

Introducción:

Una de las mayores preocupaciones del ser humano ha sido y es su propio origen. Desde siempre las diferentes culturas han intentado dar respuesta a este interrogante; al principio con la formación de mitos y desde el siglo XIX apoyándose en el campo de las ciencias naturales. En este estudio se dan cita múltiples disciplinas científicas, como la primatología, la genética de poblaciones, la biología del esqueleto, la antropología forense

Uno de los factores básicos de la evolución humana ha sido el escenario evolutivo, en el que influyen diversos factores que lo condicionan, condicionando a las especies que allí viven. En el ámbito de la diferenciación filogenética de la familia hominidae fue clave el paso de un hábitat arbóreo a otro terrestre. Esto supuso un cambio en la locomoción de cuadrúpeda a bípeda, lo que fue a su vez causa de otros cambios que diferenciarían definitivamente al hombre, como son la liberación de las extremidades superiores, que secuencialmente se convirtieron en herramientas para el hombre, con lo que pudo manipular objetos, consecuencia de lo cual fue una gran capacidad de manipulación del medio. Todo esto dio pie para el aumento de la masa cerebral, y ambos hechos se retroalimentaron mutuamente para acelerar esta evolución. De forma paralela el aumento del periodo de crecimiento de los homínidos, que hace que el periodo de aprendizaje del individuo hasta que se puede valer por si mismo es mayor, con lo que adquiere mayor cantidad de conocimientos y contribuye a la mayor rapidez de desarrollo evolutivo. También hemos de destacar la disminución del aparato masticador, que como hemos visto en estas practicas hace que el cerebro pueda expandirse por la ausencia de la cresta en la sutura craneal sagital donde se anclan los músculos del aparato masticador (o músculos temporales) en otros homínidos como el gorila que poseen un aparato muy desarrollado.



Dentro ya del hombre como tal, desde el antiguo *Australopithecus* hasta el *Homo Sapiens* moderno se ha dado una gran cantidad de evoluciones que han condicionado al hombre a ser como es hoy en día.

En el genero *Australopithecus*, que experimento una gran diversificación específica y ecológica y que llego a tener un gran éxito evolutivo destacan una serie de caracteres diferenciadores, como son la pelvis y el pie que demuestran una locomoción bípeda, la capacidad craneal, de unos 400 a 550 cm³ , con grandes mandíbulas y dientes.

En cuanto al genero homo, podemos iniciar su evolución con el *Homo Habilis*, encontrado en 1960 por la familia Leakey en Tanzania. Esta especie se data entre 1,8 y 2,5 millones de años. A diferencia de los *Australopithecus*, este primer homo tiene una mayor capacidad craneal, que ronda los 600 – 900 cm³ .

Hace aproximadamente 1,8 millones de años tuvo lugar en África un cambio en las condiciones ecológicas del medio, que dio pie a un importante cambio en la anatomía y el comportamiento de los homínidos, apareciendo entonces el *Homo Ergaster* (1,8 – 1,4 millones de años) que fue descubierto en África (destacando el esqueleto casi completo llamado niño de Nariokotome) y que hay que diferenciar del siempre recurrente *Homo Erectus*.

El *Homo Ergaster* muestra por primera vez en homínidos una arquitectura de cuerpo completamente moderna, con una bóveda del cráneo mas elevada y redondeada, con un volumen encefálico que alcanza los 850 cm³

La especie que mas nos atañe, la del *Homo Sapiens*, ha sido objeto una gran discusión sobre su origen. Existen dos grandes modelos que intentan explicar este origen:

Modelo multirregional: Sostiene la continuidad evolutiva de las poblaciones humanas durante el ultimo millón de años, que se resuelve con la diferenciación geográfica local de los diferentes grupos humanos actuales. Según esta forma de entender el registro fósil, la especie de *Homo Sapiens* surge como diferenciación gradual de una especie basal, el *Homo Erectus*, de amplia distribución geográfica.

Modelo de origen único: Sostiene que la especie *Homo Sapiens* se habría diferenciado en África, a través de un evento de especiación divergente, en un tiempo relativamente reciente de no mas de 300.000 años, y desde allí habría colonizado las distintas áreas del planeta.

Consecuencia de este último método es la discusión del parentesco filogenético de la especie *Homo Sapiens* y los *Neandertales*, clave para el modelo de evolución humana. Los defensores del modelo de origen único hablan de un escenario evolutivo y un antecesor común para estas especies: el *Homo Heidelbergensis*, que apareció en África y se disperso hacia zonas afro-europeas, donde dio lugar a las especies nombradas. El cambio más espectacular entre el *Homo Erectus* (antecesor del segundo) y el *Homo Heidelbergensis* reside en el aumento del volumen encefálico.

En el caso del el neandertal, nos encontramos ante la especie fósil mejor conocida de todas, tanto por el número de restos, aunque son muy dispersos, como por el número de estudiosos dedicados a ella.

Los neandertales tenían una talla no muy alta, aproximadamente de 1,70 metros de altura. Sin embargo tenían una complexión física de gran robustez. En promedio debían pesar unos 80 kilos mientras que homo Sapiens tiene un peso medio de 58 kilos.

Sus extremidades eran más cortas que las nuestras posiblemente producto de una adaptación al frío clima de la Europa pleistocénica. Su capacidad craneal media era de 1.500 cm³, lo que se relaciona más con el gran tamaño del cuerpo y su gran musculatura que a una inteligencia más elevada.

Otros rasgos que le definen y que nos aclaran su origen son la existencia sobre su toro occipital de la fosa suprainíaca, foro supraorbital prominente, mandíbula dental adelantada, gran nariz, ausencia de pómulos, frente inclinada, ausencia de barbilla y unos huesos grandes con anchas paredes.

