ! *Mammalia*
- Subclase ! *Theria*
- Infraclase ! *Eutheria*
- Orden ! *Primates*

IO *Lemuriformes*

SO *Prosimii* IO *Lorisiformes*

IO *Tarsiformes*

IO *Platirrhini*

SO *Anthropoidea* SF *Cercopteoidea*

IO *Catarrhini*

SF *Hominoidea*

Os primates diferenciáronse a partir dos insectívoros hai uns 70 millóns de anos. A diferenciación dos subordenes dos *Prosimii* e os *Anthropoidea* tivo lugar no oligoceno, hai uns 40 millóns de anos. Os *Platirrhini* son os comunmente denominados *monos do novo mundo*, mentres que os *Catarrhini* son os *monos do vello mundo*. O home pertence á familia *Hominidae*, incluída na superfamilia *Hominoidea*. A familia máis próxima a nós é a dos *Pongidae*. Os datos dispoñibles na actualidade remontan a diverxencia entre *Pongidae* e *Hominidae* a hai só 6 ou 7 millóns de anos.

SUBORDEN PROSIMII

Xeneralidades:

O suborden *Prosimii* é un grupo moi heteroxéneo que inclúe ós coñecidos coma *primates inferiores*. Os prosimios son os primates máis antigos. As primeiras formas de prosimios datan do período de transición entre o cretáceo e o paleoceno, hai uns 70 millóns de anos. A diversificación deste grupos de primates foi espectacular dende o mesmo momento da súa aparición. Hoxe distínguense tres infraordenes de prosimios: *Lemuriformes*, *Lorisiformes* e *Tarsiformes*.

Infraorden lemuriformes:

Os lemuriformes apareceron no eoceno, hai uns 60 millóns de anos. Naquela época distribuíanse por Europa e Norteamérica. Dende Europa colonizaron África e Madagascar. En períodos posteriores os lemuriformes desapareceron de Norteamérica e Europa, e máis tarde tamén de África. Estes prosimios sobreviviron unicamente en Madagascar gracias á ausencia tanto de depredadores coma de especies competidoras. Debido a isto os lemuriformes reteñen numerosos rasgos primitivos e presentan unha gran diversidade de formas. En xeral, os lemuriformes son animais de tamaño medio, máis ou menos coma un gato. Na actualidade existen tres familias de lemuriformes:

- **Familia Lemuridae (2133/2133):** caracterizada polos xéneros *Lemur*, *Microcebus* e *Phaner*.
- **Familia Indriidae (2123/2023):** caracterizada polo xénero *Indrii*.
- **Familia Daubentonidae (1013/1003):** caracterizada polo xénero *Daubentonia*.

Nos lemuriformes obsérvase xa o desenrolo de unllas, aínda que reteñen gadoupas no 2º e 3º par. O anel orbitario é pechado, pero carece de tabique óseo, e a órbita é oblicua. O anel timpánico está aloxado na *cavidade petrosa do temporal*, e é osteolóxicamente libre. O neurocráneo está pouco desenrolado en comparación do esplanocráneo, os lemuriformes posúen un macizo facial bastante desenrolado. A cavidade craneana é baixa e alongada, e está proxectada cara diante. Aínda así pódese apreciar un acortamento do macizo facial, sobre todo comparándoo co cráneo dos seus antecesores insectívoros. A masa encefálica é reducida en comparación cos primates superiores, pero é significativamente maior que a dos insectívoros e

presenta unha maior *definición cortical*.

Infraorden lorisiformes:

O dos lorisiformes é un grupo cunha ampla distribución. Estes primates atópanse na *África subsahariana* e no sur e sudeste asiático. Os lorisiformes son semellantes ós lemuriformes en numerosos aspectos, e moi posiblemente compartan un antergo común. A diversidade dos lorisiformes é escasa, unicamente existen dúas subfamilias dentro da familia *Lorisidae*:

- **Subfamilia Galaginae:** caracterizada polo xénero *Galago*. Son animais pequenos de vida arbórea. Están especialmente dotados para o salto gracias ó gran desenrolo dos membros posteriores. Conservan gadoupas no 2º e 3º par.
- **Subfamilia Lorisinae:** caracterizada polo xénero *Loris*. Son máis pesados e de movementos máis lentos que os *Galaginae*, pero tamén levan unha vida arbórea. A súa lentitude implica que deben permanecer suspendidos durante máis tempo. É por isto que os *Lorisinae* posúen unha profusa vascularización do tecido muscular.

Os lorisiformes teñen hábitos nocturnos, o que implica o desenrolo de adaptacións particulares. Os ollos dos lorisiformes posúen unha capa especializada, o *tapetum*, que permite a visión *escotópica*. A rexión orbitaria dos lorisiformes é semellante á dos lemuriformes, posuíndo ó igual que estes un anel orbitario oblícuo. O anel timpánico é interno e está soldado osteolóxicamente. O macizo facial é prominente en comparación co neurocráneo. Aínda así, pódese apreciar un leve desenrolo do neurocráneo en detrimento do esplanocráneo cando se comparan cos lemuriformes.

Infraorden tarsiformes:

Os tarsiformes son auténticas reliquias vivientes. Na actualidade existe unha única familia destes primates, *Tarsidae*, representada por un único xénero, *Tarsus*. En épocas pasadas tiveron unha ampla distribución, pero hoxe están restrinxidos ás illas dos sudeste asiático e a costa oriental da India. Os tarsiformes son animais pequenos de vida arbórea. O pé dos tarsiformes está moi desenrolado, o que lles permite empregalo coma unha panca para impulsarse ó saltar. Os tarsiformes teñen hábitos nocturnos e unha dieta omnívora.

Os tarsiformes presentan varias características que resultan máis propias dos antropoideos. Así, posúen unha fosa orbitaria frontalizada que ocupa 2/3 do macizo facial. O esplanocráneo está notablemente reducido, mentres que o neurocráneo está ben desenrolado e ten unha forma máis redondeada. Apréciase tamén unha anteriorización do *foramen magnum*, circunstancia que permite a estes animais erguer completamente a cabeza e xirla 180º. No canto dun anel timpánico atopamos un *conducto timpánico* que se prolonga no interior da cavidade petrosa. Presentan engrosamentos terminais nos dedos de pés e mans que lles proporcionan unha mellor suxección. Reteñen gadoupas con función de aseo no 2º e 3º par.

As particulares características anatómicas dos tarsiformes poden facer pensar que probablemente os *Anthropoidea* descendan deste grupo de *Prosimii*. Nembargantes, as probas citoxenéticas e de dentición parecen descartar esta hipótese.

SUBORDEN ANTHROPOIDEA

Xeneralidades:

O suborden dos antropoideos engloba ós monos superiores e o home, constituíndo así un grupo natural, coherente e homoxéneo. O antecesor prosimio dos antropoideos remóntase probablemente ó eoceno, pero o primeiro rexistro que existe dun auténtico antropoide data xa do oligoceno. Como xa dixemos, o dos antropoideos é un grupo homoxéneo, e está mellor definido que o suborden *Prosimii*. As especies incluídas no

suborden *Anthropoidea* comparten varias características fundamentais:

- O globo ocular está aloxado nunha fosa orbitaria completamente frontalizada. Os antropoideos son diurnos, polo que teñen unha visión fotópica. O ollos están moi perfeccionados e permiten a percepción de distancias e detalles moi precisos.
- O macizo facial está moi reducido. Isto implica unha serie de cambios na dentición debido ó retraemento dos maxilares. Sobre todo obsérvase unha redución do número de *premolares*, aínda que os que permanecen teñen máis *cúspides dentarias*.
- Parello á redución do esplanocráneo vai o desenrolo do neurocráneo, que ademáis se fai máis redondeado. Tamén se observa unha anteriorización do foramen magnun. Estes cambios tradúcense nun maior desenrolo do encéfalo, en particular do cerebro. Obsérvase ademáis unha fisuración e unha rexionalización máis complexas da corteza cerebral. Consecuentemente, os antropoides teñen un grado de psiquismo, e por ende unha etoloxía, moito máis sofisticadas.
- Entre os antropoides podemos atopar diversos modos de locomoción. Así, atopamos especies arbóreas saltadoras e braquiadoras, e tamén especies terrestres e semiterrestres. A adaptación ós diversos tipos de locomoción implica a especial modificación dos esqueleto postcraneal. Tódolos antropoides presentan unllas en tódolos dedos, a única excepción constitúena os *Callithricidae*, que recuperaron as gadoupas secundariamente.

Clasificación do suborden *Anthropoidea*:

F *Cebidae*

IO *Platirrhini* ! SF *Ceboidea*

F *Callithricidae*

SF *Cercopithecoidea* ! F *Cercopithecidae*

SF *Hylobatinae*

IO *Catarrhini* F *Pongidae*

SF *Hominoidea* SF *Ponginae*

F *Hominidae*

Os dous infraordenes distínguense en primeiro lugar pola distribución. Mentres que os platirrininos se localizan no continente sudamericano, os catarrinos atópanse en África e Asia, isto é no Vello Mundo. Tódolos catarrinos posúen unha dentición de tipo (2123/2123). Nos platirrininos a dentición cambia entre as dúas familias, mentres que os *Cebidae* teñen un modelo (2133/2133), os *Callithricidae* teñen un modelo (2132/2132). Os xéneros característicos das diferentes familias e subfamilias son os seguintes:

- **Familia *Cebidae*:** *Cebus*, *Saimiri* e *Ateles*.
- **Familia *Callithricidae*:** *Callitris*.
- **Familia *Cercopithecidae*:** *Cercopithecus*, *Mandrillus*, *Papio*, *Macaca* e *Collobus*.
- **Subfamilia *Hylobatinae*:** *Hylobates*.
- **Subfamilia *Ponginae*:** *Pan*, *Pongo* e *Gorilla*.

A diverxencia entre platirrininos e catarrinos tivo lugar hai uns 30 millóns de anos, no momento en que as placas continentais do que agora é América se separaron do primitivo continente de *Laurasia*. As familias *Pongidae* e *Hominidae* separáronse hai só uns 6 ou 7 millóns de anos. A familia dos *Pongidae* está hoxe en

franca regresión, debido fundamentalmente á presión que os seres humanos estamos a exercer sobre estos animais.

Diferencias entre Catarrhini e Plathirini:

As características diferenciadoras de catarrinos e platirinos son dun rango menor que as que distinguen a prosimios de antropoides, pois a data de diverxencia dos infraordenes de antropoides é moito máis recente. Podemos sinalar catro aspectos distintivos básicos:

- **A rexión nasal:** o nome de platirinos e catarrinos fai referencia precisamente á morfoloxía da rexión nasal destes primates. Os platirinos teñen un nariz aplastado que cos orificios nasais separados por un groso tabique. Pola contra, os catarrinos teñen un nariz prominente, e os orificios nasais están separados por un tabique máis fino.
- **A dentición:** platirinos e catarrinos diferéncianse no número e forma dos premolares. Así, os platirinos posúen tres premolares tricúspides en cada hemimandíbula, mentres que os catarrinos posúen só dous premolares tetracúspides.
- **A rexión timpánica:** os platirinos posúen un anel timpánico interno soldado osteolóxicamente. Pola súa banda, os catarrinos posúen un auténtico conducto timpánico.
- **A locomoción:** os platirinos son animais de tamaño medio con hábitos arbóreos, son áxiles e móvense nas polas altas dos árbores mediante saltos e movementos acrobáticos, ademais posúen unha cola prensil. Os catarrinos son moito máis pesados e voluminosos, os seus movementos son máis lentos e móvense nas polas baixas ou mesmo no chan.

Por algunha razón que non acabo de entender, o seguinte grupo que estudiaremos será o dos catarrinos, deixando a un lado os platirinos. Non sei se os estudiaremos máis adiante.

Infraorden Catarrhini:

O infraorden dos catarrinos divídese como xa sabemos en dúas superfamilias, *Cercopithecoidea* e *Hominoidea*. Son grupos estreitamente emparentados e que polo tanto comparten moitos caracteres. As diferencias, tal e como é de esperar, son dun rango menor aínda que as de catarrinos e platirinos:

- **Locomoción:** os hominoideos son máis pesados e voluminosos que os cercopitécidos. Soen moverse nas polas baixas das árbores empregando a *braquiación*. A especialización neste particular tipo de locomoción implicou diversas modificacións do esqueleto locomotor. Os membros anteriores dos hominoideos son longos e están ben desenrolados, tanto muscular coma osteolóxicamente. O tórax incrementa a súa anchura. A rexión cervical da columna vertebral incrementa a súa lonxitude, mentres que a rexión dorsal (a torácica) se acurta.
- **Dentición:** os cercopitécidos soen ser omnívoros, mentres que a maioría dos hominoideos son fundamentalmente vexetarianos. A dieta omnívora require unha capacidade de triturado do alimento máis desenrolada, é por esto que os premolares e molares dos cercopitécidos posúen *lofos* que unen as cúspides dentarias. Debido a isto, os cercopitécidos denomínanse *bilofodontos*. Os hominoideos carecen destes lofos.
- **Psiquismo:** os hominoideos posúen un cerebro máis desenrolado e perfeccionado que o dos cercopitécidos. Gracias ó seu cerebro, os hominoideos desenrolaron unha etoloxía e un nivel de psiquismo excepcional.

TENDENCIAS EVOLUTIVAS DA HOMINIZACIÓN

A REXIÓN POSTCEFÁLICA

A adopción da postura *ortógrada* determinou a particular especialización do esqueleto postcranial dos homínidos. A postura ortógrada require unha serie de adaptacións específicas que resolvan problemas

relacionados coa transmisión do peso corporal ou a locomoción.

A columna vertebral:

A *columna vertebral* constitúe o eixo corporal arredor do cal se sitúan os distintos segmentos corporais. A columna vertebral está constituída por unha serie de pequenos ósos, as *vértebras*. Cada vértebra presenta un *corpo central*, un *orificio medular* e tres *apófises óseas* (dúas laterais ou *transversas* e unha central ou *espiñosa*). A adopción do ortogradismo implicou que o peso corporal se concentre sobre a columna vertebral. Así, a columna vertebral debe ser mecanicamente *resistente*, pero ó mesmo tempo tamén debe presentar unha certa *flexibilidade*, de xeito que non se limite a mobilidade. A evolución proporcionoulle á columna vertebral dos homínidos unha serie de elementos e características que lle permiten cumprir estas dúas condicións fundamentais:

- **Curvaturas:** a columna vertebral dos homínidos presenta tres curvaturas situadas a nivel *cervical*, *dorsal* e *lumbar*. Os animais *pronógrados* só presentan unha curvatura na súa columna vertebral. Nun cuadrúpedo, a columna vertebral soporta o peso do animal, senón que debe facer fronte ás tensións xeradas nas cinturas *escapular* e *pélvica* durante o desprazamento. Estas tensións percorren a columna ata atoparse na *vértebra anticlinal*, disposta especialmente para absorber ditas tensións. O problema plantexado pola transmisión do peso resolvíuse mediante o desenrolo das tres curvaturas antes mencionadas. Durante o desenrolo embrionario observouse que estas curvaturas aparecen progresivamente, primeiro a dorsal, logo a cervical e finalmente a lumbar.
- **Corpos vertebrais:** habitualmente, a rexión superior da columna vertebral debe soportar un menor peso, mentres que o extremo inferior debe soportalo peso de tódalas estruturas que se atopan por riba dela. É por isto que as vértebras son gradualmente máis grandes e resistentes.
- **Disco intervertebrais:** son almofadiñas de tecidos elásticos e compactos situados entre cada dúas vértebras. A función destes discos é reduci-lo rozamento e amortigua-las tensións que soportan as vértebras.
- **Ligamentos lonxitudinais:** ó longo da columna vertebral obsérvanse unhs ligamentos elásticos que a tensan, proporcionando así unha maior flexibilidade.

A cintura escapular:

A cintura escapular é un anel osteolóxico formado por tres ósos, o *esternón*, a *clavícula* e o *omóplato*. O esternón e a clavícula articúlanse na *articulación esternoclavicular*, mentres que a clavícula e o omóplato se articulan na *articulación acromioclavicular*. A clavícula é un óso longo en forma de S. Os dous extremos da clavícula (*acromial* e *esternal*) presentan cariñas articulares. O omóplato é un óso plano con dúas caras (*anterior* e *posterior*). No omóplato distínguense varios elementos: a *espiña*, un reborde que percorre o tercio superior; a espiña remata no *acromion*, unha apófise que presenta unha cara articular; a *apófise coracoides*, unha eminencia do borde superior; a *cavidade glenoidea*, unha cavidade articular que se relaciona co *húmero*. O tipo de locomoción afecta considerablemente á disposición e organización destes elementos:

- O tronco dos cuadrúpedos é de contorno circular, mentres que nos homínidos é máis ancho que alto.
- O contorno torácico determina así a disposición lateral do omóplato dos animais pronógrados. Pola contra, o omóplato dos homínidos está desprazado cara atrás.
- Debido a disposición do omóplato, a cavidade glenoidea dos cuadrúpedos apunta cara o interior por diante do tronco. Nembargantes, nos homínidos ortógrados sitúase cara o exterior.
- A clavícula tamén cambia a súa disposición para adaptarse segundo o caso á disposición do omóplato. Como resultado final, tamén cambia a orientación do húmero.

Recapitulando, nos homínidos atopámos con que o contorno torácico se fai máis ancho que alto, ademais a rexión dorsal redúcese, mentres que a cervical e a lumbar alórganse; a disposición dos elementos que conforman a cintura escapular manifestan unha clara adaptación á braquiación. Para entender mellor todo este

é mellor mirar un debuxo, é moito máis sinxelo, enténdelo cun único vistazo e perdes menos tempo lendo.

Brazo e antebrazo:

O brazo e o antebrazo carecen practicamente de interese para nós, pois os cambios que presentan son de escasa magnitude. En esencia, os homínidos reteñen o modelo xeral dos mamíferos. Nembargantes, a man resulta ter unha gran relevancia, e constitúe un dos elementos diferenciadores dos homínidos.

A man:

Na man dos homínidos obsérvase un reemprazo total das gadoupas por unllas planas. Como xa sabemos, o desenrolo das unllas permite un maior desenrolo das xemas terminais, e por conseguinte un maior desenrolo da función táctil das mesmas, o que permite unha mellor adaptación á vida arbórea. Outro gran aspecto diferenciador da man dos homínidos é a *movilidade dixital*. A mobilidade dos dedos determínase observando a capacidade de *aducción* e *abducción* do primeiro par. O grado máximo de mobilidade dixital, isto é a *opoñibilidade completa*, só se dá nos homínidos, aínda que o desenrolo desta capacidade é gradual no grupo dos primates.

Modalidades de manipulación:

Basicamente, os obxectos pódense manipular de dous xeitos distintos, con forza ou con precisión. A forza determina a capacidade de suxección e agarre tan importantes para a vida arbórea. A manipulación precisa realízase fundamentalmente coa punta dos dedos, de xeito que require o desenrolo da opoñibilidade.

Base anatómica da manipulación:

Os pares 2º, 3º, 4º e 5º da man dos homínidos dispóñense nun mesmo plano articular independente do plano articular do 1º par. Así, existen dous feixes musculares responsables do movemento dos dedos: o *flexor común dos dedos* parte do antebrazo ata os metacarpianos dos pares 2º, 3º, 4º e 5º; o *flexor propio do polgar* exténdese dende o borde exterior da palma da man ata a base do polgar.

Significado adaptativo da manipulación:

A manipulación forte é un dos requisitos fundamentais da vida arbórea. Nembargantes, a manipulación precisa vai máis alá, constitúe unha estratexia de exploración e explotación do medio circundante. Co desenrolo da manipulación precisa aparece unha relación a tres bandas entre o cerebro, a man e a vista, que participan xuntos nun proceso de comprensión/execución (que chulo, claro que non entendo nada).

A cintura pélvica:

A cintura pélvica está conformada pola *pelvis*, articulada coa columna vertebral mediante a articulación *sacroilíaca*. A pelvis forma un anel osteolóxico constituído por tres elementos, o *ilion*, o *isquion* e mailo *pubis*, que se funden para dar lugar a un óso plano. Na rexión púbica localízase a *sinfise púbica*. No tercio inferior da pelvis destaca unha cavidade glenoidea, o *acetábulo*, destinada a aloxa-la cabeza do fémur e formar así a articulación *coxofemoral*. Dende a *espiña ilíaca antero-superior* ata a *espiña ilíaca postero-superior* discorre a *cresta ilíaca*. No isquion localízase un *orificio obturador*.

Funcións da cintura pélvica:

A pelvis desempeña tres funcións fundamentais. A pelvis dos homínidos tense modificado especialmente para poder desempeñar estas funcións:

- Constitúe unha estrutura que proporciona estabilidade na locomoción bípeda e no ortogradismo.
- Forma un canal para o parto.
- Aloxa as vísceras abdominais.

A maioría dos cambios afectan á rexión ilíaca. O ilion dos homínidos ten recortado a súa altura, mentres que a súa anchura aumentou ata acadar un aspecto semellante ó dun abano, ademais está máis inclinado que o ilion doutros primates. A cresta ilíaca aumentou deste xeito a súa lonxitude, o que proporciona un contorno pelviano superior máis longo no cal se poden inserta-los músculos que deben soporta-las vísceras. As pelvis dereita e esquerda están inclinadas, o que incrementa aínda máis a anchura da cintura pélvica.

O canal do parto debe ser abondo ancho, particularmente no caso dos homínidos, que dan aluz bebés cun desenrolo craneal considerable. En principio, o ensanchamento da pelvis a nivel do ilion produciría un estreitamento a nivel do isquion, polo que o canal do parto sería demasiado estreito. É por isto que o isquion está inclinado cara o exterior. Así, a pelvis dos homínidos presenta unha dobre inclinación.

Feixes musculares da cintura pélvica:

A estabilidade que proporciona a pelvis depende en gran medida da organización dunha serie de feixes musculares. Na articulación coxo-femoral distínguense dous feixes musculares *flexores* ben desenrolados, o *psoas-ilíaco* e o *recto-femoral*. Hai ademais outros músculos flexores de menor envergadura coma o *sartorio*, o *pectíneo* e o *tensor da fascia lata*. O *psoas-ilíaco* está formado en realidade por dous feixes musculares: O *psoas* parte das vértebras 12 dorsal e 1, 2, 3 e 4 lombares; o *ilíaco* parte do borde anterior da cresta ilíaca. Finalmente, estes dous músculos fusiónanse nun único feixe que se fixa no *trocanter menor*, na cabeza do femur. O *Recto femoral* vai dende a proción media da rexión ilíaca ata a cara anterior da diáfise femoral.

Opoñéndose ós músculos flexores existen varios feixes musculares *extensores*, que se dispoñen por detrás da articulación coxo-femoral. O máis importante destes músculos é o *glúteo maior*. Tamén é un músculo extensor o *cuadriceps crural*, formado polo *recto anterior*, o *vasto interno*, o *vasto externo* e o *crural*, pero está menos desenrolado que o glúteo. O glúteo maior vai dende o borde posterior da cresta ilíaca ata a cara posterior da diáfise femoral.

Para mante-lo equilibrio no plano lateral existen tamén varios músculos *abductores*, o *glúteo mediano* e o *glúteo menor*. Nos póngidos, estes músculos dispóñense lixeiramente por diante da articulación coxo-femoral, de xeito que actúan en parte coma músculos flexores. Na pelvis máis ancha dos homínidos os músculos abductores dispóñense completamente nun plano lateral.

A gran superficie de inserción proporcionada pola pelvis dos homínidos é o que posibilita o excepcional desenrolo dos músculos, e por conseguinte o que nos permite mante-lo equilibrio no ortogradismo e na locomoción bípeda. Tamén contribúen a isto a redución da distancia entre a EIAS e o acetábulo, e máis entre a EIPS e a *tuberosidade isquiática*.

Transmisión do peso corporal:

O peso corporal é transmitido ó longo do corpo. O peso da cabeza é transmitido ás cervicais e logo á rexión dorsal, onde ademais se engade o peso da cintura escapular e os membros superiores, a continuación é dirixido á rexión sacro-lumbar e despois á pelvis a través da articulación sacro-ilíaca. Finalmente, dende a pelvis o peso pasa ó femur a través da articulación coxo-femoral. Neste circuito a pelvis constitúe un punto feble, é un óso plano e pouco robusto que non pode soportar grandes tensións. Así, o peso debe ser transmitido rapidamente a través da pelvis, o que se consegue acortando a distancia que separa á articulación sacro-ilíaca da coxo-femoral.

Os membros inferiores:

Os membros inferiores dos homínidos tamén teñen experimentado cambios no proceso de adaptación ó ortogradismo. Así, a lonxitude do membro inferior dun póngido supón $\frac{1}{3}$ da súa altura total, mentres que no caso dos homínidos supón $\frac{1}{2}$ do total. Isto podería facernos pensar que a estabilidade e equilibrio dos homínidos sería menor, pero non é así. En realidade, o factor determinante á hora de determina-lo equilibrio na postura ortógrada é a localización do centro de gravidade. Nos homínidos, o centro de gravidade localízase á altura da sínfise púbica, mentres que nun póngido atópase máis ou menos á altura do embigo, por riba da cintura pélvica.

O fémur:

O fémur é un óso longo con dúas epífises e unha diáfise. Na epífise superior obsérvanse dúas eminencias óseas, os *trocánteres maior e menor*, unidas pola *línea intertrocantérea*. O desenrolo do trocánter menor está directamente implicado no desenrolo do feixe muscular psoas-ilíaco, e consecuentemente está relacionado coa adopción do ortogradismo e o bipedalismo. A cabeza femoral corresponde á rexión articular que se encaixa na cavidade glenoidea da pelvis. A cabeza está unida á *línea intertrocantérea* polo *colo*, un estreitamento que constitúe un punto feble moi susceptibles de sufrir fracturas. A epífise inferior relaciónase co xeonllo na articulación denominada *tróclea-femoral*. Esta é unha articulación dobre, constituída por dúas superficies rotatorias, os *cóndilos*, que se encaixan en dúas concavidades da epífise superior da tibia. Por riba dos cóndilos sitúanse os *epicóndilos*. Na diáfise do fémur obsérvase unha *liña áspera*, que é o lugar de inserción do glúteo maior. O fémur tense transformado no proceso de adaptación ó ortogradismo en diversos aspectos:

- A cavidade glenoidea dos póngidos está orientada netamente cara o exterior, de xeito que a cabeza femoral se orienta cara o interior nun plano case horizontal. Nembargantes, en homínidos obsérvase que a cavidade glenoidea está inclinada cara abaixo, así é que a cabeza do fémur está orientada cara arriba.
- O fémur dos póngidos presenta unha inclinación respecto da vertical de só 40°, mentres que nos homínidos este ángulo é de 110°. Como consecuencia desta maior inclinación, os xeonllos dos homínidos son converxentes, mentres que nos póngidos son practicamente paralelos. Así, os homínidos teñen os membros inferiores máis preto do eixo medio do corpo, o que permite manter mellor o equilibrio e supón un aforro de enerxía na locomoción bípeda.
- Homínidos e póngidos distínguense tamén no desenrolo dos epicóndilos. O desenrolo dos epicóndilos responde á transmisión do peso corporal. Nos póngidos, de fémur practicamente vertical, o peso repártese case por igual nos dous epicóndilos (o externo está lixeiramente máis desenrolado). Nos homínidos, a maior inclinación do fémur fai que a maioría do peso recaia sobre o epicóndilo interno, que polo tanto está máis desenrolado.
- A transmisión do peso tamén determina o desenrolo das paredes da diáfise femoral, de xeito que nos homínidos se observa un maior desenrolo da parede interna.
- Por último está o desenrolo diferencial do trocánter menor e da *línea áspera*, que como xa estudiamos son zonas de inserción para os músculos flexores e extensores.

A *tibia* e o *peroné* dos homínidos non presentan grandes cambios ou diferencias adaptativas. A tibia recibe o peso corporal do fémur na articulación do xeonllo. O peroné é pouco máis que un óso satélite, e non recibe directamente a carga do peso corporal.

O pé:

O pé artículase coa tibia na articulación *tibio-astragalina*, o nocelo interno. O pé é a rexión do membro inferior na que se observan os cambios adaptativos máis espectaculares. O pé ten dúas funcións básicas: por unha banda debe ofrecer unha estrutura de soporte sólida sobre a cal se poida descarga-lo peso corporal; ó mesmo tempo debe posuí-la flexibilidade requirida para a locomoción bípeda.

O pé recibe practicamente o peso de todo o corpo a través da articulación tibio–astragalina. Este peso desdóbrase logo en dous vectores, un cara o talón e outro cara a punta do pé. A particular adaptación do pé dos homínidos ó ortogradismo faise patente en cinco aspectos:

- O calcáneo está excepcionalmente desenrolado e é moi resistente, o que lle permite resisti-lo vector minoritario do peso que se dirixe ó talón.
- O primeiro metatarsiano está tamén moi desenrolado, xa que debe soporta-lo vector maioritario do peso dirixido á punta do pé.
- As primeiras falanxes tamén están moi desenroladas.
- A superficie prantar dos homínidos está modificada para distribuí-lo peso, o que conleva a perda da capacidade de manipulación.
- En xeral, tódolos ósos do tarso están particularmente desenrolados para absorber mellor o peso.

O ortogradismo require resistencia, e como vemos o pé dos homínidos proporciona gracias ás súas particulares modificacións. Pero o mesmo pé debe adaptarse tamén ó bipedalismo, o que require flexibilidade. Na locomoción bípeda dos homínidos o pé actúa coma unha panca de brazos desiguais. O pé canaliza o peso corporal para transformalo en movemento, constituíndose así no elemento impulsor.

O peso debe transmitirse rapidamente para xera-lo impulso. Se o movemento do pé é lento pérdese gran parte do impulso. O movemento do pé débese á actuación de varios feixes musculares. O músculo extensor do pé é o *tríceps sural*, constituído polo *sóleo* e máis polos *xemelgos* (*interno* e *externo*). Os músculos flexores do pé son o *tibial anterior* e o *extensor común dos dedos*:

- *Sóleo*: é un músculo extensor que parte da cara posterior da epífise superior da tibia para fixarse na cara posterior do calcáneo.
- *Xemelgos*: saltan dende a cara posterior dos epicóndilos femorais para logo fusionarse co sóleo para formar un único paquete muscular. O tercio inferior deste paquete muscular transfórmase nun feixe tendinoso, o *tendón de Aquiles*.
- *Tibial anterior*: vai dende a cara anterior da epífise superior da tibia ata a base do primeiro metatarsiano.
- *Extensor común dos dedos*: parte da cara anterior da porción superior da diáfese da tibia ata a base dos pares 2º, 3º, 4º e 5º.

A flexibilidade do pé tamén se debe á existencia de fibras elásticas e ó abovedamento da pranta. A particular estrutura da pranta do pé dos homínidos, xunto coas fibras elásticas proporcionan elasticidade e resistencia ó mesmo tempo. En resumen, a eficacia do impulso proporcionado polo pé depende de tres factores:

- A rapidez con que se transmite o peso.
- A magnitude do peso canalizado.
- A desigualdade dos brazos da panca.

Unha vez que coñecemos-las especiais modificacións do pé dos homínidos xa podemos pasar a estudia-la dinámica do bipedalismo. Para este último apartado véxanse as fotocopias.

A REXIÓN CEFÁLICA

Reorganización sensorial:

Na rexión cefálica dos homínidos pódese observar unha progresiva reorganización sensorial, resultado da adaptación á vida arbórea. En particular obsérvase unha dexeneración do sentido do olfato, mentres que a visión sofre un notable desenrolo. O olfato é un sentido de gran importancia para os animais terrestres que viven a ras do solo. A este nivel, os olores proporcionan unha información *unidireccional*, un rastro que se

pode seguir. Nembargantes, na vida arbórea o olfato resulta moi ineficaz.

O olfato:

O sentido do olfato ubícase na *mucosa olfatoria*. Un sentido do olfato desenrolado implica unha mucosa olfatoria igualmente desenrolada, e por ende un esplacnocráneo desenrolado. Vemos logo, que a reorganización sensorial inflúe na propia estrutura craneal. A reorganización sensorial no grupo dos primates é gradual. Así, podemos observar como nos prosimios o olfato aínda xoga un papel importante:

! olfato

Prosimios ! esplacnocráneo *Strepsirrhini*

! etoloxía olfativa

! olfato

Antropoideos ! esplacnocráneo *Haplorrhini*

! etoloxía visual

Os *Strepsirrhini* teñen un fuciño húmido, e posúen un sulco central na boca que limita a mobilidade labial. Os *Haplorrhini* teñen un fuciño seco e carecen do sulco central dos prosimios, o que lles confire unha maior mobilidade labial e consecuentemente unha maior capacidade de xesticulación facial.

A visión:

O desenrolo da visión nos primates responde a un obxectivo fundamental, a adaptación á vida arbórea. Os primates precisan dunha visión de tipo *estereoscópico* para desprazarse nas árbores, así coma unha maior agudeza visual para manipular os obxectos. O sistema visual dos primates evolucionou e sufriu diversas adaptacións morfo e histiolóxicas.

Un dos cambios máis importantes que se pode observar é a frontalización dos globos oculares, que loxicamente implica a frontalización da rexión orbitaria. É máis, a frontalización orbitaria da lugar ó ensanchamento da bóveda craneana, o que permitirá un maior desenrolo do encéfalo. Lembremos, que parello ó desenrolo da visión vai a redución da capacidade olfatoria e a conseguinte redución do esplacnocráneo. O macizo facial acúrtase en lonxitude, pero faise máis ancho na base da rexión orbitaria, o que posibilita a frontalización dos ollos. Vemos logo que a reorganización sensorial ten uns efectos máis amplos do que a primeira vista se pode pensar.

Como xa estudiamos, o antecesor insectívoro dos primates tiña órbitas laterais abertas. Nos prosimios as órbitas péchanse nun anel e adquiren unha disposición oblíqua. Finalmente, os antropoideos desenrolan fosas orbitarias completamente frontalizadas. O globo ocular dos primates máis avanzados está máis e mellor protexido por unha razón fundamental, a visión é nestos animais o canal sensorial primario e a base de toda a súa etoloxía.

Non debemos esquecer que a estereoscopia require ademais cambios a nivel histiolóxico, coma a bifurcación e cruce dos nervos ópticos. A agudeza visual débese igualmente a cambios histiolóxicos do ollo. Moitos prosimios soen ser de hábitos nocturnos e non posúen unha agudeza visual extraordinaria. Os antropoideos son fundamentalmente diurnos e teñen unha visión *fotópica*, polo que os seus ollos posúen un maior número de *conos*.

O aparato mastigador:

A dentición:

Os homínidos posúen unha dentición de tipo *heterodonto*, na que as pezas dentarias están especializadas en diversas funcións. A fórmula dentaria dos homínidos é 2123/2123, como corresponde a tódolos catarrinos. Hai seis caracteres básicos que distinguen á dentición dos homínidos da dos outros catarrinos:

- Os *incisivos* son planos e de implantación vertical, mentres que noutros primates os incisivos son *procumbentes*.
- Os caninos tamén tenden a ser aplanados, e ademáis non sobrepasan en altura ás demais pezas dentarias.
- A fileira dentaria dos homínidos non presenta diastemas. Nos póngidos, por exemplo, obsérvanse diastemas que permiten aloxa-los caninos, que son máis altos que os demais dentes.
- Os premolares adquiren unha función *molariforme*.
- Os premolares e mailos molares adquiren unha grosa capa de esmalte, o que permite levar unha dieta omnívora.
- Nos homínidos ocorre unha erupción diferencial dos molares, debida fundamentalmente á ralentización da maduración somática.

Os cambios e modificacións da dentición van acompañados dunha serie de adaptacións dos maxilares, en particular do inferior.

O maxilar inferior:

A mandíbula dos homínidos está notablemente reducida na súa lonxitude. Esta redución da mandíbula responde á redución do maxilar inferior, que se acorta debido á regresión do sentido do olfato. En principio, poderíamos pensar que esta redución suporía unha perda de capacidade mastigadora, nembargantes existen unha serie de modificacións que evitan este problema.

O maxilar inferior dos póngidos ten forma de U, cos bordes laterais paralelos. Nun homínido, o acortamento da mandíbula resulta na adquisición dunha morfoloxía converxente. Para evita-la consecuente redución da fileira dentaria a mandíbula ensánchase en norma lateral, de xeito que semella máis un V. Por suposto, o ensanchamento da mandíbula unicamente pode ter lugar se ten lugar un ensanchamento do cráneo có que se articula. Así, a mandíbula dos homínidos resulta máis lixeira e grácil que a dos póngidos. A capacidade mastigadora dunha mandíbula lixeira mantense gracias a tres adaptacións:

- Aumento da superficie trituradora, gracias á molarización dos premolares e á adquisición de pezas tetracúspides.
- O movemento de mastigación é circular, o que mellora o proceso de triturado do alimento. Este movemento circular só é posible ó non sobrepasa-los caninos a altura doutras pezas.
- Os premolares e molares sitúanse nunha posición máis retrasada, máis preto do punto de articulación da mandíbula, aumentando así a forza de mastigación.

Unha mandíbula lixeira non pode soportar grandes tensións. Estas adaptacións permiten incrementa-la eficacia da mastigación aínda que a forza exercida polos músculos mastigadores non sexa moi grande. Os póngidos, que carecen destas especializacións, basean a eficacia da mastigación no desenrolo dunha potente musculatura que se inserta nunha mandíbula máis sólida e resistente.

Tracción mecánica debida á mastigación:

O movemento de mastigación está a cargo de dous músculos, o *masétero* e mailo *temporal*. O masétero é un músculo extraordinariamente forte, principal responsable da mastigación e trituración do alimento. O

masétero insértase no arco posterior da mandíbula, e dende ahí salta ata o *arco zigomático*. O temporal vai dende o arco zigomático á bóveda craneana extendéndose coma un abano. A función do músculo temporal é recibir e difundir as tensións mecánicas xeradas na mastigación.

Os póngidos, que posúen un masétero moi desenrolado e forte que dá lugar á xeración de tensións mecánicas moi considerables. Estes primates posúen unha *cresta saxital* na que se inserta o músculo temporal. A función básica desta cresta saxital é aumentar a superficie de inserción do temporal para amortiguar a tensión. Aínda así, parte das tensións desprázanse cara diante e converxen na rexión supraciliar. Neste punto fórmase unha *cresta supraorbitaria* ou *torus*, un engrosamento osteolóxico que recibe e amortigua a tensión mecánica.

Os homínidos posúen un masétero menos potente, polo que non se xeran tensións tan importantes. Debido a isto obsérvase unha drástica redución do músculo temporal, que se inserta na rexión media da caixa craneana. O cráneo dos homínidos é máis grácil e esbelto, carece de cresta saxital e torus. Tampouco posúe *cresta nuchal*, un engrosamento osteolóxico no que se insertan os músculos responsables de manter erguida a cabeza.

A gracilización craneana:

A hominización afecta á estrutura da caixa craneana. Observamos que se pasa de caixas craneanas baixas, estreitas e alongadas a formas máis elevadas, anchas e curtas. Estes cambios de proporción e morfoloxía responden ós procesos de redución do esplancocráneo e desenrolo do neurocráneo.

Ó estudar este aspecto da hominización debemos fixarnos en dous puntos fundamentais, en concreto debemos anotar dous valores angulares: por unha banda está o ángulo do macizo facial respecto á horizontal, que determina o grado de *prognatismo*; o outro é o ángulo que forma o eixo maior do foramen magnum respecto á horizontal, e que determina o grado de mobilidade do cráneo. Nos homínidos, ambos valores son aproximadamente de 90°. Aínda que estes ángulos se refiren a factores moi distintos están moi relacionados. Lembremos que a redución do macizo facial conleva unha redución paralela da porción posterior do neurocráneo, a desaparición da cresta nuchal e a redución da musculatura relacionada coa mesma, e por ende a reubicación do foramen magnum.

As proporcións da caixa craneana cambian ó cambian os diversos elementos que a compoñen. Nos homínidos obsérvase unha redución dos maxilares e do occipital, ó tempo que o frontal e sobre todo os parietais se fan máis altos. Como resultado obtemos unha caixa craneana máis elevada e esferoidal. Nembargantes, non basta con desenrolar unha caixa craneana grácil para proporcionar mobilidade. A musculatura tamén debe adaptarse axeitadamente.

Fonación e linguaxe fonética:

A *fonación* defínese coma a acción de emitir *fonemas*. A *linguaxe* é un mecanismo de expresión e interrelación. A *linguaxe fonética* é só un dos moitos tipos de linguaxe existentes. A capacidade de fonación non implica directamente que exista unha capacidade de expresarse mediante unha linguaxe fonética. A linguaxe fonética só é posible nos termos dun sistema de comunicación *aberto* que posúa unha *ampla gama* de fonemas con significados *precisos*. Nos primates danse tres requisitos que adicionalmente se requiren para o desenrolo da linguaxe fonética:

- **Gregarismo:** os primates viven en comunidade, polo que existe unha forte interacción entre os individuos do grupo. O gregarismo conleva o desenrolo dunha etoloxía máis complexa, que require do desenrolo de formas de comunicación igualmente complexas.
- **Capacidade de memorización:** directamente relacionada co desenrolo do encéfalo. Non basta coa capacidade de fonación, é preciso rete-lo significado dos fonemas.
- **Ralentización da maduración somática:** conleva un maior tempo de dependencia da proxenia e

consecuentemente un maior tempo de aprendizaxe.

Ata o momento sabemos cales foron as circunstancias que levaron ó desenrolo da linguaxe fonética, agora debemos estudia-las bases anatómicas que permitiron o desenrolo deste tipo de linguaxe.