La desaparición de los neandertales fue para muchos, causa de su escaso lenguaje, que limitó su complejidad social con lo que su capacidad para explotar el medio en el que vivían también se vio limitada. Aun así, los neandertales no fueron borrados del mapa por los humanos modernos, sino que su desaparición fue un proceso de unos 15.000 años. Que el Homo Sapiens tuvo una mayor capacidad de innovación tecnológica es innegable, pero además su organización social era más abierta al intercambio tanto material como genético.

La mente más abierta al mundo, frente a un mundo cerrado en el que el intercambio de ideas y genes es reducido, característico del neandertal, supone que el Sapiens fue ganando terreno poco a poco mientras que el neandertal fue constriñendo su mundo abocado a la extinción frente al dinamismo del sapiens.

Finalmente el *Homo Sapiens moderno* que, comparada con otras especies de homínidos, nuestra especie ha estilizado el cuerpo; tenemos los brazos y las piernas más largos, una mayor estatura y un menor peso en proporción a ella.

En el cráneo tenemos adaptaciones propias y únicas: cerebros muy grandes, con 1.400 centímetros cúbicos de media, cráneo redondeado con una frente alta, carencia de toro supraorbital, barbilla o mentón y una mandíbula más bien pequeña.

Varios hallazgos sudafricanos como el de la cueva de la desembocadura del río Klasies, nos dan una valiosa información sobre el origen de nuestra especie.

Aquí se han encontrado restos humanos de unos 110.000 años de antigüedad con un aspecto bastante moderno. Estos hallazgos indican que el ser humano moderno evolucionó en África durante un periodo muy largo de tiempo, desde hace al menos 200.000 años.

Estos seres humanos, de los que no sabemos a ciencia cierta de dónde provienen, no salieron de África hasta mucho después, hace unos 100.000 años, y fueron "sustituyendo" a otros tipos humanos menos competentes en Europa y Asia, y probablemente también en la propia África.

Esto nos lleva a la hipótesis del arca de Noe, descartando la llamada hipótesis del candelabro.

Si hay una sola cosa que distinga a los seres humanos del resto de formas de vida, actuales y extintas, es la capacidad para el pensamiento simbólico: la de generar símbolos mentales complejos y alterarlos para formar nuevas combinaciones.

En ello estriba el fundamento de la imaginación y la creatividad: de la capacidad singular de los seres humanos para crear un mundo en la mente y recrearlo en el mundo real.

Casi la totalidad de los singulares atributos cognitivos que caracterizan a los humanos modernos está vinculada al lenguaje. El lenguaje permite y requiere una capacidad para producir símbolos en la mente. El pleno goce de la capacidad humana requiere con casi total certeza la posesión del lenguaje, así, podemos considerar las pruebas de comportamiento simbólico como pruebas de la existencia del lenguaje.

En el siguiente cuadro podemos ver el árbol evolutivo que se cree ha seguido el homo desde los *Australopithecus* hasta el *Homo Sapiens moderno*.

Práctica 1:

Descripción anatómica y análisis de la variabilidad morfológica craneal. Bases de anatomía comparada entre Primates no humanos y el Hombre.

Los restos esqueléticos se pueden estudiar por 2 vertientes:

- **Morfoscópica**: atendiendo a la forma de el resto en si.
- **Métrica**: medidas lineales, volumétricas o mediante combinaciones de medidas lineales.

Existen 3 piezas en el esqueleto que son críticas a la hora de su importancia en el análisis de la variabilidad morfológica como son el cráneo, la cintura pélvica y el fémur. Esto es así porque se han producido cambios muy importantes en ellos a lo largo de la hominización (postura erguida, bipedalismo) Estas 3 piezas óseas tienen gran variabilidad según los grupos humanos continentales. así mismo estos huesos también exhiben rasgos muy discriminantes en términos de sexo y edad, de lo que nos valdremos en estas prácticas para aprender a reconocer al menos teóricamente estas características en los huesos con que experimentemos.

La primera de las 3 piezas óseas a estudiar será el cráneo. Primero lo estudiaremos por la vía morfoscópica en la que veremos todos sus rasgos mediante un estudio minucioso de su estructura, dispuesta en varios planos de orientación o normas craneales distintos, dentro siempre de la división mas general del cráneo, la que hacemos entre el esplagnocráneo o esqueleto facial y el neurocráneo o esqueleto craneal:

- ***Norma verticalis superior, normal o parietalis***: desde este plano podemos ver la bóveda del cráneo, integrada por los huesos parietales, el hueso frontal y la parte superior del occipital, que están unidos entre si por las suturas craneales, que tienen el interés de que podemos determinar la edad del cráneo mediante el mayor o menor grado de cerramiento de esas suturas que pueden llegar a cerrarse completamente (obliteración de la sutura), soldando los 2 huesos que relaciona. Esta clasificación en edades no se realiza

de forma exacta sino que los individuos se clasifican en estados octogenarios (como por ejemplo infantil, maduro, senil). La sutura coronal relaciona el hueso frontal y los parietales, la sutura lambda se halla entre el hueso occipital y los parietales y la última que podemos ver desde este plano es la sutura sagital, que une los huesos parietales entre sí. Otra de las características que se pueden observar en este plano es la forma del contorno craneal, que en el cráneo que se me facilitó para realizar la práctica (Cráneo 240) era de tipo esferoide.