Base anatómica da fonación:

Á hora de aborda-lo estudio das bases anatómicas da fonación debemos reparar en dous aspectos fundamentais, a *cavidade bucal* e mailo *espacio supralarínxeo*. A adopción do ortogradismo implica unha serie de cambios na estrutura da columna vertebral, como xa estudiamos, cambios que afecta ás rexións anexas, entre as que se conta o espacio supralarínxeo. Por outra banda, a redución da capacidade olfatoria e a conseguinte redución do esplanocráneo e ancheamento facial levaron á reestructuración da cavidade bucal.

Na cavidade bucal distinguimos varios elementos fundamentais para a fonación, pois son os responsables da modulación dos sonidos para articula-las *consoantes*:

- *Fileira dentaria*: a fileira dentaria dos homínidos é contínua, o que permite rete-lo aire, condición indispensable para articular varios fonemas.
- *Lingua*: a mobilidade da lingua é fundamental para a fonación. A mobilidade da lingua nos homínidos vese favorecida polos ensanchamento posterior da cavidade bucal e máis pola adquisición da *eminencia mentoniana*, gracias á cal ten lugar unha anteriorización dos ligamentos linguais que así deixan de limita-los movementos linguais.
- *Beizos*: a mucosa labial reviste ó músculo *orbicularis oris*, particularmente desenrolado nos homínidos.
- *Padal*: o padal consitúe o teito da cavidade bucal. Está formado polo maxilar superior e mailo *palatino*. O padal dos homínidos é máis alto e abovedado.
- *Mentón*: nos homínidos desenrólase unha *eminencia mentoniana*.

As particulares adaptacións da cavidade bucal resultan na capacidade para modula-las consoantes. As vocais modúlanse gracias ás adaptacións do espacio suprafarínxeo. As distintas vocais prodúcense pola variación no diámetro da farinxe. O diámetro aumenta e redúcese pola acción de varios paquetes musculares que revisten á farinxe, pero se a farinxe é demasiado curta estes músculos non poden actuar. A lonxitude do espacio suprafarínxeo ven determinado pola situación da *epiglottis*, que nos homínidos está máis baixa, á altura do extremo inferior da rexión cervical. O descenso da epiglottis está relacionado directamente coa adquisición da postura ortógrada. A morfoloxía do *basicranium* tamén parece gardar relación coa posición da epiglottis.

A hipótese de Laitman:

Coñecidas as bases anatómicas da fonación podemos preguntarnos en que momento apareceu a linguaxe fonética. Nembargantes, os datos paleontolóxicos de que dispoñemos non nos proporcionan moita información. *Laitman* baseouse en evidencias indirectas para tratar de determina-lo momento no que apareciu a linguaxe:

- Polo visto, existe unha relación entre a morfoloxía do *basicranium* e a posición da epiglottis. Os póngidos posúen un *basicranium* plano e teñen unha epiglottis alta. Os humanos posúen un *basicranium* curvado e unha epiglottis baixa. Comprobouse que *Homo habilis* xa presenta unha lixeira curvatura no *basicranium*. En *Homo erectus* xa se aprecia unha curvatura ben definida.
- O lume é unha tecnoloxía, un coñecemento que debía ser transmitido mediante unha linguaxe complexa. As evidencias sinalan a *H. erectus* coma o primeiro homínido que dominou o lume.
- Nos humanos actuais a capacidade para a linguaxe fonética localízase nunhas áreas cerebrais concretas. Aínda que non dispoñemos de datos fósiles do encéfalo dos homínidos primitivos podemos basearnos no estudio das *impresións* do interior da bóveda craneana.

Por separado, estas evidencias non resultan determinantes, pero analizadas en conxunto resultan bastante reveladoras.

O cerebro:

Tódalas adaptacións que estudiamos ata o momento están supeditadas ó cerebro. O cerebro humano xoga un papel fundamental no bipedalismo, a manipulación, a fonación, etc. De feito, sen unha coevolución paralela do cerebro o resto de adaptacións observadas nos homínidos non se terían dado. Como xa sabemos, o desenrolo do encéfalo puido aumentar gracias á reorganización da caixa craneana. A redución do esplacnocráneo e o desenrolo paralelo do neurocráneo deron lugar a un maior desenrolo cuantitativo da masa encefálica. Ademais, non debemos esquecer que nos homínidos tamén se da un maior desenrolo cualitativo, máis importante se cabe que o cuantitativo.

O incremento da masa encefálica:

O incremento da masa encefálica é un rasgo que caracteriza ós primates, e que se fai máis destacado no grupo dos homínidos. Con todo, non debemos centrarnos en valores absolutos, que unicamente nos indican os gramos de cerebro que posúe un individuo, ó valora-la intelixencia. Seguindo esta regra, o animal máis intelixente do mundo sería a balea azul (ben, vai ti a saber). A este respecto, resulta moi máis indicativo o valor EQ, a relación entre a masa encefálica e a masa corporal. No home, a masa encefálica supón un 2% da masa total. Estes son os valores da capacidade craneana dalgúns primates:

Xénero/especie	Individuos macho	Individuos femia
<i>Pan</i>	400 cc	350 cc
<i>Gorilla</i>	530 cc	450 cc
<i>Australopithecus</i>	440 cc	–
<i>Homo habilis</i>	600 – 800 cc	–
<i>Homo erectus</i>	1040 cc	–
<i>Homo sapiens sapiens</i>	1450 cc	1300 cc

En principio, un cerebro de maior tamaño implica un maior número de neuronas, pero o máis importante non é o número en sí, senón o número e complexidade das conexións e circuitos neuronais.

Desenrolo cualitativo do encéfalo:

O maior desenrolo cualitativo do cerebro dos homínidos advírtese particularmente na corteza cerebral. Esta rexión do cerebro está dividida en varias áreas con funcións específicas. Obsérvanse tamén un gran número de fisuras e repregues que forman un intrincado deseño e que aumentan considerablemente a superficie da corteza, e por conseguinte o número de neuronas.

Basicamente, no cerebro humano distínguense dous tipos de áreas. As *áreas primordiais*, coma a *corteza motora*, as *rexións sensoriais primarias* e o *sistema límbico* maduran cedo. A maduración das áreas cerebrais está implicada coa adquisición das vainas de mielina. Estas son áreas esenciais, que coordinan as funcións básicas do organismo:

- *Corteza motora*: controla as funcións motoras. Ubícase na porción posterior do lóbulo frontal, que como sabemos está moi expandido nos homínidos pola elevación dos ósos frontal e parietais. A metade da superficie desta rexións responsabilízase dos músculos da man e máis da fonación.
- *Rexións sensoriais primarias*: hai tres rexións sensoriais primarias, encargadas de recibirlos estímulos sensoriais visuais, táctiles e auditivos: a *corteza visual* localízase no lóbulo occipital; a *corteza táctil* sitúase no lóbulo parietal; a *corteza auditiva* é dobre, localízase nos dous lóbulos temporais.

- **Sistema límbico:** sitúase na rexión máis profunda do cerebro, rodeando á raíz do cerebro. É a rexión máis primitiva do cerebro, está relacionada coa autoconservación e a reprodución. Tamén as emocións residen no sistema límbico. Aínda que o sistema límbico se atopa soterrado baixo diversas capas cerebrais máis modernas a súa influencia sobre a conducta dos individuos é moi considerable. Os primates, animais gregarios, son ata certo punto territoriais e agresivos. Nós tamén somos primates, e aínda que podemos modela-las nosas emocións mediante a corteza cerebral non podemos erradicalas por completo.

As áreas asociativas maduran máis tarde. A función das áreas asociativas é coordina-la información procedente das áreas primordiais. Hai tres áreas asociativas:

- **Áreas asociativas frontais:** estas áreas son as responsables da concentración, actúan coma filtros que suprimen os estímulos externos que nos poden distraer. Existen varios centros supresorios con tal función. A concentración é unha condición básica para o exercicio dun intelecto superior. Existen tamén outros filtros que actúan sobre os sinais procedentes do sistema límbico, permitindo así a modulación da conducta, unha característica específica dos homínidos.
- **Áreas asociativas temporal e occipital:** coordinan a información sensorial auditiva (área temporal) e visual (área occipital). Actúan coma decodificadores que dotan de significado ós sinais percibidos polos sentidos.
- **Áreas asociativas parietais:** son as áreas asociativas por excelencia. Sítúanse nunha rexión central. A función das áreas parietais é coordina-la información que chega dende tódalas áreas asociativas. As áreas parietais subdivídense en varios centros responsables da coordinación motora, da linguaxe, etc.

No proceso da fonación obsérvase o elevado grado de coordinación existente entre o cerebro, cos seus sistemas sensoriais, e o sistema fonador. Durante un proceso convencional de comunicación daríanse os seguintes pasos:

- Recepción sensorial dun fonema (APT).
- Decodificación do fonema (AST).
- Retención do significado do fonema (memorización).
- Identificación do fonema como compoñente da linguaxe (ASP).
- Dotación dun compoñente emocional ó fonema (sistema límbico).
- Elaboración dunha resposta (ASP).

PALEOPRIMATOLOXÍA

MÉTODOS DE DATACIÓN

Os métodos de datación son necesarios para ordenar de xeito cronolóxico o rexistro fósil. Basicamente, existen dous tipos de métodos de datación: os métodos *relativos* establecen un contexto comparativo, de xeito que nos permiten dicir se unha evidencia é máis antiga ou máis moderna que outra; os métodos *absolutos* estiman directamente un número concreto de anos de antigüidade.

Métodos relativos:

Foron os primeiros métodos empregados, e aínda que hoxe se ven un pouco relegados polo desenrolo de novos medios e técnicas tiveron unha grande importancia para o desenrolo temprano da paleontoloxía. Imos estudia-los tres métodos relativos máis importantes:

- **Estratigrafía:** baséase no principio de superposición dos estratos xeolóxicos. Nembargantes, hoxe sabemos que este principio pode fallar por diversas circunstancias coma cataclismos xeolóxicos, excavacións, intrusismo biolóxico...
- **Método do flúor:** baséase en que os restos fósiles van experimentar unha ganancia progresiva de flúor pola substitución no tecido óseo do OH⁻ polo F⁻ (substitución do *hidroxiapatito* polo

fluorapatito). Nembargantes, este proceso pode verse alterado polas condicións edáficas.

- **Método do nitróxeno:** baséase na perda progresiva de nitróxeno orgánico nos fósiles. Novamente, este proceso pode variar segundo as condicións edáficas e da taxa de descomposición.

Métodos absolutos:

Os métodos absolutos desenroláronse máis tardiamente e hoxe empréganse con preferencia ós relativos pola súa maior precisión. Existen tres métodos básicos de datación absoluta:

- **Racemización de aminoácidos:** na natureza existen aminoácidos de dúas formas, D e L. A forma L é a máis común na natureza, pero pode transformarse nunha forma D pola acción de encimas *racemosas* e tamén espontaneamente. O tempo preciso para que teña lugar a conversión espontánea está determinado por unha constante específica para cada aminoácido. Así, estudando a relación D/L dun aminoácido concreto podemos establecer unha relación entre o tempo e a interconversión. A *valina* e a *isoleucina* teñen unha Kaa = 100000 anos, mentres que o *ácido aspártico* ten unha Kaa = 15000 anos.

$$\ln \frac{1 + D/L}{1 - D/L} - 0.14 = 2 K_{aa} t$$

O problema deste método é que unicamente se pode aplicar cando posuímos restos de materia orgánica. Ademais, o proceso de racemización pode verse alterado polas condicións do medio. Así e todo, a racemización de aminoácidos é moi precisa e fiable, e pódese aplicar con mostras moi pequenas. A técnica do C14 garda certas semellanzas coa racemización.

- **Método do Ar/K:** na natureza podemos atopar tres isótopos do potasio: K39 constitúe o 93'08%, o K40 o 0'012% e o K41 o 6'91% do total. O K40 é inestable, podendo transformarse en Ar40 mediante a captura dun electrón, o que ocorre nun 80% dos casos. No 12% dos casos, o K40 transfórmase en Ca40 pola emisión dun electrón. O calcio neoxénico non se pode distinguir do preexistente na materia orgánica, pero o argón si. A velocidade de conversión do K40 está determinado pola súa vida media (T), que é duns 1'3 109 anos. Así, podemos supoñer que a cantidade total de potasio existente nunha mostra é practicamente igual que a existente no momento inicial, polo que todo o argón existente na mostra procederá da conversión do K40. Este método ofrece unha gran precisión e posúe unha ampla cobertura cronolóxica, podendo ser aplicado a materiais de moi diversa natureza. Nembargantes, as cantidades de potasio e argón que conteñen as mostras poden variar por causa de diversos procesos físico-químicos.
- **Método do Rb/Sr:** este método é semllante ós do Ar/K. Existen dous isótopos de rubidio na natureza: o Rb85 é estable e constitúe a maioría, mentres que o Rb87 atópase en menor cuantía e transfórmase espontaneamente en Sr87 segundo unha T de 50 109 anos. Polo dilatado da vida media do rubidio este método é máis axeitado para datar materiais xeolóxicos.

A FOSILIZACIÓN

Os fósiles son a principal fonte de información e o material de traballo fundamental da paleontoloxía. A *tafonomía* é unha disciplina da paleontoloxía especializada no estudo dos fósiles e a fosilización. Existen diversos tipos de fósiles conservados gracias a diversos fenómenos, coma a *conxelación*, a *deshidratación*, a *inclusión* en ceras ou ambar, ou ben por *mineralización*. Este último caso é o máis común. A mineralización dun organismo consiste na substitución do átomos que constitúen a materia orgánica por ións minerais da fase edáfica.

Proceso xeral da fosilización:

Requírense varias condicións para que un organismo chegue a fosilizarse. En primeiro lugar, debemos contar sempre con que as partes brandas do organismo serán destruídas pola acción das bacterias, é dicir, sufrirán unha *putrefacción*, xa sexa oxidativa ou reductora. Os restos da putrefacción darán lugar ó *sapropel* e ó *humus*, que baixo determinadas condicións poden converterse en *petróleo* e *carbón* respectivamente.

As partes duras dos organismos, coma o esqueleto ou as cunchas son ás únicas que poden sufrir a mineralización. No esqueleto atópase tanto materia orgánica coma inorgánica. A materia orgánica sofre a putrefacción do mesmo xeito que ocorre coas partes brandas do organismo. A destrución da materia orgánica dos ósos aumenta a porosidade dos mesmos, posibilitando así a mineralización da materia inorgánica (entendendo como tal os minerais orixinais do óso). Nembargantes, a mineralización require unha serie de condicións, é un proceso lento que pode verse alterado por moitas circunstancias. En xeral, a fosilización é un proceso extraordinariamente casual. Así, o principal obstáculo co que se atopan os paleontólogos é a escasez de fósiles, isto é, a escasez de material de traballo.

PALEOPRIMATOLOXÍA

O rexistro paleontolóxico dos primates remóntase a finais do cretáceo, última etapa da era secundaria. O paso da era secundaria á terciaria está marcado por unha extinción masiva. Literalmente, tódolos bosques do planeta arderon por completo desaparecendo así milleiros de especies de plantas e animais, incluídos os dinosaurios, ecosistemas enteiros en definitiva. Así e todo, a vida sobre a Terra non foi aniquilada por completo, é máis, o planeta devastado era agora un campo abonado para o desenvolvemento de novas tendencias evolutivas, o que orixinaría unha diversidade de organismos meirande que a de calquera outra etapa anterior.

Orixen dos primates:

O paleoceno é a primeira etapa da era terciaria, abarca dende os 65 ata os 54 millóns de anos. A principios deste período a placa norteamericana está en contacto coa europea, mentres que Sudamérica, África e Asia están ailladas. Máis tarde, Asia chocaría con Europa, formándose no borde de contacto os *Montes Urales*. Durante o paleoceno rexistrouse un incremento das temperaturas, acadando de media uns 14º. Logo da gran extinción acontecida a finais do cretáceo desenroláronse as anxiospermas. No reino animal, a extinción dos dinosaurios deixou un inmenso número de nichos ecolóxicos baleiros, destinados agora a ser ocupados polos superviventes, fundamentalmente mamíferos e aves. Os primeiros primates apareceron na placa europea no período de transición entre a era secundaria e a terciaria. Estes primates primitivos serían obviamente moi semellantes ós seus ancestros insectívoros.

Purgatorius ceratops:

Os restos máis antigos identificados coma de primate atopáronse no estado de *Montana*. Os restos de *Purgatorius ceratops* son moi fragmentarios, apenas unhas pezas dentarias e algunhas mandíbulas, nembargantes, aportan xa datos determinantes que permiten cataloga-lo coma un primate. O análise dos dentes revelou un ensanchamento e redondeamento da superficie dentaria, do que se deduce que *P. ceratops* tiña unha dieta máis ben vexetariana que requería o triturado do alimento. Aínda que primitivo e alonxado dos patróns dos primates actuais, *P. ceratops* xa non é un insectívoro.

Infraorden Plesiadapiformes:

O infraorden extinto dos plesiadapiformes está incluído entre o suborden *Prosimii*. Este infraorden apareceu previamente ós tres infraordenes de prosimios existentes na actualidade, que son en realidade descendentes deste primitivo grupo. Os plesiadapiformes están representados polo xénero *Plesiadapis*, pertencente á familia *Plesiadapidae*.

Plesiadapis era un primate arborícola, cun tamaño de entre 15 e 20 cm. Os primeiros restos deste animal

atopáronse nas aforas de París. O que máis destaca de *Plesiadapis* é o cráneo, baixo e alongado, cuns cóndilos occipitais posteriorizados e cun gran desenvolvemento do esplanocráneo fronte ó neurocráneo. As órbitas, aínda que son abertas, presentan uns certos indicios de frontalización. Obsérvase tamén un diferenciación dentaria. Os incisivos inferiores son moi procumbentes, semellantes ós dos insectívoros, mentres que os superiores son multicúspides. As pezas molares son de tipo triturador. *Plesiadapis* carece de caninos e premolares, e presenta un amplo diastema entre os incisivos e os molares.

Os plesiadapiformes diversificáronse profusamente durante o paleoceno, dando lugar a catro familias. Ademais dos *Plesiadapidae* atopamos ós *Omomyidae*, os *Picrodontidae* e mailos *Carpolestidae*. Estas dúas últimas familias foron ensaios evolutivos abortivos que desapareceron no mesmo paleoceno. Os restos indican que eran animais especializados nunha dieta frugívora. En canto ós *Omomyidae*, non son máis que os descendentes de *P. ceratops*. *Plesiadapidae*, *Picrodontidae* e *Carpolestidae* diferenciáronse precisamente dos *Omomyidae*.

A radiación prosimia:

Unicamente os *Omomyidae* e os *Plesiadapidae* acadaron o eoceno, un período que abarca dende os 54 ata os 34 millóns de anos. Durante este período ten lugar a *radiación prosimia*. As formas de primates aparecidas no paleoceno continuaron evolucionando e diversificándose no hemisferio norte, igual que facían o resto de grupos animais. Mentres que a finais do paleoceno existían unicamente unhas 41 familias de mamíferos, no eoceno esta cifra elévase ata as 95. En total existían uns 45 xéneros de primates. Durante o eoceno as temperaturas seguiron aumentando, acadándose unha media de entre 20 e 22 graos centígrados. O ambiente era tropical, as selvas cubrían os continentes e os primates estaban adaptados a unha vida arborícola. Neste período apareceron os *Lemuriformes* e os *Tarsiformes*.

Infraorden Lemuriformes:

Os lemuriformes teñen a súa orixe na familia *Adapidae*, diferenciada dos *Omomyidae* no eoceno. Os *Adapidae* distribuíronse amplamente nos ambientes tropicais do hemisferio norte, diferenciándose en dúas subfamilias: os *Adapinae* na placa europea, representados polo xénero *Adapis*; os *Notharctinae* na placa norteamericana, representados polos xéneros *Notharctus*, *Pelycodus* e *Smilodectes*. Os *Adapidae* son moi semellantes ós actuais lemures. Obsérvanse semellanzas na ubicación do foramen magnum e no desenvolvemento do neurocráneo fronte ó esplanocráneo. Posuían un anel orbitario oblícuo e un tímpano osteolóxicamente libre. A familia *Adapidae* extinguiuse antes de que rematara o eoceno, pero os seus descendentes sobreviviron para expandirse posteriormente.

Infraorden Tarsiformes:

Os tarsiformes diferenciáronse coma os lemuriformes a partir dos *Omomyidae*, diversificándose logo en dúas familias, *Tarsiidae* e *Anaptomorphiidae*. *Tarsiidae* está representada polo actual xénero *Necrolemur*. Os tarsiformes primitivos eran bastante semellantes ás formas actuais, presentaban grandes fosas orbitarias frontalizadas e un notable desenvolvemento do neurocráneo. O patrón dentario era tamén semellante ó actual. Asemade, posuían un auténtico conducto timpánico. A familia *Anaptomorphiidae* extinguiuse no eoceno, xunto cos últimos representantes dos *Omomyidae* e os *Plesiadapidae*.