- *Norma anterior o frontalis*: En este plano hemos de fijarnos en el grado de división del hueso frontal en 2 (sutura metópica) que se cierra completamente antes de los 6 años, o permanece sin cerrar hasta la muerte del individuo, y puede ser, por tanto un discriminador en temas de edad del individuo; en nuestro cráneo no se hallaba completamente cerrada, por lo que no podemos usarlo como un diferenciador claramente válido. Vimos también en esta norma la forma de las orbitas de los ojos, que nos sirve como diagnóstico del sexo del individuo, ya que por ejemplo un borde superior fino, con unas orbitas redondeadas son características típicamente femeninas. En el caso de enfrentarnos a unas orbitas cuadrangulares y con un borde superior grueso y romo hablaríamos de un individuo masculino. Nuestro cráneo poseía unas orbitas cuadrangulares ovoides con un borde bastante grueso, lo que nos pone en la pista de un cráneo masculino. La inclinación de la frente es otro de los caracteres que se pueden observar, y en nuestro caso era algo huida, símbolo de un cráneo masculino. La glabella, debido a los arcos superciliares protuberantes, que le provoca tener una raíz nasal profunda y por tanto un tabique protuberante la podríamos encuadrar dentro del tipo III en la clasificación de Broca. En cuanto a los alveolos premolares y molares han sido reabsorbidos, símbolo de una edad avanzada, aunque no ha ocurrido así en los alveolos de caninos e incisivos. Finalmente su abertura piliforme no es muy amplia con lo que deducimos que era de raza caucasiana.
- *Norma temporalis o lateral*: podemos ver en este plano el hueso temporal que ha ido disminuyendo durante la evolución y que lleva asociados los músculos temporales, que sirven para la masticación. En este plano observaremos la forma de la bóveda, que normalmente tiende a ser plana, y que en nuestro cráneo tenía una forma claramente ovoide, mas precipitada en la parte trasera. La presencia de una estructura ósea a la altura del hueso occipital llamada Inion, es también discriminadora en el diagnóstico del sexo, y es en ella donde se anclan los huesos de la nuca. Nuestro cráneo se ajustaba a la forma de inion de tipo II en la clasificación de Broca. Las apófisis mastoides, que constituyen igualmente un discriminador del sexo es el punto del cráneo donde se anclan los músculos del esternocleidomastoideo que controlan el cuello. Tienden a crecer en longitud durante la evolución para así mantener la cabeza en la verticalidad armónica con el resto del cuerpo. Las apófisis mastoides de nuestro cráneo eran gruesas y cortas, de aspecto macizo, indicadoras de una gran potencia en los músculos del cuello, y que nos determinan un sexo masculino. Las arcadas zigomáticas, cuyo grado de desarrollo nos puede servir para realizar un diagnóstico del sexo (según si son mas o menos protuberantes, o mas o menos gruesas o finas) y para conocer el grado de desarrollo evolutivo, son los lugares en que se anclan los músculos maseteros que coordinan la masticación y la mandíbula inferior. Nuestro cráneo presentaba unas arcadas zigomáticas muy desarrolladas y muy amplias, grado indicador de que la fuerza masticadora era importante (figiozigia). Por último en este plano tenemos la región pterica, que posee una disposición variable en el hombre. también llamada esfenoparietal con una sutura llamada pterica con forma de H cerca de las arcadas zigomáticas a ambos lados del cráneo y que se sitúa entre el temporal-frontal y la escama del temporal.
- *Norma posterior*: podemos destacar en esta norma el hueso occipital, que es una división (no rotura) del hueso occipital, que en el caso de nuestro cráneo no se presentaba este hueso. La forma de la bóveda desde este perfil era de tipo domiforme. Los huesos supernumerarios presentes entre las suturas no estaban presentes en nuestro cráneo.
- *Norma basal*: En esta último plano de observación del cráneo destacaremos la forma del perfil alveolar del maxilar superior que era parabólico o en forma de U (arcada). La morfología del paladar óseo es también un indicador de dimorfismo sexual, al ser el paladar de los hombres rugoso y amplio, con una posible protuberancia en el medio, y el de las mujeres más estrecho y romo. El cráneo 240 tenía un paladar corto y abrupto indicador de un hombre. El agujero occipital, que posee un desplazamiento frontal evolutivo tiene a los lados unas piezas óseas llamadas cóndilos occipitales, y que sirven de articulación con la primera vértebra.

Práctica 2:

a) La medida de la variación craneal. Puntos cráneométricos, índices craneales y medida del prognatismo.

Una vez visto el estudio de la forma del cráneo pasaremos a conocer su análisis métrico, mediante la toma de medidas de longitud, conocimiento de los diferentes puntos cráneo métricos importantes del cráneo asignado (240), y que nos dará una mayor profundidad en el conocimiento de los rasgos de nuestro cráneo.

- **Puntos cráneométricos mas importantes**

En este apartado conoceremos los distintos puntos cráneométricos dispuestos por la superficie del cráneo y que nos servirán de referencia en todos los trabajos y estudios que realicemos acerca del cráneo. Una vez definidos pasaremos a representarlos en una lámina con un esquema del cráneo en el que los señalaremos.

◆ *Norma sagital o lateral:*

Glabela (g): Punto mas proyectado del frontal, en la línea sagital media a nivel de los relieves supraorbitarios y por encima de la sutura naso frontal.

Bregma (b); Punto situado en el plano medio sagital, en la intersección de la sutura coronal y la sutura sagital.

Opistocráneo (op): Es el punto del occipital, situado en el plano medio sagital, en el lugar mas alejado de la Glabela. No es un punto fijo, debe ser determinado con el compás de ramas curvas.

Inion (I): Situado en la base de la protuberancia occipital externa, en la intersección del plano medio sagital con la tangente a las líneas nucales superiores.

Porion (po): Es el punto medio mas elevado del reborde superior del conducto auditivo externo, Los porios de ambos lados y el infraorbitario izquierdo definen el plano de Francfort.

Nasion (n): Punto de intersección de la sutura naso-frontal con el plano medio sagital.