A radiación antropeidea:

O oligoceno é un período de crise, as temperaturas descenden ata unha media de 14º, o que provoca o retroceso das masas forestais tropicais, e por conseguinte da súa fauna. O aumento da estacionalidade no hemisferio norte, cuna dos primates, aumentou a presión selectiva e determinou a extinción de numerosos grupos animais. Outros grupos desprázanse cos bosques ou tratan de adaptarse ás novas condicións ambientais. Entre os primates, a adaptación levou á unha nova diversificación e radiación do grupo, a

radiación antropoidea. As formas aparecidas no oligoceno cambian a súa dieta e experimentan unha notable reorganización sensorial, a visión e o sentido do oído desenrólanse en detrimento do olfato. O encéfalo segue a desenrolarse, permitindo o desenvolvemento dunha etoloxía máis complexa. Os antropoideos xurden no oligoceno coma o relevo dos primitivos prosimios, que finalmente desapareceron do hemisferio norte.

Relación das masas continentais do oligoceno:

Os restos máis antigos de antropoideos no continente americano pertencen ós xéneros *Branisella* e *Macrotarsius*, atopados na placa sudamericana. Os restos máis antigos de antropoideos no Vello Mundo atopáronse en *El Fayum*. Nembargantes, as primeiras formas de antropoideos teñen que ser máis antigas. A mediados do eoceno tivo lugar a separación das placas europea e norteamericana. Cando no oligoceno comezaron a descender as temperaturas, os prosimios europeos puideron desprazarse a África e sobrevivir en dito continente. Nembargantes, as poboacións do outro lado do Atlántico estaban ailladas. Cando as dúas placas americanas se xuntaron os prosimios xa desapareceran.

Dado que existen antropoideos tanto en América coma en África e Asia cabe supoñer que o primitivo antecesor destes primates xurdiu antes da separación de Europa de Norteamérica. En realidade, aínda que os prosimios americanos tiveran sobrevivido, sería imposible que foran os antecesores dos antropoideos do Novo Mundo, pois o dos antropoideos é un grupo monofilético. Debe existir un antecesor común para os antropoideos do Novo e o Vello Mundo.

Orixe das superfamilias Cercopithecoidea e Hominoidea:

Os antropoideos diferenciáronse dos prosimios nalgún momento antes da separación de Europa e Norteamérica. A separación fixo que a evolución transcurrixe de xeito distinto para os dous grupos, diferenciándose así os *Catarrhini* dos *Platirrhini*. No Vello Mundo, os *Catarrhini* diferenciáronse en dúas grandes superfamilias, *Hominoidea* e *Cercopithecoidea*.

A superfamilia *Cercopithecoidea* comprende unha familia e unha subfamilia, *Cercopithecidae* e *Parapithecinae* respectivamente. O xénero máis representativo son *Apidium* e *Parapithecus*, sendo este último o mellor candidato como precursor dos actuais cercopitécidos. *Pongidae* foi a primeira familia diferenciada dos *Hominoidea*. Actualmente os *Pongidae* divídense en dúas subfamilias, *Hylobatinae* e *Ponginae*, pero no oligoceno só existían os *Pliopithecinae* e mailos *Dryopithecinae*.

O xénero *Aegyptopithecus* caracteriza ós *Dryopithecinae* do oligoceno. Era un primate semellane ós actuais chimpancés, aínda que con algúns rasgos primitivos. O patrón de dentición é xa 2123/2123, os incisivos son planos e de implantación vertical, aínda que os caninos son cónicos e de maior tamaño que o resto das pezas, o que requiría a presenza de diastemas. Os premolares son tetracúspides e non posúen lofos. Posuían fosas orbitarias frontalizadas e un conducto timpánico. Unha análise detallada revela algunhas semellanzas con *Apidium*, o que fai supoñer que os *Pongidae* se diferenciaron dos *Cercopithecidae*. Posteriormente, a partir dos *Pongidae* diferenciaríanse os *Hominidae*.

A radiación hominoidea:

A última gran expansión dos primates tivo lugar entre os mioceno e o plioceno, abarcando así dende os 25 ata os 5 millóns de anos. Naquel período as temperaturas eran semellantes ás actuais, así que os bosques tropicais non eran moi extensos. Había ademais unha gran actividade tectónica e volcánica, o que conlevou a destrución de grandes áreas arboladas, que foron substituídas por chairas herbáceas e sabanas. A actividade tectónica fai que contacten Asia e África. O mar Mediterráneo desécase durante 5 millóns de anos, permitindo así o trasvase faunístico a Europa. Durante este convulsionado período teñen lugar varios ensaios evolutivos máis ou menos afortunados, e os antropoideos extendéronse tanto por zonas abertas coma polas selvas tropicais.

Os xéneros *Dryopithecus*, *Oreopithecus* e *Gigantopithecus*:

A subfamilia *Dryopithecinae* continuou a súa evolución durante esta etapa. O xénero *Dryopithecus* constitúe un eslabón de gran importancia na evolución dos *Hominoidea*. *Dryopithecus* carece dalgúns rasgos primitivos que posuía o seu antecesor, o *Aegyptopithecus*. Este antigo hominoideo presentaba xa cinco cúspides nos premolares, coma nos chimpancés actuais. Os datos paleontolóxicos dispoñibles hoxe parecen indicar que o xénero *Dryopithecus* é o punto de diverxencia entre as subfamilias *Ponginae*, *Gigantopithecinae* e *Oreopithecinae*.

Oreopithecus foi o primeiro intento de explotación dos medios abertos das rexións templadas. As primitivas formas arbóreas de *Dryopithecus* saíron de África e extendéronse por Europa, para extinguirse ó cabo de non moito tempo. En Asia ocorreu algo semellante. Os *Dryopithecus* diferenciáronse alí para dar lugar ó *Gigantopithecus*. Este primate vivía nas grandes chairas herbáceas da China. Os restos que chegaron ata nós son moi fragmentarios, pero pénsase que *Gigantopithecus* podía acadarlos 250 ou 300 kg de peso. Coma no caso dos *Oreopithecus*, este tamén foi un ensaio fallido.

O xénero *Ramapithecus*:

O terceiro intento de explotación dos grandes espazos abertos correspondeulle ó *Ramapithecus*. Os restos deste primate asiático teñen entre 14 e 18 millóns de anos. Posúe varias características que o achegan bastante á familia *Hominidae*. *Ramapithecus* posuía incisivos planos de implantación vertical, os caninos estaban reducidos e non presentaba diastemas. Sábese ademais que a erupción dos molares ocorría gradualmente. As ramas mandibulares presentan un patrón intermedio entre os póngidos e os *Australopithecus*. Por todo isto, durante moito tempo pensouse que *Ramapithecus* era o antergo común entre homínidos e póngidos. Nembargantes, os estudos do coláxeno realizados por *Andrews* botaron abaixo esta hipótese, ó tempo que achegaban ata hai só 6 ou 7 millóns de anos a diverxencia entre póngidos e homínidos. *Ramapithecus* foi logo outro ensaio fallido, coma os do *Oreopithecus* e o *Gigantopithecus*.

PALEOANTROPOLOXÍA

XÉNERO AUSTRALOPITHECUS

Os australopitecos xurden hai uns 4 millóns de anos a partir de formas de *Dryopithecus*, das que tamén xurdiron os orangutáns, gorilas e chimpancés. O antecesor comúns de *australopithecus* e os póngidos viviu hai entre 5 e 7 millóns de anos. Os primeiros homínidos eran moi semellantes a este antecesor común, con rasgos máis simiescos e semellantes ós póngidos. Os xacementos máis importantes de *australopithecus* localízanse no sur e leste de África. Os puntos clave nos que se fixeron os descubrimentos de maior relevancia sitúanse en *Laetoli*, no *lago Turkana* e no *val de Olduvai*.

Australopithecus ramidus e *Australopithecus anamensis* son as formas máis antigas que se coñecen, datadas hai entre 4'5 e 4 millóns de anos. *A. afarensis* aparece no rexistro fósil dende os 4 ata os 3 millóns de anos, cando é sucedido por *A. africanus*. Hai 2'5 millóns de anos aparecen *A. boisei*, e hai 2 millóns *A. robustus*.

***Australopithecus afarensis*:**

O descubrimento de *A. afarensis* nos anos 70 supuxo unha auténtica revolución, pois tratábase do homínido máis antigo descuberto ata o momento. Os restos de *Lucy* supoñen o 40% do esqueleto, unha cifra nada despreciable. A caixa craneana de *Lucy* lembra á dun póngido, aínda que o esqueleto postcranial é máis semellante ó dos homínidos. O aspecto de *Lucy* sería bastante simiesco, aínda que conta con capacidade para o bipedalismo. O cráneo ten un volumen de entre 400 e 450 cc, é baixo, alongado e posúe unha cresta nugal ben marcada, o que constitúe un indicio do prognatismo deste homínido. O foramen magnum, nembargantes, é basal. A pelvis é corta e ancha, e o colo femoral está tamén claramente ensanchado, o que delata a capacidade

para o ortogradismo e o bipedalismo de *A. afarensis*. Existía un marcado dimorfismo sexual: os machos medían uns 150 cm de altura e pesaban arredor dos 45 kg, mentres que as femias medían uns 100 cm e pesaban uns 30 kg.

Nos anos 80 descubriuse unha forma de *Australopithecus* máis primitiva que Lucy, o *Australopithecus anamensis*. No ano 1994 descubriuse *A. ramidus*, aínda máis antigo. Os restos de ramidus son moi fragmentarios, unicamente sabemos que posúe unha pelvis ensanchada e que o membro inferior e o pé xa estaban adaptados ó ortogradismo. Nembargantes, a disposición do foramen magnum é máis semellante á do chimpancé, aínda que xa se pode observar unha certa anteriorización.

Diferencias entre as formas gráciles e robustas:

Ata *A. afarensis* a evolución do xénero *Australopithecus* foi de tipo *anaxénico*, nembargantes existen varios detalles diferenciadores entre *A. africanus* e as formas robustas *A. boisei* e *A. robustus*, o que semella indica-la existencia de dúas liñas diverxentes:

Caracteres	<i>A. africanus</i>	<i>A. boisei</i> e <i>A. robustus</i>
Capacidade craneana	440 cc	530 cc
Altura	145 cm	154 cm
Peso	30 kg	60 – 90 kg
Cresta saxital	Inexistente	Cresta saxital marcada
Bóveda craneana	Arqueada	Aplanada
Esplacnocráneo	Reducido	Predominante
Constricción retroorbitaria	Pouco marcada	Moi marcada

Outros caracteres son bastante semellantes, coma a cintura pélvica. Tanto as formas gráciles coma as robustas posúen mans con falanxes menos arqueadas que no caso de *A. afarensis*, o que suxire un abandono da braquiación e a vida arbórea. Tamén se observa un ensanchamento da xema terminal, o que permitiría unha maior irrigación e inervación e polo tanto un maior desenrolo do tacto. O perfeccionamento do bipedalismo é tamén notable, de xeito que as mans quedan así liberadas da locomoción. O bipedalismo e o desenrolo do tacto permitiron así o perfeccionamento da manipulación. A pesares das diferencias, tanto as formas gráciles coma as robustas debían resultar menos simiescas.

O análise do aparato mastigatorio suxire que ambas formas levaban unha dieta vexetariana, aínda que as formas robustas debían inxerir alimentos máis duros, coma raíces ou froitos, que as gráciles, que se alimentaban de follas. A dieta fainos pensar que os *Australopithecus* gráciles vivirían en zonas boscosas e húmidas, mentres que as formas robustas se atoparían en rexións máis áridas. Análises máis recentes realizados mediante a técnica do Rb/Sr revelaron que os *Australopithecus* robustos puideron ter incluído algo de carne na súa dieta.

No ano 1985 descubríronse en Turkana uns restos cunha antigüidade estimada en 2'5 millóns de anos, anteriores polo tanto ás formas robustas de *Australopithecus*. O *A. aethiopicus* descuberto por Walker presentan nembargantes un particular mosaicismo evolutivo, pois mentes que o esqueleto postcraneal é de tipo robusto, máis que o do propio *A. boisei*, o cráneo seméllase máis ó de *A. afarensis*.

XÉNERO HOMO. ETAPA HABILIS

En contraste co carácter anaxénico da evolución dos *Australopithecus*, no xénero *Homo* obsérvanse varias bifuracións e linaxes diferenciados por un proceso de evolución *cladoxénico*. Os xacementos máis importantes localízanse no leste africano, no lago Turkana, no val de Olduvai e en *Koob Fora*. A orixe do xénero *Homo* debe estar logo nas formas de *Australopithecus* que habitaban nesta rexión. Hai dous millóns de anos

coexistían aquí varias especies de *Australopithecus* robustos e un homínido, *Homo habilis*.

O primeiro fósil de *H. habilis* atopárono en 1964 *Louis Leakey* e *Tobias*. Naquel momento tratouse do fósil máis antigo coñecido dun homínido. Os descubrimentos posteriores levaron a diferenciar tres especies: *H. rudolfensis* viviu entre os 2'5 e os 1'9 millóns de anos; *H. habilis* apareceu hai 2 millóns de anos; *H. ergaster* é a forma máis moderna, apareceu hai 1'7 millóns de anos e probablemente se trata do eslabón que comunica a etapa *habilis* coa etapa *erectus*. En xeral, a etapa *habilis* é un período de maduración na que se consolida o modelo de homínido que xurdiu dos *Australopithecus*.

Homo habilis:

O *Homo habilis* descuberto por Leakey e Tobias recibe a denominación *KNM-ER1740*. Este homínido posúe unha capacidade craneana de 680 cc, aínda escasa pero superior á dos actuais monos antropoides. O ensanchamento do cráneo resulta nunha marcada redución da constricción retroorbitaria. En xeral, o cráneo é máis armónico ó reducirse o macizo facial e desenrolarse o neurcráneo. Obsérvase tamén unha redución significativa do aparato mastigatorio, desaparece a cresta saxital e redúcese a arcada dentaria, o que resulta na correspondente redución do prognatismo. As pezas dentarias están diferenciadas segundo o típico modelo homínido e as ramas mandibulares son converxentes. Suponse que *H. habilis* seguía unha dieta vexetariana branda. A pelvis é semellante á dos homínidos posteriores, ensanchada e corta, o que delata a capacidade para o bipedalismo. No pé advírtese o desenrolo dunha verdadeira estrutura plantar moi semellante á do patrón homínido. Na man obsérvase unha potenciación do polgar e a capacidade de opoñibilidade. As xemas terminais están ensanchadas. Co desenrolo destas bases anatómicas e unha maior capacidade cerebral non hai dúbidas respecto á capacidade de manipulación de *H. habilis*. En calquera caso, tamén dispoñemos de evidencias do desenrolo tecnolóxico de *H. habilis*. A primitiva tecnoloxía de *Oldowan* consistía en formar obxectos con aristas cortantes mediante o golpeo de pedras. As evidencias máis antigas desta tecnoloxía datan de hai 2'4 crons, polo que se deben atribuír a *H. rudolfensis*.

Filoxenia da etapa habilis:

XÉNERO HOMO. ETAPA ERECTUS

A etapa *erectus* ten a súa orixe na etapa *habilis*, obviamente. A cobertura cronolóxica da etapa *erectus* vai dos 1'8 ós 0'3 millóns de anos. Existen dous modelos acerca da orixe de *Homo erectus*. O modelo *monoespecífico* proposto por *R. Leakey* está hoxe practicamente descartado. Leakey proponía un modelo de evolución anaxénico no que as diversas etapas e xéneros de homínidos se sucederían de xeito contínuo. O descubrimento de máis evidencias fósiles fixo tambalearse ó modelo *monoespecífico*, polo que *B. Wood* propuxo así o modelo *multiespecífico*. Neste modelo existen dous puntos de diverxencia fundamentais: o primeiro punto sitúase en *Australopithecus africanus*, e constitúe o punto de diverxencia de *Homo habilis* e *Homo rudolfensis*; o segundo punto sitúase en *Homo ergaster*, e constitúe o punto de diverxencia da etapa *erectus* e da etapa *sapiens*. Así, o modelo *multiespecífico* axústase a un esquema de evolución cladoxénico. Segundo este modelo, tanto *Homo habilis* coma tódolos representantes da etapa *erectus* constituirían linaxes abortivas.

Distribución xeográfica:

Durante a etapa *erectus* tivo lugar a primeira gran expansión do xénero *Homo*, podendo atoparse restos en diversos continentes. Estes son os xacementos máis importantes:

- **África:** na rexión subsahariana destaca o val de Olduvai, mentres que no norte podemos atopar restos en *Rabat* e *Ternifine*.
- **Asia:** destacan os xacementos de *Chu-ku-tien*, *Lantian* e *Trinil*.
- **Europa:** atópanse restos importantes en *Mauer*, *Wertezszollos* e *Petralona*.

A expansión do xénero *homo* durante a etapa *erectus* implica o desenvolvemento dunha serie de capacidades, fundamentalmente de carácter tecnolóxico. A expansión cronolóxica e sobre todo xeográfica durante a etapa *erectus* levou a unha maior diversidade biolóxica.

Caracteres xerais dos homínidos da etapa *erectus*:

Como xa dixemos, a etapa *erectus* ten unha ampla cobertura cronolóxica, polo que a miúdo atoparemos diferencias notables respecto dalgún carácter entre as especies máis modernas e as máis antigas. Así ocorre por exemplo coa capacidade craneana. O volumen craneal medio de *Homo erectus* é duns 1000 cc, nembargantes téñense atopado restos antigos nos que este valor era só de 730 cc, mentres que nas especies máis modernas rondaba os 1200 ou 1300 cc. En calquera caso, a caixa craneana é máis armónica que a de *Homo habilis*, aínda que algo tosca.

Ó comparalo con *Homo sapiens* advertimos que a bóveda craneana é baixa. Tamén se observa unha marcada cresta supraorbitaria e unha maior separación das órbitas. Estas características están directamente relacionadas co desenvolvemento do aparato mastigatorio, que é maior que en *H. sapiens*. O contorno do cráneo en norma posterior é pentagonal. A rexión occipital é máis angulosa, o que delata o maior desenvolvemento da musculatura nuchal. A mandíbula é máis robusta e as pezas dentarias están ben desenvoladas. Un detalle moi a ter en conta é a carencia de mentón, lembremos que o desenvolvemento da eminencia mentoniana tiña unha importancia capital no desenvolvemento da linguaxe fonética. O aspecto xeral de *H. erectus* é robusto, eran individuos de esqueleto compacto que medían entre 150 e 180 cm de altura. O pé e os membros inferiores eran semellantes ós de *H. sapiens*, observándose unicamente unha lixeira estreitez do colo femoral.

Formas asiáticas:

No ano 1927 atopáronse en Chu-ku-tien uns restos cunha antigüidade estimada de 300000 anos. Nun principio denominouse a este homínido como *Sinanthropus pekinensis*, pero xa hai tempo que se incluíu como representante da etapa *erectus*. O home de Pekín tiña unha capacidade craneal de 1300 cc, un valor moi próximo ó do ser humano actual. En trinitat atopáronse restos máis antigos, de hai entre 1'5 e 0'5 millóns de anos. Estes individuos posuían un volumen craneal de tan só 830 cc. Pénsase que os restos de *Homo erectus* atopados en Java son representantes dunha expansión previa á do home de Pekín, diferenciado con posterioridade a partir destas poboacións máis antigas.

Formas europeas:

En Europa téñense atopado restos en diversas rexións. En Mauer atopouse unha mandíbula cunha antigüidade de entre 700000 e 400000 anos. A mandíbula de Mauer presenta un notable mosaicismo, é robusta e carece de mentón, pero presenta un patrón de dentición semellante ó de *Homo sapiens*. En Wertzszollos atopáronse individuos cunha rexión occipital bastante desenvolada e semellante á de *Homo sapiens*.

Significado adaptativo da etapa *erectus*:

Na etapa *erectus* dase por fin un considerable incremento da capacidade craneana, o que permitiu o correspondente desenvolvemento do encéfalo, o que unido á capacidade manipuladora da man de *Homo erectus* posibilitou o desenvolvemento dunha industria lítica máis refinada, a industria *achelense*. A consecuencia final destes cambios é a maior capacidade de expansión de *Homo erectus*.

Outro dos grandes logros da humanidade tamén tivo lugar durante a etapa *erectus*, falamos do dominio do lume, feito que aconteceu hai uns 750000 anos. O lume supuxo unha auténtica revolución para o home. Gracias ó lume puidéronse cocinar os alimentos, facendo así que fosen máis brandos e doados de mastigar, e permitindo logo diversificar a dieta e incrementar o consumo de carne. Unha vez que se fixo posible comer máis carne fíxose preciso mellorar a caza, que ata aquel momento fora unicamente unha tarefa ocasional

realizada por individuos aillados. Hai evidencias de que *Homo erectus* podía cazar presas tales coma elefantes ou rinocerontes, polo que necesariamente debía cazar en grupos de varios individuos que cooperaban entre si. A cooperación só pode ter lugar cando existe unha sociedade complexa de base. O lume proporciona ademais protección fronte o frío e os depredadores, o que abre novamente as vías para a expansión xeográfica. O lume e tódalas súas implicacións levaron finalmente ó establecemento de asentamentos máis ou menos fixos. Pódese supoñer que *Homo erectus* podía comunicarse dalgún xeito, poida que non fonéticamente, pero a complexidade das súas sociedades e costumes fan case que imprescindible esta condición.