Nasoespinal (ns): Punto del plano sagital situado en la tangente al borde inferior de la abertura piriforme.

Prostion (pr): Punto más externo e inferior de la arcada alveolar del maxilar superior situado en el plano sagital medio

- *Norma frontal:*

Eurion (eu): Puntos más laterales situados a ambos lados del parietal por encima de la escama temporal. No son puntos fijos, sino que deben ser determinados con un compás de ramas curvas.

Maxilo-frontal (mf): Punto de intersección de la prolongación de la cresta lacrimal y la sutura maxilo-frontal

Ectoconquion (ec): Punto del reborde orbitario más alejado del reborde maxilofrontal

Orbital o infraorbitario (or): Es el punto más bajo y externo del reborde inferior de la orbita. Es utilizado para definir el plano de Francfort.

Zygion (zy): Punto mas externo de la arcada zigomática, Se determina con el compás de ramas curvas.

Frontotempotal (ft): El punto mas profundo en la incurvación del la línea temporal, se sitúa en el hueso frontal, un poco por encima de la sutura zigomáticofrontal.

- *Norma Superior:*

En esta norma podemos ver muchos de lo puntos visibles en otras normas, como son la glabella, bregma, landa, opistocranion y eurion.

- *Norma Inferior.*

Basion (ba): Punto medio del reborde anterior del *Foramen Mágnum* o agujero occipital.

Opistion (o): Punto medio del reborde posterior del *Foramen Mágnum* o agujero occipital.

Estafilion (sta) Es el punto del paladar óseo situado en la intersección de la línea sagital media y la tangente a la curvas del margen posterior del paladar.

Oral (ol): es el punto del plano sagital medio, situado en la arcada alveolar del maxilar superior, en la tangente a los bordes posteriores de los alveolos de los primeros incisivos.

A continuación vemos el esquema con los puntos craneométricos antes descritos

- Estudio del prognatismo:

El prognatismo se define como el grado de proyección del esplanocráneo respecto a un plano horizontal de referencia. Pueden considerarse varios tipos:

- Prognatismo total o bimaxilar: es el grado de proyección del macizo frontal en su conjunto.
- Prognatismo facial superior o alveolo nasal: es el grado de inclinación de la línea entre los puntos craneofaciales Nasion y Prosthion. Tiene dos componentes, el prognatismo nasal (grado de inclinación de la línea Nasion – nasioespinal) y el prognatismo subnasal (grado de inclinación de la línea nasioespinal – prosthion).

- *Medidas del prognatismo*

- Triángulo facial:

En la representación del triángulo facial entran 3 variables (altura de la cara superior, longitud de la base del cráneo y longitud de la cara), que colocadas en una grafica de la manera que aparece en la grafica adjunta nos da un ángulo según el cual podremos clasificar el cráneo del que estamos representado las medidas en uno de los grados de prognatismo posibles, entre:

Prognato $< 70^\circ$

Mesognato $70^\circ - 72,9^\circ$

Ortognato $> 73^\circ$

El cráneo estudiado nos dio un triángulo facial con un ángulo de 73° , lo que nos indica que se trataba de un cráneo ortognato.

b) Métodos para la determinación del sexo y edad de un cráneo humano.

Cuando se dispone de un esqueleto entero para ser estudiado desde el punto de vista antroposcópico y antropométrico hay un reconocimiento general de que el cráneo, la cintura pélvica y el fémur son las piezas esqueléticas mas discriminantes en términos de un diagnostico de sexo y edad.

En la estimación del sexo de un esqueleto es necesario hacer unas consideraciones previas:

- En los esqueletos subadultos la estimación del sexo es muy problemática ya que la diferenciación sexual a nivel esquelético no se desarrolla hasta la pubertad
- El grado de desarrollo de algunos caracteres varía de una población a otra. Por ejemplo, un grado de desarrollo de los arcos superciliares, que puede considerarse masculino entre los europeos puede encontrarse en un numero significativo de mujeres de poblaciones aborígenes
- Es necesario poseer series de numerosos esqueletos con el fin de conocer la variabilidad sexual de la población.
- Deben considerarse varias partes del esqueleto separadamente.

Para el diagnostico del sexo de un cráneo se utilizan normalmente caracteres morfológicos y caracteres métricos. también la morfología facial y la forma craneal son importantes indicadores de las características somatológicas de grupos humanos específicos.

El dimorfismo sexual acontece en la población humana. El tamaño corporal y consecuentemente el esqueleto del varón es más grande en relación con la mujer, una situación que puede extrapolarse a muchos ejemplos de primates no humanos. Sin embargo, con el fin de utilizar esas diferencias de tamaño en la determinación del sexo, el investigador debe poder identificar la población desde la cual es el esqueleto o piezas esqueléticas proceden; también valorar las diferencias existentes en las valoraciones realizadas sobre la pieza craneal problema, respecto a la media poblacional y finalmente cuantificar, por algún procedimiento, el grado de dimorfismo sexual. Esto puede justificarse porque no todas las poblaciones humanas presentan las mismas intensidades en cuanto a diferencias de dimorfismo sexual.

En esta práctica intentaremos mediante las observaciones morfoscópias tomadas del cráneo que se nos facilitó en el laboratorio, determinar, aunque sin ser nunca una medida definitiva e irrevocable, sino más bien una valoración científica basada en algunos caracteres del cráneo que presenten la característica de la discriminación sexual, el posible sexo de dicho cráneo. Para ello usamos el cuadro presentado a continuación en el que está marcada la opción que más se ajusta a nuestro cráneo (240). Si después aplicamos la siguiente fórmula con los datos del cuadro tenemos que el cráneo tiene una tendencia marcada hacia el lado masculino:

$$[(3*1)+(3*1)+(3*-1)+(3*0)+(2*2)+(2*1)+(2*1)+(2*1)+(2*0)+(1*1)+(1*1)]/22 = +0.59$$

Práctica 3:

a) Antropometría y determinación del sexo con la cintura pélvica.