XÉNERO HOMO. ETAPA SAPIENS

Durante moito tempo considerouse que *Homo erectus* era o eslabón previo a *Homo sapiens*, nembargantes, as evidencias actuais parecen demostrar que *H. erectus* é unha linaxe abortiva. Con todo, a etapa erectus, considerada en toda a súa dimensión é con toda certeza o paso previo á etapa sapiens, unicamente falta determina-lo punto de diverxencia. *Homo sapiens* apareceu hai 300000 anos, e polo de agora aínda sobrevive, pero o *home actual* apareceu hai entre 100000 e 30000 anos, esto é algo sobre o que non hai acordo.

Homo sapiens neanderthalensis:

O home de *Neandertal* é o primeiro representante da etapa sapiens. O neanderatal establécese coma unha solución de continuidade entre a etapa erectus e o *Homo sapiens sapiens*, pero ó igual de erectus é un linaxe abortivo. *Homo sapiens neanderthalensis* é unha forma propia de Europa, diferenciada a partir de poboacións de erectus europeas que quedaran ailladas. Podemos atopar restos de neandertais dende Oriente medio ata Europa occidental. A ampla distribución xeográfica do neandertal resultou nunha diversidade biolóxica bastante notable, pero a grandes rasgos estes individuos estaban especialmente adaptados para o ambiente frío e rigoroso imperante naquela época no continente europeo.

As últimas formas de neandertais compartían moitos caracteres con *Homo sapiens sapiens*, pero presentaban algunhas diferencias notables. Os neandertais tiñan unha gran envergadura e un corpo robusto, acadando 180 cm de altura media. O esqueleto locomotor non é moi distinto do dos homes modernos, non hai diferencias considerables en pés, mans, pelvis, etc. As maiores diferencias localízanse na rexión craneal. Os neandertais posuían unha capacidade craneal nalgúns casos superior á do home moderno, aínda que esto non significa que posuíran un psiquismo superior. No neurocráneo advírtense aínda algúns rasgos que lembran á etapa erectus. A bóveda craneana é relativamente baixa e alongada, e a rexión occipital é angulosa, aínda que carece de cresta nugal. O frontal non está tan verticalizado como en *Homo sapiens* e o macizo facial é aínda prominente. A arcada supraorbitaria, aínda que menos desenrolada que a de *Homo erectus* é maior que a de *Homo sapiens*, o que nos indica o maior desenrolo do aparato mastigatorio. A mandíbula é tamén robusta, pero a dentición xa é típicamente moderna. En xeral, os neandertais parecen ser unha forma intermedia entre a etapa erectus e *Homo sapiens sapiens*.

Significado evolutivo dos neandertais:

Dende o seu descubrimento sempre se pensou que os neandertais eran unha subespecie de *Homo sapiens*, unha forma de transición entre a etapa erectus e *Homo sapiens sapiens*. Hoxe en día parece que esta hipótese xa non está tan clara e débate a posibilidade de que os neandertais pertencen a unha especie distinta, *Homo neanderthalensis*. Os datos dispoñibles na actualidade non permiten confirmar esta hipótese, así que o único que podemos facer é especular.

A hipótese máis aceptada a día de hoxe é a proposta por Wood. Nesta hipótese, *Homo ergaster*, como sabemos pertencente á etapa erectus, sería o punto de diverxencia entre *Homo erectus*, que acabaría extinguíndose, e *Homo heidelbergensis*, do cal se diferenciarían *Homo neanderthalensis* e *Homo sapiens*, ambos da etapa sapiens. Os achádegos recentes en *Atapuerca* parecen confirmar esta hipótese, pero todavía quedan lagoas. En *Atapuerca* atopáronse os restos de *Homo antecessor*, que se supón diferenciado a partir de

H. ergaster. A partir do recién descuberto *Homo antecessor* diferenciaríanse *Homo heidelbergensis* e máis *Homo sapiens*, así que a partir de *H. heidelbergensis* unicamente se diferenciaría *H. neanderthalensis*. O punto feble desta hipótese está no gran salto existente entre *H. antecessor* e *H. sapiens*.

Homo sapiens sapiens:

Segundo o modelo de Wood, os neandertais serían exterminados polos *Homo sapiens* máis capaces e adaptables. Entre os anos 1970 e 80 debatíanse dúas hipótese acerca da orixe de *Homo sapiens sapiens*, a hipótese *monoespecífica* e a *multiespecífica*. Fíxate, non as confundas cos modelos mono e multiespecíficos propostos para a etapa erectus:

- **Hipótese monoespecífica:** establece a existencia dun único linaxe orixinario de África que se expandiu e diferenciou en diversas poboacións independentes, que deron lugar ós distintos troncos raciais do home actual como consecuencia da microdiferenciación xeográfica.
- **Hipótese multiespecífica:** remonta a orixe do home moderno á etapa erectus. Nunha primeira etapa tería lugar a expansión de *Homo erectus* por África, Europa e Asia. As poboacións de cada rexión evolucionarían logo para dar lugar ós diversos troncos raciais de *Homo sapiens sapiens*.

A información paleontolóxica dispoñible non permite determinar cal é a hipótese correcta, pero do que si podemos estar certos é de non existen evidencias de que nunca, en ningún grupo animal, tivo lugar un fenómeno de converxencia evolutiva, polo que a hipótese multiespecífica non conta con moitos seguidores. A partir de 1990 empezou a tomar forza a *hipótese multirrexional* ou do *reemprazamento*, máis coñecida coma a hipótese da *Eva africana*. Estudos do ADN mitocondrial revelaron que *Homo sapiens sapiens* diferenciouse a partir de formas africanas de *Homo erectus*. O *Homo sapiens sapiens* saíu logo de África e expandiuse por Europa e Asia suplantando ás poboacións máis antigas de *Homo erectus*. Os neandertais foron só un dos diversos grupos exterminados polo home moderno na súa imparabile expansión.

Neste punto debe facerse un inciso, e é que a hipótese multirrexional non require para nada a confirmación do modelo de Wood exposto no epígrafe anterior. Así, aínda non se descarta que os neandertais foran unha subespecie máis de *Homo sapiens*, e polo tanto coa capacidade de hibridarse cos modernos *Homo sapiens sapiens*. Logo, *Homo sapiens neanderthalensis* non tería sido estrictamente exterminado, senón máis ben absorbido, existindo así a posibilidade de que existira unha memoria xenética deste grupo extinto no home actual. Na actualidade estase a estudar esta posibilidade, aínda que é unha labor moi complexa e difícil de abordar.

VARIABILIDADE BIOLÓXICA DAS POBOACIÓNS HUMANAS

ASPECTOS XERAIS

Na actualidade, a especie humana está moi *unificada*. A unicidade dunha especie ven dada pola fertilidade dos emparellamentos e dos seus descendentes. Podemos considerar á humanidade coma unha extensa poboación mendeliana dividida en subpoboacións de diversos tamaños, separadas por barreiras xeográficas, culturais, etc. Así e todo, aínda que a maioría dos emparellamentos teñen lugar preferentemente dentro do grupo, os diversos subgrupos reprodutores orixinados polas diversas barreiras non están completamente pechados, existe un certo grado de permeabilidade que posibilita o intercambio xenético. Este fluxo xenético entre as distintas subpoboacións proporciona certa vaguidade á hora de identificalas coma poboacións mendelianas sen intercambio xenético.

O número de poboacións existentes na actualidade estímase nunhas 5000, case tantas coma linguas, pero este número fluctúa de xeito constante. Cada unha destas poboacións está asociada a un territorio xeográfico ou ben a un grupo cultural. As poboacións tamén están vinculadas a un espacio temporal, a *xeneración*. Na especie humana, as xeneracións son bastante amplas, abarcan uns 25 anos, o que ralentiza o proceso

evolutivo.

Orixe da variabilidade:

Dentro da variabilidade intraespecífica que estudiaremos nesta segunda parte da asignatura podemos distinguir dous tipos de variabilidade de menor orden, a variabilidade *interpoboacional* e a variabilidade *intrapoboacional*. Ámbolos dous tipos de variabilidade xurden pola información contida en cada un dos *loci* dos xenes humanos, información modificada ou modulada ademais polos diversos factores ambientais.

Unha poboación en equilibrio mantén as súas características xeración tras xeración. A evolución depende logo da ocorrencia de cambios xenéticos. Así, a variabilidade faise imprescindible para a evolución, canto maior é a variabilidade maior é o potencial evolutivo dunha poboación. A variabilidade é o resultado da interacción dunha serie de factores.

Mutacións:

A mutación é o principal factor que introduce variabilidade. A mutación é un factor endógeno da poboación. Con todo, a mutación en si mesma non implica evolución, é unicamente a materia prima sobre a que debe actuar o proceso evolutivo. Existen diversos tipos de mutacións:

- *Xenómicas*: cambio no número de xenes.
- *Cromosómicas*: modificacións da estrutura dos cromosomas.
- *Xénicas*: cambios específicos dun *locus* dun xen.

As mutacións poden ter lugar tanto nas células somáticas coma nas xerminais, no primeiro caso unicamente afectan ó individuo que presenta a mutación e polo tanto non teñen ningunha incidencia evolutiva. As mutacións da liña xerminaral poden ser transmitidas á seguinte xeración, podendo así actuar no proceso evolutivo. As mutacións xenómicas e cromosómicas teñen menos probabilidades de pasar ás seguintes xeracións porque os cigotos que as posúen non soen desernolarse normalmente. Pola súa banda, as mutacións xénicas resultan extremadamente infrecuentes. Tense estimado que en cada xeración unicamente ten lugar unha substitución nucleotídica entre cada 200 millóns de nucleótidos.

Selección natural:

De tódolos xenotipos existentes nunha poboación unicamente sobreviven aqueles que están mellor adaptados ó medio no que se atopa esa poboación. Baixo estos termos defínese así a *fitness* coma a probabilidade de supervivencia e reprodución dun organismo. Segundo a *hipótese neutralista de Kimura*, a maior parte da variación molecular do xenotipo dun individuo nun momento e condicións determinadas é neutra, é dicir, non proporciona vantaxes nin desvantaxes a dito individuo.

A selección natural non se pode aplicar á especie humana coma ó resto dos seres vivos. Nas poboacións humanas ten unha enorme importancia a *selección cultural*. A cultura constitúe unha estratexia adaptativa característica do home, unha estratexia que reduce notablemente a incidencia da selección natural sobre os seres humanos. Os actuais avances científicos e tecnolóxicos mesmo eliminan por completo algúns factores da selección natural.

Deriva xenética:

No paso dunha xeración á seguinte prodúcese un mostreo xenético aleatorio que da lugar a unha fluctuación das frecuencias alélicas, isto é o que se coñece coma deriva xenética. A incidencia da deriva xenética depende do tamaño da poboación, facéndose máxima no caso de poboacións reducidas e ailladas. Os efectos *fundador* e *colo de botella* deberon ser moi frecuentes no pasado, e sen dúbida a deriva xenética resultante debeu ter

unha gran incidencia naquel tempo. Hoxe en día, as poboacións humanas soen ter un gran tamaño e hai poucos grupos aillados, polo que a deriva xenética apenas repercute no proceso evolutivo.

Migración:

A especie humana posúe unha enorme capacidade migratoria, particularmente gracias á cultura. Así, os seres humanos téñense expandido por case todo o globo, adaptándose a moi diversos hábitats e condicións ambientais. Cando se producen contactos entre distintos grupos humanos ten lugar un fluxo xénico. A miúdo emprégase o termo migración no canto de fluxo xénico, aínda que non son completamente equivalentes.

Os movementos migratorios producen un aumento dos efectivos poblacionais, modifican as frecuencias alélicas e aportan variación á poboación receptora. A longo prazo, os gradientes de frecuencias alélicas ou *aleloclinas* tenden a desaparecer por causa da migración. Unicamente as aleloclinas debidas a factores de selección se manteñen estables.

CARACTERIZACIÓN DA VARIABILIDADE BIOLÓXICA

Téñense empregado numerosos e moi diversos caracteres para expresa-la variabilidade biolóxica dos seres humanos, pero basicamente distínguense tres grupos. Estudiarémolos a continuación.

Caracteres morfolóxicos:

Historicamente, foron os primeiros en ser empregados. Son caracteres moi visibles e conspicuos. Vexamo-los máis importantes:

- **Pigmentación:**

- *Pel*
- *Cabelo*
- *Iris*

- **Formacións tegumentarias:**

- *Pilosidade cefálica e postcefálica*
- *Unllas*
- *Dermatoglifos*

- **Rexión somatoscópica cefálica:**

- *Subrexión oculo-palpebral*
- *Subrexión nasal*
- *Subrexión labio-bucal*
- *Subrexión mentoniana*
- *Subrexión malar*
- *Subrexión auricular*

- **Tamaño e forma corporal:**

- *Peso*
- *Estatura*
- *Medidas e índices corporais*

Os caracteres cuantitativos son estudados pola *somatometría*, mentres que os cuantitativos son responsabilidade da *somatoloxía*. Ámbalas dúas disciplinas pertencen á *antropoloxía morfolóxica*. Os diversos caracteres posúen determinadas vantaxes e desvantaxes. Así, os caracteres *multifuncionais* non permiten coñecer-lo xenotipo a partir do fenotipo observado. O *pleiotropismo* tamén dificulta notablemente a determinación dos xenotipos. Os caracteres *peristolábiles*, pola susceptibilidade que presentan fronte ás condicións ambientais tampouco son moi axeitados para determinar xenotipos. Un gran número de caracteres compórtanse coma variables contínuas, o que impide establecer clases ou grupos diferenciados.

Marcadores xenético-moleculares clásicos:

Inclúense aquí caracteres coma os *grupos sanguíneos*, debidos ós antíxenos das membranas eritrocitarias. As proteínas plasmáticas, as enzimas eritrocitarias, así coma os antíxenos leucocitarios ou os polímeros salivais tamén son exemplos de marcadores clásicos. O primeiro grupo sanguíneo identificouno *Landsteiner* no 1900. O perfeccionamento das técnicas de electrofores realizadas a mediados do século XX permitiron profundizar no estudo dos grupos sanguíneos.

A diferenza da maioría dos caracteres morfolóxicos, os marcadores clásicos son caracteres *monofactoriais*, polo que se pode deduci-lo xenotipo sen maiores complicacións, claro que así son máis susceptibles á deriva xenética. Os alelos dos marcadores clásicos soen ser codominantes, o que facilita notablemente a identificación. Estes caracteres non están tampouco suxeitos a fenómenos de pleiotropismo e non son peristolábiles, e ademais compórtanse coma variables discretas, o que permite establecer clases e grupos.

Polimorfismo dos AN:

Na década dos 70, no século XX, descubríronse as *endonucleasas de restricción*, iniciándose así o estudo do polimorfismo dos ácidos nucleicos. O desenrolo da PCR a mediados dos anos 80 facilitou considerablemente estes estudos. Dende entón, estudíase directamente o material xenético, xa non era preciso estudia-lo fenotipo. Actualmente, os estudos de polimorfismos, así coma os dos marcadores xenético-moleculares clásicos están a cargo da *antropoloxía molecular*.

Polimorfismos xenéticos da especie humana:

Antes de defini-lo polimorfismo debemos saber que existen tres tipos de alelos segundo a frecuencia que presenten: os alelos *idiomórficos* teñen unha frecuencia menor de 0'01; os alelos *polimórficos* sitúanse entre 0'01 e 0'99; os alelos *monomórficos* superan o 0'99. *Ford* definiu polimorfismo como a coexistencia de alomenos dúas formas alélicas discretas e distintas, tendo unha delas como mínimo unha frecuencia polimórfica. O polimorfismo é posible só cando a presión da selección natural é abondo baixa como para permitir que os diversos alelos se manteñan. O polimorfismo pódese valorar mediante o cálculo da *heterocigosidade media por locus*.

O estudo máis amplo realizado ata o momento con marcadores clásicos é o de *Neil Roychoudhury*, que traballou cos tres grandes grupos poboacionais, *europoides*, *mongoloides* e *negroides*. Con este estudio concluíuse que os tres grupos posuían un potencial evolutivo semellante. Tense estimado que unicamente se detectan arredor do 27% das substitucións aminoacídicas, de xeito que se determinamos un índice de diversidade do 10% podemos supoñer que en realidade este valor será do 40%. Se estudiamos as substitucións nucleotídicas o traballo complica aínda máis.

SISTEMÁTICA POBOACIONAL

CONSIDERACIÓNS XERAIS

É practicamente imposible realizar unha sistemática científica da humanidade actual, debido

fundamentalmente a que os diversos caracteres cambian gradualmente entre as subpoboacións, dificultando así a caracterización e distinción dos grupos. A enorme mobilidade das poboacións humanas e o gran número de seres humanos existentes hoxe aumentan aínda máis a hibridación e o intercambio xenético, facendo así da sistemática un traballo aínda máis difícil. Por todo isto, no ano 1996 *Cavalli* declarou que o concepto de *raza* debía ser rexeitado. Tódalas clasificacións feitas ata agora son construcións artificiosas e cun valor científico relativamente cuestionable.

A primeira clasificación da especie humana realizouna *Linneo* entre os anos 1735 e 1740. Esta clasificación atendía a criterios de distribución xeográfica, distinguindo así *europesos*, *africanos*, *asiáticos* e *amerindios*. Faríanse máis clasificacións, máis ou menos acertadas e máis ou menos completas, co pasar do tempo. Nós imos estudiala clasificación de *Vallois–Marquer*, que condensa notablemente a variabilidade da especie humana. Esta clasificación comprende catro grandes grupos poboacionais básicos, os *europoides*, os *negroides*, os *mongoloides* e mailos *australoides*.

AS POBOACIÓNS EUROPOIDES

O termo de europoides ou *leucodermos* equivale máis ou menos ó máis comunmente coñecido de *caucasoides*, empregado sobre todo en América. Os europoides distribúense por Europa, o norte de África e o tercio sudoccidental de Asia. Os europoides europeos representan o tipo clásico de europoide, mentres que os representantes extraeuropeos posúen rasgos exógenos debidos á hibridación con outros grupos poboacionais. Tódolos europoides teñen cabelo de tipo *quimótrico* e unha abundante pilosidade, tanto a nivel cefálico coma postcefálico. En xeral, presentan beizos finos.

Europoides europeos:

Entre os europoides europeos distínguense cinco grupos biolóxicos de doada distinción. Así, podemos comezar diferenciando dous grandes grupos segundo a pigmentación: os grupos de pigmentación clara teñen a pel clara, cabelo rubio e ollos predominantemente azuis ou verdes; os grupos de pigmentación máis escura teñen a pel menos pálida, o cabelo castaño ou negro e os ollos escuros:

- **Pigmentación clara:**

- *Dolicocéfalos e mesocéfalos ! Nórdicos*
- *Braquicéfalos ! Báltico–orientálidos*

- **Pigmentación escura:**

- *Dolicocéfalos ! Mediterránidos*
- *Braquicéfalos:*

· *Estarura baixa ! Alpínidos*

· *Estarura elevada ! Dináridos*

Nórdicos:

Os representantes da poboación nórdica distribúense polo norte de Europa: nas Illas Británicas, Países Baixos, Dinamarca, Países Nórdicos e no norte da Alemaña e Polonia. Estes son os seus caracteres somatolóxicos e somatométricos:

- *Pigmentación:* a pigmentación dos nórdicos é moi clara, a pel é branca cunha tonalidade rosada, o pelo é rubio dorado ou pallizo, e o iris é predominantemente azul ou verde.

- *Estatura*: os nórdicos son de estatura elevada, a media sitúase nos 180 cm, sendo así o grupo de europoides máis de maior estatura. Son moi esbeltos. A *leptosomía* dos nórdicos vese acentuada pola gran proporción que representan as extremidades inferiores na estatura total.
- *Craneometría*: son dolicocefalos ou lixeiramente mesocefalos.
- *Rexión facial*: a cara é estreita e alta, son logo *leptoprosopos*. Presentan *leptorrinia*, o nariz é moi prominente e presenta un dorso recto ou lixeiramente convexo. O mentón está moi ben marcado e os labios son finos.

Báltico-orientálidos:

Os báltico-orientálidos tamén se denominan *leste-európidos*, por seren precisamente o grupo maioritario na rexión do leste europeo. Así, poderemos atopar representantes deste grupo no leste da Alemaña, na meirande parte de Polonia, en Lituania, Letonia, Estonia, Bielorrusia e Ucraína, e máis no norte e centro de Rusia:

- *Pigmentación*: a pigmentación da pel é aínda máis clara que a dos nórdicos, pois carecen da tonalidade rosada destes. O cabelo é rubio claro, apagado. Os ollos son azuis ou grises. O cabelo é quimótrico.
- *Estatura*: os báltico-orientálidos son de menor estatura que os nórdicos. As extremidades inferiores son máis curtas, polo que son menos esbeltos que os nórdicos. En xeral presentan unha aparencia máis *braquimorfa*.
- *Craneometría*: son braquicefalos.
- *Rexión facial*: teñen a cara máis ancha que os nórdicos, son *euriprosopos*. Presentan *mesorrinia*, e o dorso do nariz soe ser cóncavo. O mentón non está tan marcado coma o dos nórdicos.