En todo esqueleto de vertebrados hay 2 cinturas diferenciadas:

- Cintura escapular: se compone de la clavícula, la escapula y el omoplato. Conecta el tronco con las extremidades superiores, y se caracteriza por su enorme plasticidad en sus movimientos. En ungulados inferiores esta elasticidad es máxima (en gibones se da la braquiación)
- Cintura pélvica: Destaca por su enorme rigidez y solidez, que en el hombre llegan al máximo debido al bipedalismo. Es un anillo óseo que ha sufrido unos grandes cambios evolutivos en primates. Se pasa de una forma de tonel propia de los primates no humanos más atrasados a una en forma de embudo propia de los humanoides. En otros primates no humanos como los ungulados superiores en los que englobamos al chimpancé, el orangután y el gorila presentan un gran mosaicismo. A lo largo de su vida presentan una gran variedad de movimientos, desde ser trepadores – saltadores cuando son jóvenes a cuadrúpedos arbóreos al ser adultos hasta el estado de cuadrúpedos terrestres en un estado de adultez más elevado, próximo a la vejez, cuando de forma accidental pueden llegar a estar erguidos o semierguidos. Es por esto que decimos que poseen mosaicismo, ya que presagian lo que pasara en el hombre, con su postura erguida, y presentan algunas de las características del hombre de forma muy arcaica y sin evolucionar. La cintura pélvica presenta un enorme dimorfismo sexual, ya que en el esqueleto humano es precisamente la cintura pélvica lo más característico en el tema de dimorfismo sexual. La cintura pélvica del hombre es más alargada y estrecha, siendo en mujeres más ancha. Aun así es un modelo bajo y corto, con una especie de aplastamiento, como efecto del peso de las vísceras que ha de soportar, y que no presentan los demás primates debido al bipedalismo. La morfología masculina se argumenta con que los hombres solo lo utilizan para la función mecánica de andar, mientras que en mujeres además de la función nombrada tiene la de la reproducción. El canal de parto es más reducido en hombres que en mujeres. Desde el punto de vista óseo se compone de 3 piezas:
 - Husos coxales, simétricos entre sí (2 piezas)
 - El segmento más basal de la columna vertebral (en la región)

Se conectan entre sí por articulaciones llamadas sínfisis. La más anterior es la sínfisis púbica, que va a conectar los 2 huesos púbicos, que forman parte del hueso coxal. La segunda sínfisis es la llamada sacroilíaca (que es doble) y conecta el hueso sacro con el ilíaco, que es otra de las partes del coxal. La

sínfisis púbica es una articulación flexible que se abre durante el parto y que contiene en su interior tejido cartilaginoso.

Cada uno de los huesos coxales se constituye por 3 piezas óseas, que a acaban uniéndose permanentemente a los 20 años aproximadamente por lo que nos puede servir como discriminador de edad también:

- Hueso íleon: tiene forma de pala y se dispone distintivamente en el varón respecto a la mujer. En el varón se extiende hacia atrás y hacia abajo, y en la mujer tan solo hacia abajo.
- Hueso púbico: Ubicado en la parte inferior del íleon se extiende hacia delante. Constituye el mayor discriminador sexual.
- Hueso isquion: Ubicado en la parte inferior del íleon, se extiende hacia atrás. Es el lugar donde descansa el peso del cuerpo, y esta recubierto por los glúteos.

La fusión de las 3 partes se produce a los 20 años aproximadamente como hemos señalado, y se produce en un sitio preciso: en la concavidad llamada cavidad cotiloidea del coxal, o acetábulo, que es la región que conecta la cadera con las extremidades inferiores (fémur)

En australopithecus (hace unos 4 millones de años) ya vemos una conformación parecida a la actual.

En el hueso íleon, llama mucho la atención la escotadura ciática, que es donde aparece una espina llamada isquiática que surge en el hombre consecuencia del bipedalismo. En el hombre se encuentra bastante mas cerrada que en la mujer.

En la cara interna posterior del hueso ilíaco tenemos 2 situaciones anatómicas importantes:

- ♦ región articular: se la conoce como la oreja del fémur y es la zona específica que se articula con el sacro (forma parte de la articulación sacro – ilíaca). La otra parte forma parte del anclaje muscular, pero no de la articulación como tal.
- ♦ La aparición de un surco de mayor o menor profundidad, que lo usamos para diferenciación por dimorfismo sexual, y que separa la región articular de la parte rugosa de anclaje.

El hueso púbico tiene mucha importancia en términos de antropología forense:

- ♦ Posee distinciones en tamaño, al ser corto y ancho en mujeres y largo en los varones, y en forma.
- ♦ La cara de la sínfisis púbica en mujeres es corto, y de un tamaño más pequeño, siendo en los varones mas largo, y con una cara articular más amplia.
- ♦ El ángulo subpúbico es más cerrado en los varones, y bastante más amplio en las mujeres. Este es un gran discriminador sexual, al igual que el tamaño de la cara de la sínfisis púbica.
- ♦ En las mujeres aparece una diferenciación en forma de segundo arco ventral que no aparece en los hombres.
- ♦ La cara sinfisaria del pubis es uno de los mayores discriminadores de la edad, al tener grandes cambios con la edad

El sexo del individuo cuya pelvis se nos facilitó puede ser, a la vista de los datos siguientes, el de un hombre.

b) Antropometría y determinación del sexo con el hueso fémur

El fémur es el hueso mas grande y largo del esqueleto humano, y constituye el esqueleto del muslo. Mediante su extremidad superior o proximal se articula con la cavidad cotiloidea del coxal, (posee una fosita del ligamento redondo que es donde se ancla el ligamento que une al fémur con la pelvis en su acetábulo) haciéndolo con la tibia a nivel de su extremidad superior. El eje longitudinal del fémur

es oblicuo, de tal manera que las dos epífisis inferiores del hueso convergen entre sí.

El cuerpo del fémur o diáfisis está ligeramente incurvado hacia delante y es aproximadamente prismático triangular. Su cara anterior, fuertemente convexa en dirección transversal, se continúa directamente con las dos caras laterales que están orientadas hacia atrás. Estas dos últimas caras, confluyen entre sí en la parte media de la porción lateral de hueso, formando una cresta rugosa que se denomina línea áspera (parte del fémur donde se anclan los músculos extensores de la pierna para dar la zancada. Los póngidos no poseen línea áspera, ya que no lo necesitan para articular, lo que nos indica que la línea áspera tiene relación directa con el bipedalismo) a lo largo de la cual se distinguen dos labios: externo e interno. Ambos labios divergen en sus extremidades proximal y distal, dando lugar en esta última región al llamado triángulo poplíteo.

En la epífisis proximal, muestra la cabeza femoral la cual se orienta oblicuamente hacia dentro y arriba. En la parte media de la misma, se encuentra una pequeña depresión rugosa llamada fosa del ligamento redondo. La cabeza del fémur se asienta en la extremidad del cuello del fémur. A nivel del sitio de unión entre el cuello y el cuerpo del fémur, se elevan en la superficie dorsal del hueso dos eminencias que se denominan trocánter mayor y trocánter menor.

La extremidad inferior es gruesa y termina formando dos fuertes cóndilos de naturaleza articular los cuales descansan en la meseta del hueso tibial (en su

epífisis proximal) para formar la articulación de la rodilla.

Los cóndilos se separan entre sí por la escotadura intercondilar, que es profunda, mucho más que en póngidos. Esto explicaría por qué en la posición erguida el hombre puede extender la pierna completamente cosa que no ocurre en póngidos. Por tanto, esta mayor profundidad hace que la rótula tenga mayor movilidad.

- ◆ El fémur puede ser un elemento base para el cálculo de la altura de un individuo, y la inferencia de una población en un periodo.
- ◆ Su morfología y robustez ha cambiado mucho con los cambios en la movilidad de la especie (bipedalismo)
- ◆ Evolutivamente hay diferencias entre la robustez de la diáfisis, modificaciones en los cóndilos y aumento del tamaño de la cabeza superior.
- ◆ Presenta, así mismo, rasgos de dimorfismo sexual en valores métricos, como son el diámetro vertical, la longitud poplíteo, la anchura bicondilar, y la longitud trocánter oblicua. En el fémur facilitado para la realización de las prácticas las medidas tuvieron valores medios, con tendencia a acercarse a los valores propios del hombre

c) Fundamentos de antropología forense. Estudio de moldes de huesos púbicos para la determinación de su edad y sexo. Aplicación de los modelos de Suchey – Brooks.

La antropología forense:

Ejercida por los biólogos y médicos, debe su impulso a los Estados Unidos, ya que en ese país la grandísima mezcolanza de culturas hizo imperativa la necesidad de examinar los restos óseos para ver los orígenes de esas múltiples culturas. Se observó que existían muchos rasgos, especialmente en el cráneo, que eran diferenciadores entre las distintas razas, sexos y edades de los individuos.

Los orígenes de esta disciplina también hay que buscarlos en los estudios encargados por la ONU para la investigación en las guerras, enfermedades

A lo largo de todos estos años de estudio se han establecido más métodos para discernir la edad de los

individuos a partir de la edad esquelética. En la cintura pélvica el hueso púbico es un gran discriminador de edades, y ha sido objeto de numerosos estudios, el primero de ellos llevado a cabo en 1990, evidencia que la morfología de la región sínfisaria del hueso coxal pasa por diversos estados de degradación durante la vida del hombre. Así mismo presenta un marcado dimorfismo sexual, por lo que la diferenciación del hueso no se produce a la misma edad en hombres que en mujeres. La morfología de esta región ha de ser estudiada después de la madurez sexual por tanto que viene a ser alrededor de los 15 años, ya que antes de esa edad los datos no podrían ser perfectamente estudiados. Este trabajo presenta los modelos de Suchey – Brooks en unas tablas que categorizan los diferentes estados de la sínfisis púbica durante la vida de un individuo. están organizados en VI categorías o fases según los rangos de edades que engloban, y que cambian significativamente entre el varón y la mujer. Estos rangos de edades no son rígidos, puesto que puede haber gente de mayor edad de la que abarca un rango y pertenecer a él, y viceversa. Esto es porque no todos los individuos deterioran esta parte del esqueleto a la misma velocidad.

En el transcurso de las prácticas tuvimos ocasión de poder examinar una serie de moldes de hueso púbico con el fin de reconocer las distintas fases de la clasificación de Suchey – Brooks en ambos sexos. Estas muestras estaban todas tipificadas y ordenadas para su correcta utilización. Una nueva caja, esta vez con huesos problema sin ordenar, pero igualmente tipificados, nos fue facilitada para la aplicación de los conocimientos que teníamos acerca de estas fases y de la discriminación sexual del hueso púbico.

En la siguiente tabla podemos ver las diferentes fases de la sínfisis púbica, su desviación típica y su rango de edades que engloba al 95% de los casos.

Práctica 5:

Reconocimiento de moldes de fósiles de homínidos para una reconstrucción de la historia evolutiva humana.