Alpínidos:

Os alpínidos distribúense fundamentalmente polo centro europeo: en Suíza, Austria, Hungría o sur da Alemaña e Polonia, o norte de Italia e mailo centro de Francia:

- *Pigmentación*: a pigmentación da pel é xa algo escura. O cabelo e mailos ollos son castaños de tonalidade clara. O cabelo é quimótrico, coma o de tódolos europoides.
- *Estatura*: a estatura media dos alpínidos ronda os 163 cm, e son de aparencia *braquimorfa*.
- *Craneometría*: son braquicefalos, a cabeza é redondeada e pequena, e presentan unha clara *curvooccipitalia*.
- *Rexión facial*: os alpínidos son *euriprosopos* e *mesorrinos*. O dorso do nariz é comunmente recto ou ocasionalmente cóncavo.

Dináridos:

Os dináridos atópanse nas penínsulas Balcánica e de Anatolia, e penetran en Asia por Armenia e Siria, tomando así contacto con outros grupos poboacionais non europeos:

- *Pigmentación*: a pigmentación da pel é escura. Teñen o cabelo escuro e os ollos de cor pardo escuro.
- *Estatura*: son bastante altos, case tanto coma os nórdicos, así que presentan unha clara *leptosomía*.
- *Craneometría*: son braquicefalos, debido fundamentalmente a un acortamento en lonxitude da caixa craneana. Presentan ademais unha marcada *platioccipitalia*, son logo *hipsicefalos*.
- *Rexión facial*: son *leptoprosopos* e *leptorrinos*. O nariz é frecuentemente de dorso convexo e o mentón está bastante marcado.

Os dináridos da península de Anatolia son considerados por algúns autores un grupo aparte, que denominan precisamente *anatólidos*. Os anatólidos presentarían as mesmas características que os dináridos comúns pero máis acentuadas, serían moi braquicefalos e o nariz sería de dorso recto. Postos a buscar diferencias, hai quen

distingue tamén ós *arménidos*, que serían os dináridos de Armenia e Siria. Estes arménidos terían as características comúns dos dináridos, aínda que o dorso nasal sería convexo e presentarían o beizo inferior lixeiramente caído.

Mediterránidos:

Os mediterránidos distribúense por toda a costa mediterránea, agás no extremo oriental. Os mediterránidos da costa europea denomínanse *nordmediterránidos*, mentres que os da costa africana reciben o nome de *sudmediterránidos*. O dos mediterránidos é o grupo de europoides europeos que presenta unha maior pigmentación, teñen a pel morena e o cabelo e mailos ollos negros. Algúns autores distinguen dous grupos de mediterránidos:

- *Ibero–insulares*: son os mediterránidos propiamente ditos. Distribúense pola península Ibérica, Francia, o sur de Italia, o SE da rexión balcánica e as illas mediterráneas occidentais. Constitúen a variedade *grácil* dos mediterránidos, de baixa estatura pero esbeltos. Son moi dolicocefalos. Son leptoprosopos e leptorrinos. O nariz é de dorso recto e o mentón está moi marcado.
- *Atlanto–mediterráneo*: ocupan o Golfo de Viscaia e a costa atlántica francesa entre as desembocaduras do Loira e o Gironde. Son máis altos e robustos. Presentan unha lixeira mesocefalia, pero o resto dos caracteres son moi semellantes ós dos ibero–insulares.

Na península ibérica predomina a poboación mediterránida da variedade ibero–insular. Na rexión do Levante e Cataluña atópase unha representación importante da variedade atlanto–mediterránea, mentres que no norte da península podemos atopar compoñentes alpinidos e dináridos.

Europoides asiáticos:

Os mesmos autores que diferencian ós arménidos dos dináridos comúns consideran que existen catro grupos de europoides asiáticos, un deles sería o dos arménidos. Vexamo–los outros tres grupos:

Turánidos:

Distribúense polo sur de Rusia: nas estepas do Caspio, no Turkestán e SO de Siberia, introducíndose no Altai a través da meseta de Pamir. É un grupo *metamórfico*, un grupo de contacto, entre os europoides e os mongoloides. Son individuos de estatura media, aínda que máis esbeltos que os arménidos. Son moi braquicéfalos e leptoprosopos. Resulta característica a *fenda palpebral* lixeiramente oblícuo, un rasgo orixinado moi posiblemente polo contacto coas poboacións mongoloides.

Sudorientálidos:

Atópanse na península arábiga, en Exipto, Palestina e Israel. A pigmentación dos sudorientálidos é moi escura, teñen un pelo negro ondulado e ollos negros. Son altos e de aspecto leptosomático. Presentan unha marcada dolicocefalia e son leptoprosopos. O nariz é de tipo leptorrino e de dorso comunmente convexo. O mentón está ben marcado.

Indoafgánidos:

Localízanse na península do indostán, onde constitúen a poboación maioritaria: no val do Indo, nas chairas do Ganges, no Punjab e máis en Pakistán, entrando en Irán a través de Afganistán. Algúns autores consideran ós indoafgánidos unicamente coma a prolongación oriental dos sudorientálidos. Tamén parecen compartir algúns caracteres cos mediterránidos. A pigmentación é escura, co cabelo e os ollos máis escuros que os dos mediterránidos. A súa estatura é intermedia entre a dos mediterránidos e os sudorientálidos. Son mesorrinos.

Europoides africanos:

Os europoides africanos ocupan toda África ó norte da liña imaxinaria que une Dakar e Djibouti. O principal compoñente da poboación europeoide africana corresponde ó grupo sudmediterráneo, de caracteres semellantes ó mediterráneo ibero-insular. Tamén podemos atopar un compoñente *bereber*, un grupo autóctono de orixe descoñecida. En xeral, os europoides africanos son semellantes ós mediterráneos. Teñen unha pigmentación máis escura. Son de estatura baixa e aparencia braquiomorfa, sobre todo na rexión do Magreb, pois en Arxelia son máis altos. Son mesoprosopos.

Tamén se poden observar compoñentes sudorientálicos e arménicos, que teñen a súa orixe nas invasións árabes do pasado. Os compoñentes nórdicos e alpinos poida que teñan a súa orixe en movemento migratorios prehistóricos provintes de Italia. Nalgunhas rexións tamén se advirte compoñentes negroides minoritarios, coma o *etiópido* ou o *sudánido*, debidos a migracións e invasións.

AS POBOACIÓNS NEGROIDES

As poboacións negroides ou *melanodermas* exténdense principalmente por toda a África subsahariana, aínda que tamén se atopan nalgunhas zonas sudorientais e meridionais de Asia, e máis en oceanía. Algúns autores consideran que as poboacións negroides de Asia e Oceanía deberían formar un grupo independente dos negroides africanos, e denomínanos *melanoderms orientais*.

Negroides africanos:

A poboación negroide africana resulta especialmente complexa no referente á sistemática. Os amplos movementos migratorios e de nomadeo, así coma a gran diversidade de climas e ambientes fixeron deste grupo un auténtico mosaico de subpoboacións e variedades, distintas pero ó mesmo tempo moi semellantes. Segundo a clasificación que nós seguimos distínguense catro grupos básicos: *melanoafricanos*, *etiópidos*, *pígmidos* e *khoisanos*:

Melanoafricanos:

Os melanoafricanos ocupan a maior parte da África subsahariana, é polo tanto un grupo cunha gran distribución e consecuentemente dunha gran variabilidade. Así e todo, presentan unha serie de rasgos comúns, coma a escasez de pilosidade corporal, particularmente a nivel postcefálico:

- *Pigmentación*: presentan unha pigmentación moi escura. O cabelo é negro e de textura *ulótrica*. O iris é igualmente negro, e a esclerótica ten unha tonalidade amarillenta.
- *Estatura*: este é un rasgo que varía notablemente neste grupo, podendo atoparse poboacións altas, baixas ou de estatura media. Con todo, son predominantemente leptosómicos.
- *Craneometría*: fundamentalmente son dolicocefalos.
- *Rexión facial*: os melanoafricanos son euriprosopos, e presentan un claro *prognatismo* e *platirrinia*. Os beizos son grosos e evertidos.

Segundo a clasificación de Vallois existen cinco subgrupos de negroides melanoafricanos, son os seguintes:

- *Sudánidos*: distribúense por Senegal, Níxer, Burkina Faso e Sudán. Son individuos de estatura media, pero moi leptosomáticos. Son dolicocefalos, aínda que se observa unha certa tendencia á mesocefalia cara o leste. Os de Senegal e Sudán son os pobos de pigmentación máis escura do mundo.
- *Guineánidos*: como se pode supoñer, os guineánidos ocupan a rexión do Golfo de Guinea. Son de pigmentación máis clara que os sudánidos. Tamén son de menor estatura e de aparencia máis braquiomorfa. Presentan unha lixeira dolicocefalia ou mesocefalia. Non teñen un prognatismo moi marcado, pero si son moi platirrinos.

- *Congólidos*: atópanse dende Camerún a Angola, ocupando a conca do río Congo. A súa pigmetación é castaña moi escura. Son máis baixos aínda que os guineánidos, e polo tanto son moi braquimorfos. O índice craneal sitúase entre a dolicocefalia e a mesocefalia. Teñen unha cara bastante ancha e de pómulos saíntes, son logo *carposopos*. O mentón está notablemente retraído. Posúen unha pilosidade facial máis abundante que outros grupos de melanoafricanos.
- *Sudafricanos*: tamén coñecidos como *zambézidos* e *cáfridos*. Son un grupo metamórfico, contactan cos congólidos e os nilótidos, grupos cos que presentan unha gran hibridación. Tamén posúen algúns rasgos khoisánidos e mesmo europoides. A pigmentación varía dende o pardo achocolatado ata o castaño amarillento. Son moi altos e esbeltos. Son claramente dolicocéfalos e leptoprosopos.
- *Nilótidos*: localízanse na rexión do alto Nilo. Teñen unha pigmentación moi escura e cabelo negro crespo moi corto. Son moi altos, acadando unha altura media de 182 cm, e marcadamente leptosomáticos. Presentan unha notable dolicocefalia e o rostro é leptoprosopo. O nariz é ancho pero non está aplastado. O prognatismo é escaso, e os beizos son grosos pero non evertidos.

Etiópidos:

Distribúense pola meseta de Etiopía e na península de Somalia, entrando en Exipto ata a segunda catarata do Nilo. Polo sur chegan ata o lago Turkana. É un grupo metamórfico que presenta numerosos rasgos de hibridación:

- *Pigmentación*: é moi escura. O cabelo é rizado, pero non crespo e corto coma o dos melanoafricanos. Apenas posúen pilosidade postcefálica.
- *Estatuta*: son leptosomáticos
- *Craneometría*: eu que sei.
- *Rexión facial*: son leptoprosopos. O nariz é prominente, meso ou leptorrino. Os labios son grosos ou medios, pero nunca evertidos. Non presentan prognatismo.

Pígmidos:

Os pígmidos localízanse na rexión dos bosques ecuatoriais africanos, nunha estreita franxa comprendida entre os 5º de latitude N e S. Parece ser que en épocas pasadas estiveron máis extendidos, pero finalmente foron desprazados por outros grupos máis avanzados. A diferenciación particular dos pígmidos reside na especial adaptación ó seu hábitat:

- *Pigmentación*: a pel é de cor castaño amarillenta. O cabelo é crespo corto. A pilosidade corporal é lixeiramente maior que a doutros grupos negroides, sobre todo a púbica e maila axilar.
- *Estatuta*: os pígmidos son baixos, non superando nunca os 150 cm de altura. O tronco é proporcionalmente longo respecto ós membros inferiores. Os membros superiores son longos, sobre todo os segmentos distais. Esta particular anatomía, así coma a excepcional flexibilidade articular, resulta especialmente axeitada para a vida na selva. As mulleres presentan unha lixeira *lordose*. Ambos sexos posúen unha torsión na cabeza do fémur e unha retroversión posterior da meseta tibial, o que lles posibilita descansar en cuclillas.
- *Craneometría*: en xeral son mesocéfalos. A cabeza é bastante redondeada e voluminosa. A fronte está verticalizada e os arcos supraorbitarios non son prominentes. Si se observa, pola contra, a prominencia das protuberancias frontais laterais.
- *Rexión facial*: presentan *hiperplatirrinia*. O prognatismo é escaso e o mentón está difuminado. Os pómulos están ben marcados e os beizos son grosos, aínda que non evertidos.

Khoisánidos:

Os khoisánidos atópanse no sur de África, no deserto de Kalahari. Coma no caso dos pígmidos, parece ser que este grupo tamén estivo máis extendido no pasado. Actualmente distínguense dous grupos de khoisánidos: os

Hotentotes denomínanse a si mesmos coma *Khoi*, e son o grupo máis hibridado; os *Bosquimanos* son coñecidos coma *San* polos Hotentotes. Os khoisánidos son cazadores e recolectores, e parece que tamén levan a cabo un primitivo pastoreo:

- **Pigmentación:** a pel é de cor negro amarillenta. Sobre todo na cara, soen desenrolar enrugos prematuramente. O cabelo é ulótrico, de tipo *gran de pementa* na súa maioría, aínda que tamén se pode atopar o típico crespo corto.
- **Estatura:** os Hotentotes acadan unha media de 160 cm, mentres que os Bosquimanos rondan os 152 cm, o que os fai de proporcións máis equilibrados. As mulleres presentan unha lordose moi acentuada por causa da *esteatopixia* e maila *esteatomeria*.
- **Craneometría:** en xeral son dolicocefalos. Entre os Hotentotes hai unha incidencia de mesocefalia do 15%, que se eleva ó 57% nos Bosquimanos.
- **Rexión facial:** presentan un prognatismo non moi acusado, e os pómulos están ben marcados. Os beizos son grosos, pero non están evertidos. A rexión oculo-palpebral é estreita e oblicua, o que lembra un pouco ós mongoloides.

Melanoderms orientais:

No grupo dos melanoderms orientais inclúense ás poboacións negroides de Oceanía e das rexións meridionais e sudorientais de Asia.

Asia:

No contienente asiático podemos atopar ós *indomelánidos*. Este grupo de melanoderms orientais está dividido en dúas poboacións separadas, ocupando unha a rexión septentrional da península indostánica e outra a meridional. A pigmentación dos indomelánidos é moi escura, e o cabelo é negro e forma bucles. Acadan unha estatura media de 162 cm. Son dolicocefalos ou mesocefalos. Non presentan prognatismo e son mesorrinos. Os labios son grosos e non evertidos.

Oceanía:

En oceanía podemos atopar dous grupos de melanoderms, os *melanésidos* e os *pígmidos oceánicos*. Vexámoslos por separado:

- **Melanésidos:** ocupan as illas do arquipélago da Melanesia, de ahí o nome do grupo. As poboacións de Nova Guinea reciben o nome de *Papúa*. Teñen unha pigmentación moi escura de tonalidade pardo vermella. O cabelo é moi escuro e rizado, pero máis longo que o dos grupos negroides africanos. A pilosidade postfacial é escasa. En xeral, a estatura dos melanésidos é media, aínda que os Papúa son máis baixos. Son dólico e hipsicéfalos. A fronte está moi inclinada e presentan un torus supraorbitario. Son platirrinos, aínda que os Papúa teñen o nariz algo máis prominente. O prognatismo é menor que o dos negroides africanos e o mentón está difuminado.
- **Pígmidos oceánicos:** ocupan hábitats dispersos na península de Malaca, illa Sandoman, norte de Filipinas e NO de Nova Guinea. As poboacións destas dúas últimas rexións denomínanse *Aeta* e *Tapiro* respectivamente. A pigmentación é negra moi escura. O cabelo é negro crespo corto. O corpo é practicamente lampiño. Son moi baixos, non superando os 150 cm de altura. A cabeza é relativamente pequena, de aspecto braquicéfalo. O prognatismo é escaso. Presentan platirrinia e uns beizos grosos non evertidos. A fronte está moi verticalizada e posúen unhas protuberancias frontais laterais moi marcadas.

AS POBOACIÓNS MONGOLOIDES

Os mongoloides ou *xantoderms* teñen unha gran distribución, atópanse en Asia, Polinesia e América, polo

que presentan unha gran variabilidade intergrupar. Con todo, pódense definir algúns caracteres comúns para todo o grupo:

- **Pigmentación:** a pel dos mongoloides presenta sempre un matiz amarillento, aínda que a intensidade da súa coloración pode variar notablemente. Este tono amarillento débese ó maior espesaro do estrato córneo da epidermis destes individuos. O iris dos ollos é negro. O cabelo é negro e de tipo leiótrico.
- **Mancha pigmentaria conxénita:** é unha mancha que se atopa habitualmente na rexión sacrococcícea ou sacrolumbar. É de cor azul, variando dende as tonalidades rosáceas ás viñáceas. Esta pigmentación débese a un tipo celular especial, as células de *Baelz*. A mancha fórmase xa no feto, arredor do 5º mes, e unha semana despois do nacemento está claramente definida. Desaparece logo na infancia, entre os 3 e os 5 anos. Ás veces hai máis dunha mancha, e pode aparecer noutras zonas aparte das mencionadas, pero é máis raro. Este tipo de mancha non é exclusiva dos mongoloides, e moi ocasionalmente pode desenrolarse en individuos doutros grupos. Nembargantes, nos mongoloides a incidencia da mancha é de case o 100%, polo que tamén se soe denominar *mancha pigmentaria mongoloide*.
- **Estatura:** predominan as alturas medias, aínda que este carácter é moi variable. O aspecto é braquimorfo. Teñen as extremidades superiores e inferiores proporcionalmente cortas, especialmente no segmento distal.
- **Craneometría:** predomina a braquicefalia.
- **Rexión facial:** o rostro dos mongoloides é moi aplastado. A fronte está moi verticalizada, e a prominencia dos arcos superciliares é nula. Presentan unha gran anchura zigomática. Con todo, o máis característico dos mongoloides é a rexión óculo-palpebral. A fenda palpebral é claramente oblícuca. Existe ademais un pregue na pálpebra superior que oculta a *carúncula*, acentuando así a oblicuidade da fenda palpebral. Este pregue, *plica* ou *brida mongólica* chega a oculta-las pestanas da pálpebra. O acúmulo de grasa sobre a pálpebra superior elimina a concavidade existente baixo as cellas, difuminando máis aínda os arcos superciliares. O nariz é mesorrino, aínda que algúns grupos presentan unha certa platirrinia. O nación está moi aplastado e o mentón non está moi marcado. Os beizos son de grosor medio.
- **Dentadura:** os incisivos centrais superiores teñen a corona excavada na cara posterior, o que lles confire unha morfoloxía de *pá*. Tódolos incisivos están proxectados cara diante, o que da lugar a un certo grado de prognatismo alvéolo-subnasal.

A continuación imos a estudar os diversos grupos de mongoloides de cada continente.

Asia:

En Asia podemos atopar cinco grupos de mongoloides: os *sibéridos*, os *normongólidos*, os *centromongólidos*, os *surmongólidos*, e mailos *indonesios*:

Sibéridos:

Os sibéridos atópanse en Siberia, pero a súa distribución é discontinua. Presentan caracteres intermedios entre os europoides e os mongoloides típicos. Distínguense dous grupos de sibéridos:

- *Variedade occidental:* localízanse no curso baixo do río Obi. Teñen unha pigmentación amarillenta. O pelo é escuro e ondulado, e a pilosidade facial é abundante. A estatura ronda os 156 cm, e son de complexión grácil. Presentan mesocefalia. A rexión óculo-palpebral é oblícuca, pero carecen de plica.
- *Variedade oriental:* a pigmentación tamén é amarillenta, pero máis escura. O cabelo é leiótrico. Son máis altos e robustos que os sibéridos occidentais. Presentan braquicefalia e tamén carecen de plica.

As dúas variedades están separadas unha da outra e non contactan en ningún punto, de feito, a rexión central de Siberia está ocupada por poboacións mongólicas.

Mongólidos:

Imos estudia-los tres grupos mongólidos xuntos, pois presentan numerosas afinidades. Os normongólidos ocupan as rexións centrais e orientais de Siberia, Manchuria e o norte de Mongolia, e tamén se coñecen co nome de *Túngidos*. Os centromongólidos atópanse no sur de Mongolia e na maior parte de China. Tamén se atopan no Tibet, Corea e Xapón, e reciben o nome de *Sínidos*. Os sudmongólidos ocupan o SE de China e todo o SE asiático continental. Reciben o nome de *Paleomongólidos*:

- *Normongólidos*: presentan os típicos caracteres mongoloides. A pigmentación é amarela intensa, e todos presentan a mancha mongoloide. O cabelo é leiótrico. Son de estatura media e aspecto braquimorfo. Presentan braquicefalia.
- *Centromongólidos*: teñen unha pigmentación máis clara que os normongólidos, e son máis altos. Presentan certa tendencia á dolicocefalia, e posúen unha *bóveda carenada*. A cara é máis alta e estreita, e o nariz é máis prominente. Carecen de plica.
- *Sudmongólidos*: a pigmentación é aínda máis escura, de cor amarela pardusca. Son máis baixos que os normongólidos. Presentan braqui e hipsicefalia. A cara é particularmente ancha, pois posúen unha notable anchura bigoníaca e bizigomática.