Esta práctica fue llevada a cabo en el marco de la paleoantropología, disciplina que ahonda en el origen humano y nos presenta las posibles líneas evolutivas que se han seguido a lo largo de la historia. Como veremos se basa de manera muy notable en la biología molecular, que ha dado un gran impulso a todos los estudios que tienen que ver con la evolución humana y el análisis de sus restos.

Los primates datan del Paleoceno (unos 55 millones de años atrás), aunque realmente se diferenciaron totalmente en el Eoceno. Durante el periodo del Oligoceno aparecen los primeros monos cercopitéticos que van a ser los predecesores de los actuales monos modernos. Es ya en el Mioceno cuando van a aparecer los primeros póngidos (gibones, orangutanes, gorilas y chimpancés), que irán evolucionando hasta hoy, con la aparición de los homínidos en el cuaternario definitivamente pues a finales del terciario, durante el Plioceno aparecen sus primeros antecesores. La separación de los grandes monos póngidos y la saga humana puede datar de aproximadamente unos 5 o 7 millones de años, fecha que se ha datado hace poco, y que es respetada por la comunidad científica al estar basada en pruebas de biología molecular.

El origen de la humanidad como tal tiene lugar en África según datos de la paleología y la biología molecular nuevamente, que como vemos tiene mucha importancia en la paleoantropología en particular y en la antropología física en general. Desde el primer eslabón de la cadena de la saga humana, el *Australopithecus* hasta el *Homo Sapiens* moderno, todos los pasos intermedios de evolución han tenido lugar en África, aunque no quiere decir que en otros lugares no se hayan dado pasos intermedios, ya que se cree que desde el pleistoceno medio se han dado migraciones desde África hacia Asia.

Para intentar explicar precisamente como fue la evolución del hombre y su colonización de los diferentes espacios del planeta se propusieron varias teorías. Hasta 1980 aproximadamente se creía que se habían dado todos los cambios evolutivos en todos los continentes. Se denominaba *teoría multirregional o de candelabro* que no contemplaba las migraciones entre territorios, por lo que era difícilmente creíble, por lo que de esta se paso a otra modelo grafico multirregional, que ya si permitía posibles comunicaciones entre líneas evolutivas.

Hoy en día se acepta el modelo del reemplazamiento por el cual se explica que todas las poblaciones de Homo Sapiens moderno salieron de África para poblar los demás continentes y así reemplazar a los homos que ya había viviendo en esas zonas antes de que llegasen los Homo Sapiens africanos.

Hoy en día se dice que el Homo Sapiens moderno tendrá unos 150.000 años, según, nuevamente datos de la biología molecular.

Para conocer algunas de las diferencias entre el género Pongidae y el Hominidae, veremos el siguiente cuadro en el que se detallan las diferencias más remarcables:

En el marco de las prácticas realizadas en el laboratorio, tenemos varios cráneos observados por orden cronológico, del cual se han extraído una serie de características para compararlas entre si:

Australopithecus Robustus (moldes de cráneo y mandíbula) se trata del cráneo más antiguo analizado y por ello vamos a poner sus características principales y a compararlas seguidamente con las de los 2 cráneos siguientes, que son más modernos y con los que vemos diferencias notables:

- Rasgos generales del cráneo
 - ◊ Proporción neurocráneo / esplanocráneo: Posee aún un ancho esplanocráneo, potenciado por unas aracas zigomáticas muy amplias y un neurocráneo muy pequeño que indica una capacidad craneal baja
 - ◊ Posición relativa del foramen mágnum: En este cráneo posee una posición muy retrasada aún
 - ◊ Inclinación del frontal: Esta aplastado por encima de los arcos superciliares aunque se aprecian diferenciaciones en la elevación (al estar menos tumbado) con el *Australopithecus Africanus*.
 - ◊ Curvatura de la bóveda: La bóveda craneana esta muy aplastada, supeditada a la cresta sagital. Es corta y estrecha
 - ◊ Grado de convexidad del sagital: Posee aún una convexidad muy acusada.
- Rasgos del esplanocráneo
 - ◆ Perfil de la región facial (grado de prognatismo): Posee un elevado grado de prognatismo, aunque menor que en el *Australopithecus Africanus*, como se ha dicho antes.
 - ◆ Desarrollo del macizo facial: Tiene un macizo facial bastante desarrollado aún.
 - ◆ Forma de la arcada dentaria: Aún sus características son en forma de U, aunque se comienzan a ver diferencias con el *Australopithecus Boisei*.
 - ◆ Características de la dentición: Presenta unos molares amplios en comparación con los de los hombres modernos, con unos caninos un poco mas desarrollados.
 - ◆ Anchura y altura de las ramas mandibulares: En este aspecto si se nota gran diferencia con los hombres actuales, al tener una mandíbula muy desarrollada, con ramas muy largas y anchas.
 - ◆ Patrón morfológico de los molares: sus molares como hemos señalado antes están muy desarrollados y son muy amplios.
- Características de robustez y relieves de inserción muscular:
 - ◆ Cresta sagital: Presenta una cresta sagital algo marcada, aunque evidentemente menor que en sus antecesores homínidos, ya que en esta individuo la capacidad craneal ha crecido, aunque sigue poseyendo una capacidad de masticación importante.

- ◆ Crestas supramastoidea: Aún presenta vestigios de estas crestas
- ◆ Apófisis mastoides: Son grandes y chatas, mucho menos alargadas y más gruesas de lo que son en los hombres modernos.
- ◆ Arcos zigomáticos: Posee unos arcos zigomáticos muy marcados, que le provocan el tener ese esplacnocráneo tan ancho, y que nos recuerdan a los de sus antecesores.