Indonésidos:

Os indonésidos ocupan as illas dos diversos arquipélagos de Indonesia, aínda que tamén se poden atopar en pequenos grupos no SE do continente asiático. É un grupo moi controvertido por causa da súa heteroxeneidade. Presentan os típicos caracteres mongoloides, aínda que con certa atenuación. A pigmentación é bastante escura, de cor castaña amarillenta. A estatura media sitúase nos arredor dos 157 cm. Son mesocefálicos e mesorrinos. A rexión óculo-palpebral é típicamente mongólica, e os pómulos son anchos. Soen distinguirse dous grupos: os *protoindonésidos* habitan as rexións montañosas do centro das illas, mentres que os *deuteroindonésidos* ocupan as rexións costeiras.

Oceanía:

En Oceanía unicamente atopamos un grupo de mongoloides, os polinésidos, que ocupan as illas de Polinesia e Nova Zelandia. Nova Zelandia foi ocupada aínda non hai moito tempo, e os seus habitantes denomínanse *Maoríes*.

Polinésidos:

Os polinésidos están moi ben definidos coma grupo, pero a súa posición é bastante controvertida, pois posúen rasgos mongoloides moi difuminados e algúns rasgos europoides. A pigmentación é moi escura, de cor parda olivácea. Todos presentan mancha mongoloide. O cabelo é moi escuro, liso ou lixeiramente ondulado. A pilosidade corporal é escasa, aínda que os homes poden ter barba. Son de estatura elevada e aspecto braquimorfo. Presentan braqui e hipsicefalia. Na tipoloxía facial é onde mellor se advirten certos rasgos europoides. A cara é ancha. A plica está pouco definida, son mesorrinos e o nariz é prominente e de dorso recto.

América:

No continente americano habitan dous grupos mongoloides, ámbolos dous derivados de grupos mongoloides asiáticos que acadaron América cruzando o estreito de Bering.

Esquímidos:

Os *esquímidos* ocupan o extremo septentrional de Norteamérica e Groenlandia. Descenden da última

migración mongoloide asiática, que tivo lugar antes de que se abriera o estreito de Bering. Os esquímidos están particularmente adaptados ó hábitat subpolar:

- *Pigmentación*: a cor da pel é bastante escura, o cabelo é ulótrico de cor negra. Todos presentan mancha mongoloide. A pilosidade corporal é escasa, pero os homes poden ter barba.
- *Estatura*: son baixos, aínda que se observa unha maior altura nas segundo avanzamos dende o extremo oriental ó occidental. Son moi braquimorfos, os membros son proporcionalmente cortos, e os pés e as mans son pequenos.
- *Craneometría*: son dolico e hipsicéfalos. En norma posterior obsérvase *tentoriformía* do cráneo.
- *Rexión facial*: o rostro é moi aplastado e ancho. Os ollos son tipicamente mongoloides. O nariz é bastante prominente, mesorrina ou ás veces leptorrina. A cara é de forma pentagonal debido á gran anchura bigoníaca.

Amerindios:

Os amerindios son descendentes da primeira migración de mongoloides asiáticos, que cruzaron o estreito de Bering hai uns 30000 anos. Actualmente presentan caracteres europoides e negroides debidos á hibridación. O dos amerindios é un grupo dunha gran variabilidade, debido fundamentalmente á súa gran distribución, e tamén a que historicamente soían formar grupos poboacionais reducidos e aillados:

- *Pigmentación*: coma mongoloides que son, os amerindios presentan un matiz amarillento na pel, que así e todo é bastante escura. Os ollos son negros e o cabelo é negro leiótrico.
- *Estatura*: hai unha gran diversidade, atopándose grupos moi altos e grupos moi baixos. En xeral, o aspecto é graquimorfo.
- *Craneometría*: presentan braquicefalia, aínda que tamén se pode observar mesocefalia e, en menor medida, dolicocefalia. Tamén hai que ter en conta que moitos pobos amerindios modifican intencionadamente a forma do cráneo.
- *Rexión facial*: en xeral, son euriprosopos. Os pómulos son bastante saíntes, e a rexión óculo-palpebral é tipicamente mongoloide. O nariz é preferentemente mesorrino, pero este carácter pode variar. Os beizos son medios e presentan incisivos en pá.

Os amerindios divídense en seis subgrupos: *nordpacífidos*, *nordatlántidos*, *sudpacífidos*, *sudatlántidos*, *paleoamerindios* e *pámpidos*. Imos estudialos máis detalladamente:

- *Nordpacíficos*: ocupan Alaska e a franxa de terra comprendida entre as montañas Rochosas e a costa do Pacífico. Presentan unha pigmentación bastante clara, son de estatura media e braquicéfalos. A cara é tipicamente mongoloide.
- *Nordatlántidos*: ocupan toda norteamérica, dende as montañas rochosas ata o litoral atlántico. Teñen unha pel de cor cobriza, son de estatura media ou alta e de complexión robusta. Presentan mesocefalia. A cara é menos mongoloide, son leptoprosopos. O nariz é leptorrino e prominente, co dorso convexo nos homes e recto nas mulleres. Os beizos son finos e mentón está ben marcado.
- *Sudpacífidos*: exténdense dende o río Mississippi ata o os Andes chilenos. Son a poboación de orixe dos *Aztecas*, *Maías* e *Incas*. A pigmentación é bastante escura, son de estatura baixa e complexión grácil, son moi braquimorfos. Presentan braquicefalia e unha cara tipicamente mongoloide. O nariz é mesorrino, observándose ocasionalmente dorsos rectos. Este é o grupo que presenta unha maior hibridación cos europoides de entre tódolos amerindios.
- *Sudatlántidos*: tamén denominados *amazónidos*. É o grupo menos hibridado, debido fundamentalmente ó seu aillamento. Actualmente é un grupo en extinción. A pel é de cor canela. Son de estatura baixa, o pobo *Yupa* non supera os 150 cm de altura. Os membros inferiores son cortos e delgados. Presentan mesocefalia. O rostro é mongoloide, aínda que poden presentar platirrinia.
- *Pámpidos*: ocupan as rexións de *La Pampa*, *El Chaco* e a *Patagonia*. Tamén é un grupo en extinción. Teñen unha pel de cor bronceada. A estatura dos pámpidos é moi elevada, e ademais son moi

corpulentos. Presenta braquicefalia, aínda que nestos pobos é costume modifica-la forma do cráneo. A cara é mongoloide, aínda que presentan leptorrinia.

- *Paleoamerindios*: como se pode supoñer polo nome, son o grupo de amerindios máis antigo. Hoxe están practicamente extintos. Teñen unha pel escura e son de estatura baixa. En xeral, o rostro é tipicamente mongoloide. O pobo dos *Lagidos* presentan dolicocefalia.

AS POBOACIÓNS AUSTRALOIDES

Distínguense dous subgrupos entre os australoides. Os australoides *australianos* son os coñecidos coma *aborixes* de Australia. O outro subgrupo é o dos *védidos*:

Australoides australianos:

Os aborixes australianos son un pobo de cazadores e recolectores que vive disperso en distintos hábitats:

- *Pigmentación*: teñen unha pigmentación moi escura, pardo achocolatada. O iris é negro, e a esclerótica amarillenta con motas máis escuras. As palmas das máns, así coma a pranta dos pés, están menos melanizadas. O cabelo é quimótrico e presentan unha gran pilosidade, aínda que menor que a dos europoides. Entre os australoides pódese observar *blondismo*.
- *Estatura*: varía de media a alta, e son moi leptosomáticos.
- *Craneometría*: presentan dolicocefalia, coa fronte moi inclinada e uns marcados arcos superciliares que conforman un torus.
- *Rexión facial*: o nariz é platirrino, os beizos grosos e a boca ancha. O mentón está difuminado e o gonió está evertido.

Védidos:

Ocupan o SE asiático continental e insular, así coma as rexións do leste de Sri Lanka e a península do Indostán. Presentan as mesmas características que os australoides australianos, aínda que a estatura é moito menor, rondando os 155 cm. Así e todo, seguen sendo marcadamente leptosomáticos.

OS AINU

O dos *Ainu* é un grupo moi reducido, case extinto na actualidade, de moi difícil clasificación. Hoxe en día viven no norte das illas Yezo e Sakhalin, no norte de Xapón. Parece ser que na antigüidade ocupaban todo o arquipélago, e poida que parte do continente asiático. Presentan uns caracteres intermedios entre europoides, mongoloides e australoides, tanto a nivel anatómica coma de marcadores moleculares:

- **Pigmentación**: a pel é morena, e non presenta o matiz amarelento dos mongoloides. O iris soe ser castaño claro, pero tamén se poden atopar ollos verdes e azuis. O cabelo é escuro e de tipo quimótrico. Presentan unha elevada pilosidade corporal.
- **Estatura**: os Ainu son baixos e de aspecto braquimorfo.
- **Craneometría**: presentan unha dolicocefalia moderada.
- **Rexión facial**: teñen uns marcados arcos superciliares, de xeito que o nason e os ollos están afundidos. Os ollos están bastante separados, pero non presentan rasgos mongoloides. Os pómulos son saíntes e o aspecto xeral da cara é europeo. O nariz é ancho e de dorso recto. Os beizos son grosos e a boca ancha. Non presentan indicios de prognatismo.

OS DERMATOGLIFOS

CARACTERES XERAIS

Os dermatoglifos son os debuxos configurados polas *liñas dermopapilares* nas palmas das mans e nas prantas dos pés. Distínguense así os dermatogrfos *prantares*, *palmares* e *dixitais*. Non só os humanos posúen dermatoglifos, tamén se observan noutros primates así coma nalgúns marsupiais. Os dermatoglifos palmares e dixitais coñécense xa dende tempos remotos.

Histoloxía:

A pel de mans e pés presenta varias particularidades, non presenta vello nin glándulas sebáceas, aínda que si hai numerosas glándulas sudoríparas. Está ondulada en crestas estreitas continuas de disposición paralela, aumentándose deste xeito a superficie de contacto. Se a isto engadimos as numerosas terminacións nervosas libres, decatámonos de seguida de que as palmas das mans e as prantas dos pes están configuradas coma *superficies de fricción*.

A epidermis posúe un groso *estrato córneo* coa superficie libre ondulada, formando crestas e sulcos. Na dermis obsérvanse *papilas*, dúas por cada cresta da epidermis. A porción secretora das glándulas sudoríparas localízase xusto por debaixo da dermis, e os conductos atravesan a dermis e a epidermis para desembocar nun *poro glandular* situado nunha cresta.

Embrioloxía:

O desenrolo dos dermatoglifos é moi precoz. A man comeza a configurarse na 6ª semana de xestación, momento no que presentan unha forma de paleta co borde ondulado. Entre a 7ª e 8ª semana alónganse e sepáranse os dedos. En varias zonas aparecen áreas de crecemento diferencial polo abombamento do ectodermo. Estas zonas denomínanse *almofadiñas* ou *eminencias volares*. Entre a 10ª e 11ª semana fórmanse as liñas dermopapilares pola condensación do estrato basal da epidermis. Na 13ª semana comeza a regresión das eminencias volares. Por último, entre a 17ª e 18ª semana xa se poden observa-los dermatoglifos completamente configurados. Na pranta do pé, o desenrolo dos dermatoglifos é exactamente igual, aínda que ten lugar con dúas semanas de retraso respecto da man.

INTERÉS ANTROPOLÓXICO DOS DERMATOGLIFOS

As condicións en que se desenrola a xestación poden influír na formación dos dermatoglifos, pero logo do nacemento nunca varían, agás en tamaño. Unicamente unha ferida profunda, que destrúa o tecido dérmico, pode alterar ou borra-los dermatoglifos. Os dermatoglifos seguen unha herdanza *polímera*, o que lles confire unha gran estabilidade filoxenética. Existen varios modelos básicos de dermatoglifos, son logo variables discretas. Existe ademáis unha variabilidade dermatoglífica de nivel poboacional.

Organización das liñas dermatoglíficas:

As liñas dermatoglíficas discorren paralelamente conformando *sistemas*. Nalgunhas zonas xúntanse tres sistemas, configurándose así un *trirradio*. Distínguense dous tipos de trirrados, en Δ ou en ∇ . En función da posición do *centro trirradial* distínguense as seguintes figuras dermatoglíficas. Véxanse as fotocopias:

- **Arco plano (A):** sen trirradio.
- **Arco en tenda (At):** cun trirradio central en Δ .
- **Presilla (L):** sistema de crestas que sofre unha torsión de 180º asociado a un trirradio lateral.
- **Torbellinos (W):** sistemas pechados sobre si mesmos. Hai torbellinos mono e dicéntricos (Wd).

Tamén se dan casos en que as crestas non forman dibuxos, configuración que se denomina como (0). Con frecuencia, as figuras dermatoglíficas presentan formas intermedias. Téñense elaborado árbores destas *figuras de transición* en estudos de xenética. A identificación dos individuos mediante os dermatoglifos baséase no estudio das *minutiae*. As *minutiae* son pequenos detalles estruturais das crestas, coma *illas*, *bifurcacións* e

unións, encaixes, etc. Hai unhas 21 minutiae en cada dedo.

DERMATOGLIFOS DIXITAIS E PALMARES

Dermatoglifos dixitais:

Na cara ventral da falanxe distal de cada un dos dedos da man hai un área dermatoglífica. Estas áreas dermatoglíficas pódense estudar cualitativa e cuantitativamente. O primeiro paso do estudio cualitativo consiste en identifica-las figuras dermatoglíficas existentes en cada dedo. Hai que ter en conta que as presillas poden estar abertas cara o lado *radial* ou cara o *ulnar*. Cualitativamente, tamén nos interesa sabe-la complexidade das figuras, que varía en función do número de trirrrios que as compoñan. O estudio cuantitativo determina o tamaño das figuras, que ven dado polo número de crestas. O *valor cuantitativo* dunha figura dermatoglífica calcúlase contando o número de crestas que atravesas ou tocan unha recta trazada dende o centro do trirrrio ata o centro da figura. Resulta así que os arcos non teñen VC, as presillas teñen un VC, e os torbellinos teñen dous. Tense acordado que o VC dun torbellino é o máis alto dos dous.

Patróns de diversidade dos dermatoglifos dixitais:

Existe tanto unha variabilidade intrapoboacional coma unha variabilidade interpoboacional no tocante ós dermatoglifos dixitais. Así, pódense observar diferencias duns individuos a outros, e tamén entre as series masculinas e femininas. En xeral, as figuras menos frecuentes son os arcos, particularmente os arcos en tenda, seguidas logo dos torbellinos. Nembargantes nos mongoloides, abundan máis os torbellinos que as presillas, sendo máis escasas entre estas as radiais. Na serie masculina parecen predomina-las figuras máis complexas. Tense demostrado tamén a existencia dun dimorfismo bimanual e máis dunha asociación preferencial das figuras cos dedos: arcos e presillas radiais predominan nos índices; os torbellinos soen aparecer no polgar e no anular; as presillas ulnares son habituais nos medios e meñiques. Para estudia-la variabilidade interpoboacional véxanse as fotocopias.

Dermatoglifos palmares:

Non debemos confundi-los dermatoglifos palmares cos pregues e sulcos debidos á idade. Hai tres aspectos dermatoglíficos a estudar na palma da man: as *liñas principais*, o *trirrrio axial* e as *figuras palmares*. Vexámolos en detalle:

As liñas principais:

Na base dos catro últimos dedos hai sendos trirrrios, denominados *a*, *b*, *c* e *d*, que prolongan o seu radiante carpal en catro liñas que reciben a denominación *A*, *B*, *C* e *D*. Tamén hai un trirrrio asociado ó polgar, pero está desprazado cara o borde carpal da palma e denomínase *trirrrio axial*. Este trirrrio prolonga o seu radiante distal formando a liña *T*. As liñas *D*, *C*, *B*, *A* non teñen unha posición completamente fixa. A liña *T* sempre remata no sector 13 da palma, mentres que as outras poden rematar en distintos puntos ou mesmo ser liñas abortivas que rematan antes de acadalo borde da palma. Tamén pode non existir algún dos trirrrios.

O trirrrio axial:

O trirrrio *t* pode variar tanto en posición coma en número. O límite distal da súa posición é o pregue *F2*. O mellor método para situar correctamente o trirrrio *t* consiste en unilo con dúas rectas ós trirrrios *a* e *d*, e a continuación medir o ángulo que forman ditas rectas. Novamente, véxanse as fotocopias.

As figuras palmares:

Na palma da man hai seis áreas dermatoglíficas: área *hipotenar*, *tenar*, e *interdixitais I, II, III e IV*. Nestas

áreas podemos atopar figuras dermatoglíficas de tipo arco, presilla ou torbellino, pero en ocasións non hai figuras de ningún tipo. As presillas das áreas hipotenar, tenar e interdixital I poden presentar orientacións ulnares, radiais ou carpais, mentres que as das áreas interdixitais II, III e IV son sempre de orientación distal.

Patróns de diversidade dos dermatoglifos palmares:

Nos dermatoglifos palmares tense comprobado a existencia dun dimorfismo bimanual respecto das liñas principais, máis transversais na man dereita. Tamén se observa dimorfismo bimanual respecto das figuras dermatoglíficas, nembargantes, non se ten evidenciado claramente dimorfismo sexual de ningún carácter. Para ve-la varriabilidade interpoboacional véxanse as fotocopias, que teño cousas bastante máis importantes que facer que copiar unha transparencia.

MARCADORES MOLECULARES

O SISTEMA ABO

O sistema ABO foi descuberto no 1900 por *Landsteiner* e *Wiener*. O sistema ABO fundaméntase na existencia de catro fenotipos sanguíneos, definidos por uns antíxenos da membrana eritrocitaria e máis por uns anticorpos do plasma sanguíneo. En realidade, os antíxenos que determinan o *grupo sanguíneo* están presentes en tódalas células do organismo, agás nos ósos e o sistema nervoso. O descubrimento dos grupos sanguíneos supuxo un gran avance, principalmente no campo das transfusións de sangue. Os anticorpos do sistema ABO son *naturais*, isto é, están presentes no plasma sen que se precise un contacto previo cos antíxenos. Estos anticorpos fórmanse coma resposta a antíxenos presentes no medio ambiente, ós seis meses de vida xa están completamente establecidos. É por esto que a reacción antíxeno-anticorpo resulta tan virulenta mesmo no primeiro contacto.

Niveis de complexidade do sistema ABO:

O locus ABO localízase no cromosoma 9. Nun primeiro nivel de complexidade distínguense tres alelos, A, B e O. O é recesivo, mentres que A e B manteñen unha relación de codominancia. Así, os catro fenotipos básicos correspóndense con seis xenotipos. Véxanse as fotocopias. O segundo nivel de complexidade do sistema ABO está determinado pola existencia de dúas subvariantes do alelo A. Estas dúas subvariantes están codificadas por dous alelos, A1 e A2. En realidade, A2 unicamente representa a ausencia de A1, polo que só existe un novo antíxeno (A2), e un novo anticorpo (*Anti-A1*). Neste segundo nivel de complexidade distínguense polo tanto 10 xenotipos e 6 fenotipos. Son os seguintes:

Fenotipo	Xenotipos	Antíxenos	Anticorpos
A1	A1/A1 A1/A2 A1/O	A1	Anti-B
A2	A2/A2 A2/O	A	Anti-(B+A1)
B	B/B B/O	B	Anti-(A+A1)
A1B	A1/B	A1+B	–
A2B	A2/B	A+B	Anti-A1
O	O/O	–	Anti-(A1+A2+B)

O anticorpo Anti-A1 é natural, pero tamén é *irregular*, presentando unicamente unha incidencia do 2%. Existe aínda un terceiro nivel de complexidade, no que se inclúen diferentes variantes pouco frecuentes dos alelos A e B. Algúns destes fenotipos A e B *febles* teñen unha especial importancia nos estudos de variabilidade xeográfica. Entre os fenotipos A febles cóntanse o A3, o Ax e mailo Aend. Este último é característico das poboacións melano e sudafricánidas. Entre os fenotipos B febles distínguense o Bx e mailos Bm e Brel, característicos das poboacións xaponesas. Algunhas patoloxías poden afectar á expresión dos alelos, o que da lugar á aparición de variedades aínda máis raras e infrecuentes.

Variación xeográfica dos alelos ABO:

Téñense calculado as frecuencias medias dos tres alelos dos primeiro nivel de complexidade do sistema ABO. Demostrouse así que o alelo O é o máis frecuente, pois ten unha incidencia do 62'3%. Pola súa banda, os alelos A e B teñen unha incidencia do 21'5% e máis do 16'2% respectivamente. Nembargantes, estes cálculos son unha estima a nivel mundial. En realidade, a distribución dos alelos ABO non é tan homoxénea, e existe unha clara variación xeográfica:

- **Alelo O:** é o alelo máis frecuente en tódalas poboacións, particularmente en Centro e Sudamérica, onde se chega a dar o *monomorfismo*. A menor frecuencia do alelo O obsérvase nas poboacións do leste de Europa e na maior parte de Asia.
- **Alelo A:** presenta a maior incidencia en Europa, especialmente nas rexións nórdicas e centrais. Tamén é bastante frecuente no SO de Australia. O valor máis alto dáse no pobo dos *Black foot*, onde se observa unha incidencia superior ó 50%.
- **Alelo B:** está practicamente ausente de América e Australia, agás por algún grupo de esquímidos. A maior incidencia deste alelo obsérvase en Asia. No norte da península indostánica e no centro de Asia a frecuencia do alelo B chega a supera-la do A. En Europa, a frecuencia deste alelo diminúe de leste a oeste, atopándose as frecuencias máis baixas en Holanda, Francia e na península ibérica.

Existen diversos factores que poden ter causado esta distribución xeográfica dos alelos ABO:

- **Efecto fundador:** nas poboacións formadas a partir de grupos pequenos e homoxéneos é esperable que exista unha maior incidencia dun alelo particular.
- **Presión selectiva diferencial:** existen diversos factores de selección natural que parecen actuar de distinto xeito sobre os tres alelos ABO:
 - *Incompatibilidade antixénica feto-materna:* en realidade, este é un factor unificador, pois a supervivencia da especie neste caso depende da existencia dun polimorfismo equilibrado entre os tres alelos. Se unicamente intervira este factor, a distribución dos alelos sería homoxénea en todo o globo.
 - *Susceptibilidade a enfermidades non contaxiosas:* tense plantexado a posibilidade de que os distintos fenotipos presenten unha distinta susceptibilidade ás enfermidades. Así, parece ser que os individuos de fenotipo A presentan unha maior susceptibilidade a padecer diversos tipos de cancro, diabetes e isquemias cardíacas. No fenotipo O obsérvase unha maior incidencia de úlceras de estómago. Nembargantes, estas enfermidades, aínda que mortais, non imposibilitan a reprodución e supervivencia dos alelos.
 - *Susceptibilidade a enfermidades infecto-contaxiosas:* en épocas pasadas, en diferentes rexións xeográficas, téñense producido epidemias que causaron unha gran mortalidade. Parece ser que o alelo O é particularmente vulnerable ás infeccións por *Yersinia pestis*, que asolaron Europa na Idade Media. Isto explicaría a redución da incidencia do alelo O a favor do A no continente Europeo. Outras epidemias e endemias, tanto pasadas coma actuais poderían ter influído notablemente sobre a distribución dos alelos.

Por separado, ningún destes factores pode explica-la actual distribución xeográfica dos alelos ABO. É posible que ó longo do tempo teñan actuado diversos factores en distintas direccións, pero en xeral, parece que se ten favorecido a heterocigose.

SISTEMAS ASOCIADOS Ó ABO

O sistema Hh:

Analizando os compoñentes sanguíneos dos fenotipos O atopouse unha sustancia antixénica que se denominou Ax H. Nun primeiro momento non se coñecía o vínculo entre este antígeno e o fenotipo O,

unicamente se sabía que neste fenotipo a expresión do antíxeno era maior. En 1952, *Bhende* atopou en Bombay un individuo de fenotipo O que carecía do antíxeno H. Este achádego levou á conclusión de que o antíxeno H dependía dun sistema distinto ó ABO. Os descubrimento continuaron en Bombay co achádego dunha muller de fenotipo O e un home de fenotipo A que tiñan unha filla AB. Supúxose que a nai debía ser portadora do alelo B, pero que por algunha razón este non se expresaba. Máis tarde tamén se atopou un individuo de xenotipo A/- pero de fenotipo O.

Relación entre os sistemas ABO e Hh:

Finalmente, concluíuse que debía existir unha relación metabólica entre o sistema ABO e mailo antíxeno H. Máis tarde comprobouse que os antíxenos Ax A e Ax B son o produto final dunha ruta metabólica que parte do Ax H. A presenza deste antíxeno precursor depende do que se denominou sistema Hh. Os antíxenos da membrana eritrocitaria Ax A, Ax B e Ax H son glicolípidos. Estes antíxenos fórmanse na etapa de *eritroblasto* a partir da mesma molécula, a *Lacto-N-neotetraosa*, tamén denominada *paraglobósido*, ou sinxelamente *molécula tipo II*. A diferenza entre cada antíxeno localízase unicamente no disacárido terminal desta molécula. O disacárido en cuestión é a *Galactosa (1-4) N-acetil-glucosamina*. O alelo H codifica unha enzima que introduce unha fructosa no C2 da galactosa terminal. O alelo A codifica unha transferasa que introduce nesta mesma posición unha *N-acetil-galactosamina*. Pola súa banda, o alelo B codifica unha transferasa que introduce unha *galactosa* no C3.

As enzimas codificadas polos alelos A e B unicamente poden actuar sobre as moléculas de paraglobósido modificadas polas enzimas do alelo H. Así, a ausencia deste alelo determina a carencia dos tres antíxenos. Este particular fenotipo denominouse *fenotipo Bombay*, e presenta catro formas distintas: *Oh*, *OhA*, *OhB* e *OhAB*. O único xeito de sabe-lo xenotipo dun fenotipo Bombay *Oh* é realizar análises xenealóxicas ou citolóxicas.

Variación xeográfica do sistema Hh:

Hoxe en día, a distribución do sistema Hh é monomórfica. O alelo H dase cunha frecuencia maior do 99%, mentres que o alelo h unicamente ten unha incidencia menor do 1%. As poboacións nas que este raro alelo é máis frecuente localízanse na India, así coma en Madagascar e Sudáfrica, onde se localiza un compoñente poboacional notable de orixe india.

O sistema secretor:

Algúns individuos posúen os antíxenos A, B e H en líquidos de secreción. A presenza do Ax H na saliva inhibe a aglutinación dos eritrocitos pola *lecitina* de *Ulex europeus*. Así, distínguense dous fenotipos, *secretor* e *non secretor*. O 80% da poboación europoide é de fenotipo secretor, podendo atoparse os antíxenos na saliva, na suor, na orina, e máis en moitos outros líquidos de secreción. Os antíxenos que se atopan nos líquidos de secreción son glicoproteínas hidrosolubles. Estes antíxenos fórmanse a partir dunha variante do paraglobósido, a *Lacto-N-tetraosa* con enlace (1-3) no disacárido terminal, ou sinxelamente *molécula tipo II*.

Relación entre os sistemas secretor, Hh e ABO:

O sistema secretor depende dun locus autosómico do cromosoma 19 con dous alelos. O alelo secretor *Se* é dominante sobre o alelo *se*. O sistema secretor non presenta antíxenos propios, unicamente posibilita a aparición dos antíxenos dos sistemas ABO e Hh nos líquidos de secreción. Existen dúas hipóteses acerca do funcionamento do alelo *Se*. Segundo unha destas hipóteses, o alelo *Se* sería un xen regulador responsable da activación do alelo H nas células mucosas. A outra hipótese supón que o alelo *Se* é un xen estrutural e codificante, que realizaría polo tanto as funcións do alelo H nas células mucosas. Segundo esta segunda hipótese o xen secretor xurdiu coma unha duplicación do xen do sistema Hh.

Variación xeográfica do sistema secretor:

O alelo Se está completamente fixado entre os amerindios, o alelo se está ausente nestas poboacións. Nas poboacións australoides tamén é maioritario o alelo Se, mentres que nos mongoloides hai un lixeiro predominio do alelo amorfo. Entre os negroides e europoides hai un equilibrio bastante axustado entre os dous alelos, predominando lixeiramente o alelo secretor.

O SISTEMA Rh

Aspectos xerais:

No ano 1939, *Levine* e *Stetson* publicaron un estudio acerca dun caso de incompatibilidade feto–materna. Ó parecer, no sangue da nai había un anticorpo que aglutinaba os eritrocitos do fillo e do pai. Posteriormente, comprobouse que estes anticorpos aglutinaban os eritrocitos do 85% da poboación europoide. En 1940, *Landsteiner* e *Wiener* publicaron os resultados dun estudio realizado sobre *Macaca mulatta*. Estes dous investigadores atoparon un antíxeno que tamén causaba a aglutinación eritrocitaria no 85% da poboación europoide. Na época do estudio, *Macaca mulatta* recibía o nome de *Macacus rhesus*, polo que *Landsteiner* e *Wiener* denominaron ó seu sistema de antíxenos o sistema *Rh*.

Primeiro nivel de complexidade do sistema Rh:

Nun primeiro momento pensouse que o sistema *Rh* descuberto en *Macaca mulatta* podía ser o mesmo que causaba a *eritroblastose fetal* descrtia por *Levine* e *Stetson*. Posteriormente descubriuse que eran dous sistemas distintos, pero a denominación de sistema *Rh* xa estaba moi arraigada e permanece aínda hoxe. Neste sistema atopamos únicamente un alelo, denominado *D*. A ausencia deste alelo represéntase coa *d*. Os anticorpos do sistema *Rh* son inmunóxenos, requírese un contacto previo co antíxeno para que se formen e aparezan no plasma. Dende o ano 1960 comezouse a inxectar anticorpos Anti–*D* xusto despois do parto a tódalas nais *Rh*– que tiñan un fillo *Rh*+. Comprobouse que con esta medida ten lugar unha *inmunodepresión pasiva* que inhibe a sensibilización da nai fronte ós antíxenos do fillo, pero non se sabe moi ben cal é a causa desta reacción.

Segundo nivel de complexidade:

O sistema *Rh* é moi complexo, é o máis polimorfo de tódolos sistemas sanguíneos humanos. No seu segundo nivel de complexidade distínguense cinco alelos que determinan a existencia de cinco antíxenos, vémoslos de seguido:

Antíxenos	Frecuencia en europoides
D	85%
C	70%
E	30%
c	80%
e	30%

Os pares de alelos *C/c* e *E/e* son *antitéticos*, é dicir, debe existir sempre un dos dous alelos en cada caso. Curiosamente, non existe o alelo antitético de *D*. A existencia de cinco alelos determina a existenciad e 18 fenotipos, dos cales 9 conteñen o alelo *D* e denomínanse *Rh*+. Nos outros 9 fenotipos *D* está ausente, o que se representa como *d*, e son polo tanto *Rh*–.

Terceiro nivel de complexidade:

Nun terceiro nivel de complexidade distínguense ata 45 alelos diferentes, todos eles variantes dos cinco alelos básicos xa mencionados. As variantes dos alelos E/e son frecuentes e numerosas entre as poboacións negroides. A variante Du é a máis importante, pois codifica un Ax D de reactividade debilitada que pode pasar desapercibido na fenotipación. Na poboación europoide hai unha incidencia do 1% neste alelo. Na poboación negroide a frecuencia do alelo Du é máis elevada.

Interpretación xenética do sistema Rh:

Téñense plantexado moi diversas hipóteses acerca do sistema Rh. Actualmente, a idea máis aceptada supón que o antígeno D se localiza nunha proteína denominada *RhD*, mentres que os outros catro antígenos se atopan na proteína *RhCE*. Estas dúas proteínas teñen unha masa molecular de 30 kDa, polo que se coñecen coma proteínas *Rh30*, e presentan unha gran homoloxía. As proteínas *Rh30* atópanse na membrana eritrocitaria formando os denominados *complexos Rh*, constituídos por un tetrámero de dúas proteínas *Rh30* e dúas *Rh50A*.

A proteína *Rh50A* presenta unha homoloxía do 40% coas *Rh30*. O xen que codifica esta proteína está situado no locus *RH50A* do brazo corto do cromosoma 6. As proteínas *Rh30* están codificadas por dous xenes *en tandem* localizados no brazo corto do cromosoma 1. Os tres xenes están constituídos por 10 exóns e presentan unha gran homoloxía. Isto fai pensar que os tres xenes teñen unha orixe común, a partir dun xen ancestral que se duplicou. Hoxe estímase que a primeira duplicación deste xen ancestral tivo lugar hai entre 346 e 250 millóns de anos. A segunda duplicación remóntase só ata os 12 ou 5 millóns de anos.

Variación xeográfica do sistema Rh:

Parece ser que o fenotipo Hr- é maioritario na poboación europoide debido á delección do xen RHD. Na poboación negroide así coma no Xapón o fenotipo Rh- tamén está ben constituído, aínda que nestas poboacións non se observa a delección do xen RHD. Polo de agora non hai unha explicación satisfactoria a este fenómeno. No resto dos grupos poboacionais predomina o fenotipo Rh+. O predominio do Rh- na poboación europoide parece ser causa das antigas migracións démicas propiciadas polo desenrolo da agricultura. Suponse que as primitivas poboacións europoides eran maioritariamente Rh-, mentres que os pobos emigrados eran Rh+. Dado que as migracións tiveron lugar dendo o SL cara o NO é plausible pensar que nos extremos máis occidentais de Europa se teña conservado o fenotipo Rh-. Nembargantes, non é doado comprender como se puido consolidar unha poboación Rh- a pesares dos problemas da incompatibilidade feto-materna do sistema Rh. Unicamente podemos supoñer que debeu existir outro factor de selección natural que mantivo o polimorfismo que require o fenotipo Rh-.

Entre os mongoloides a frecuencia do haplotipo dece é menor, sendo o DCe o de maior incidencia. Nos negroides é máis frecuente o haplotipo Dce, que se ven considerando o haplotipo ancestral. Entre os amerindios, o fenotipo Rh- é case unha excepción, sendo o haplotipo máis común o DcE, ó igual que en Oceanía.

ENZIMAS ERITROCITARIOS

A Glucosa-6-fosfato deshidroxenasa:

Os enzimas eritrocitarios permiten caracterizar moi ben a individualidade biolóxica e son uns bos marcadores poboacionais. Un dos enzimas eritrocitarios máis estudados é a *G-6-PDH*. Esta enzima intervén no metabolismo oxidativo da glucosa no ciclo das pentosas. A *G6PD* presenta unha gran variabilidade, chegando a terse identificado máis de 400 fenotipos distintos. Está codificada por un xen situado no brazo largo do cromosoma X. En 1998, *Weimer* descubriu que en realidade só existían 170 variantes deste xen, algunhas das cales eran deficientes e podían provocar diversas patoloxías.

Variantes da G6PD:

As variedades máis comúns son a *GdA* e maila *GdB*, codificadas polos xenes *G6PD*A* e *G6PD*B* respectivamente. A variante B é a maioritaria a nivel mundial, aínda que entre as poboacións negroides predomina a variante A. A *GdA* ten unha actividade enzimática lixeiramente inferior á da *GdB*, e diferénciase da mesma pola substitución dun *ácido aspártico* por unha *asparaxina*. As variantes deficientes máis importantes son as *GDA-* e *GDB-*. A variante *GDA-* caracteriza ás poboacións negroides de África subsahariana, así coma ós seus descendentes americanos. A *GdA-* ten unicamente unha eficacia do 15% respecto da *GdB*. A variante *GDB-* é exclusiva das poboacións mediterránidas, e unicamente ten unha eficacia do 5%.

Variación xeográfica da G6PD:

Parece existir un factor de selección natural que posibilitou a supervivencia destas dúas variantes a pesar dos problemas que presentan. Curiosamente, as áreas xeográficas onde se dan estas variantes son rexións onde o paludismo é endémico, ou polo menos foino nunha época pasada. Dalgún xeito, os portadores destas variantes da *G6PD* están mellor protexidos fronte á infección dos *Plasmodium*, o que posibilitou o incremento da frecuencia destes fenotipos. Tamén parece existir unha relación co consumo de *Vicia faba*.

No SL asiático, outra rexión de paludismo endémico, atopouse outra variante da *G6PD*, a *Gd Mahidol*. A maioría das 170 variantes da *G6PD* non causan deficiencias hematolóxicas. Dúas destas variantes empréganse hoxe coma marcadores poboacionais: a *Gd Ibadan Austin* caracteriza ás poboacións do centro o occidente africanos; a variante *Gd Ube* caracteriza ás poboacións do Xapón.

PROTEÍNAS PLASMÁTICAS

As haptoglobinas:

No plasma sanguíneo podemos atopar numerosas e moi diversas proteínas. Distínguense en total seis grupos de proteínas plasmáticas: *albúminas*, *-globulinas*, *-globulinas*, *-globulinas*, *-globulinas* e *fibrinóxenos*. As *haptoglobinas* pertencen ó grupo das *-globulinas*, son tetrámeros formados por dúas cadeas polipeptídicas *Hp* e outras dúas *Hp*. Estas proteínas dependen dun locus situado no brazo longo do cromosoma 16, formado por dous cistróns non completamente ligados. Nun primeiro nivel de complexidade distínguense dous alelos, *HP*1* e *HP*2*, que manteñen unha relación de codominancia, o que posibilita a existencia de tres xenotipos que se traducen en tres fenotipos.

Interpretación xenética das haptoglobinas:

As diversas variantes destes dous alelos conforman o segundo nivel de complexidade das haptoglobinas. Existen numerosas variantes que afectan ás cadeas *Hp*, pero a súa frecuencia é moi baixa. As variantes do alelo *HP*1* que afectan ás cadeas *Hp* son máis interesantes. Dúas destas variantes están codificadas polos alelos *HP*1F* e *HP*1S*, que manteñen unha relación de codominancia. Parece ser que o alelo *HP*2* se formou a partir destas variantes alélicas. As proteínas *Hp F* e *Hp S* están constituídas por 83 aminoácidos, diferenciándose unicamente na posición 53, que na *Hp F* é *lys* e na *Hp S* é *glu*.

As cadeas codificadas polo alelo *HP*2* teñen 142 aminoácidos, con *lys* na posición 53 e *glu* na 112. En realidade, os primeiros setenta aminoácidos correspóndense cos da variante *Hp F*, mentres que os 72 aminoácidos terminais corresponden ós da variante *Hp S*. parece logo que o cistrón do alelo *HP*2* se formou por unha recombinación desprazada dos cistróns *HP*1F* e *HP*1S*. Tense comprobado que tódolos mamíferos, dende os insectívoros ata os póngidos teñen un tipo de haptoglobina semellante á codificada polo alelo *HP*1* da especie humana. O alelo *HP*2* unicamente se atopa na especie humana, sendo o máis frecuente en tódalas poboacións indoafgánidas.

Variación xeográfica das haptoglobinas:

Dende a rexión indoeuropea, onde a frecuencia do alelo HP*2 é máxima, obsérvase un progresivo aumento na frecuencia do alelo HP*1 cara u oeste. En África predomina o alelo HP*1, agás no Sur, onde o fluxo xénica das poboacións indúes incrementou notablemente a frecuencia do HP*2. En América advírtese un aumento da frecuencia do alelo HP*1 de norte a sur. En Europa, o alelo HP*2 é maioritario.

Debe existir algunha vantaxe selectiva que favoreza o establecemento do alelo HP*2. As haptoglobinas participan no catabolismo da *hemoglobina*. A enzima *-hem-metenil osixenasa* só pode actuar sobre a hemoglobina estando esta unida a unha haptoglobina. Tense comprobado que esta enzima é máis eficaz cando actúa sobre hemoglobinas unidas a haptoglobinas codificadas polo alelo HP*2.

POLIMORFISMOS DOS ÁCIDOS NUCLEICOS

Aspectos xerais:

Os polimorfismos de ácidos nucleicos empréganse nos estudos antropolóxicos dende a década dos 80 do século XX. Estes marcadores moleculares resultan moi axeitados para os estudos de filoxenia, variación poboacional e identificación individual. A técnica dos polimorfismos só se puido desenrolar logo de terse descuberto as *enzimas de restricción* e a *PCR*.

Pódense estudar os polimorfismos tanto do ADN coma do ARN. Os polimorfismos do ARN resultan axeitados para o estudo de taxóns de gran tamaño, pero detectan mal a variabilidade intraespecífica. O polimorfismo do xen 285 do ARNr empregouse para estudar a filoxenia dos xéneros *Homo*, *Pan*, *Pongo* e *Gorilla*. Tamén se ten estudado o ADN mitocondrial, de herdanza exclusivamente materna e cunha variabilidade debida unicamente á mutación. O estudo do ADN nuclear resulta en principio máis complexo, dado o descomunal tamaño desta molécula. Dende a publicación dos resultados do traballo de *Celera Genomics* no ano 2000 xurdiron aínda máis incógnitas. Hoxe en día non se coñece o número de xenes contidos nas 3000 Mb do ADN nuclear, e barállanse cifras dende os 35000 ata máis de 100000. De feito, unicamente se ten determinado a función dun 5% dos xenes humanos. Do restante 95% ignórase completamente a súa función. Curiosamente, os estudos dos polimorfismos céntranse sobre esta misteriosa fracción do ADN, pois o único que interesa para estes estudos é a cadea nucleotídica en sí.

Tipos de polimorfismos:

Existen dous tipos básicos de polimorfismos: os *polimorfismos de secuenciación* desenroláronse a partir da década dos 90 do século XX, cando se puxeron a punto os *secuenciadores automáticos*; os *polimorfismos de restricción* baséanse no uso das *restrictasas*. A técnica máis importante derivada do estudo dos polimorfismos é a denominada *Restriction Fragment Length Polymorphisms*, ou *RFLP*.