El siguiente cráneo analizado fue el de *Homo Erectus*, contemporáneo del *Australopithecus Robustus*, y cuyas características intentaremos comparar con las del *Australopithecus Robustus*:

Vemos que la capacidad craneal aumenta mucho respecto a la de *Australopithecus Robustus*, aunque el esplacnocráneo no varía en exceso aunque si vemos una disminución del tamaño de la cresta sagital, y de las arcadas zigomáticas, pero que aún siguen siendo muy marcadas respecto a las de sus descendientes evolutivos. El orificio nasal es menor que en el *Australopithecus Robustus*. La estructura dentaria presenta una mayor curvatura, ya que no tiene forma de U tan marcada como en su predecesor. En su hueso occipital el grado de concavidad es menor que en *Australopithecus Robustus*, aunque aún es muy marcada. Aún posee un elevado grado de prognatismo. Su forámen mágnum ya se encuentra mas centrado que en *Australopithecus Robustus*. Aún posee un gran arco superciliar, con una frente hundida, casi plana, pero su bóveda craneana es menos aplastada y comienza a desarrollarse hacia arriba.

Por último en el cráneo de *Homo Sapiens Neanderthalensis*, una de las más modernas especies en la familia evolutiva del hombre, vemos muchas de las características del hombre moderno. Comparando sus características con las de los 2 cráneos estudiados anteriormente vemos notables diferencias:

La capacidad craneana aumenta, esta vez de manera considerable hasta conseguir los 1500 o incluso 1600 cm³, con una relación entre esplacnocráneo y neurocráneo muy parecida a la que se da en el hombre actual, muy reducido el esplacnocráneo como consecuencia de la disminución drástica de las arcadas zigomáticas que en esta ocasión son finas y poco salientes y del aumento de la capacidad craneana. El torus supraorbitario es marcadamente más grande. La posición del forámen mágnum ya se asemeja a la del *Homo Sapiens moderno*. En el prognatismo, el frontal aun esta ligeramente inclinado, pero se diferencia enormemente de los antecesores, donde prácticamente no existía la frente. Se asemeja al *Homo Sapiens moderno* en otros puntos, como la curvatura de la bóveda, la dentición, con una arcada dentaria en V, unas ramas mandibulares que ya son cortas y estrechas, muy diferentes que en el *Australopithecus Robustus* y el *Homo Erectus*, donde el aparato masticador era muy importante. Su grado de concavidad del occipital es medio, sin llegar a los valores del *Homo Sapiens moderno*. Su patrón morfológico dental es igual que en los hombres modernos, con 2 incisivos, 1 canino, 2 premolares y 3 molares por semimandíbula. La cresta sagital y supramastoideas han desaparecido por completo, y por último, los arcos superciliares son medianos y puntiagudos.

Australopithecus Robustus

Homo Erectus



Homo Sapiens Neanderthalensis

Práctica 6:

Antropometría y antropología morfológica

El cuerpo humano está constituido por diferentes componentes macroanatómicos:

- ◆ Hueso, músculo, órganos, vísceras y grasa corporal.

Las variaciones humanas se determinan por la proporción de estos componentes, se pueden diferenciar dos tipos de antropometría humana:

- ◆ Variaciones en la composición corporal: porcentaje de hueso – musculatura y hueso (constituyen el peso del cuerpo de un sujeto).
- ◆ Variaciones en la forma corporal: el hueso es el responsable del formato individual (longilíneo, bravilíneo); el tejido muscular da forma a la parte superior del cuerpo.

Composición corporal.

Indica diferentes medidas, las cuales reflejan los componentes corporales:

- ◆ La densidad; implica medidas de la grasa subcutánea.
- ◆ % de grasa
- ◆ Peso de la grasa
- ◆ Peso de los músculos (magro)

Grasa corporal:

Proporciona datos de la población sobre la salud de los individuos (longevidad, etc.). En poblaciones de Occidente se tiende a perder músculo y ganar grasa con la edad.

Varía también con la actividad física y el estilo de vida de los individuos.

Para medir la grasa subcutánea se utiliza el método de los pliegues cutáneos. Para evaluar esta medición debemos tener en cuenta lo siguiente:

- ◆ Que existe dimorfismo sexual
- ◆ Variación ontogénica
- ◆ Variabilidad en la distribución corporal de la grasa subcutánea.

Los pliegues más usados para medir la grasa subcutánea son; siempre en el lado izquierdo:

- ◆ Subescapular
- ◆ Suprailiaco
- ◆ Bicipital
- ◆ Tricipital

Durante la realización de las prácticas se tomaron medidas de diferentes pliegues corporales para comprobar personalmente nuestra propia antropometría y antropología morfológica:

Mediciones realizadas:

Pliegue bicipital: 6 cm.

Pliegue tricipital: 13 cm.

Pliegue subescapular: 10 cm.

Pliegue suprailiaco: 27 cm.

Peso: 66,5 Kg.

Altura: 178 cm.

Densidad corporal: $c - (m * \text{Log " pliegues}) ! 1,162 - (0,062 * \text{Log } 56) = \mathbf{1,052}$

donde $c = 1,1620$

$m = 0,0630$

% Grasa: $((4,95/\text{densidad}) - 4.5) = \mathbf{20.53\%}$

Peso Graso (Kg.): $(\text{Peso corporal} * \% \text{ Grasa})/100 = \mathbf{13,63 \text{ Kg.}}$

Peso Magro (Kg.): $\text{Peso corporal total} - \text{Peso graso} = \mathbf{52,84 \text{ Kg.}}$

índice de masa corporal (IMC): $(\text{Peso} / (\text{Talla})^2) = \mathbf{21}$

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se encuentra en los niveles normales, al igual que para la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO).

Cálculo del somatotipo

La morfología de los individuos puede ser evaluada con independencia del tamaño, a través del cálculo del somatotipo. El somatotipo fue definido por primera vez por Sheldon (1940) y su método fue desarrollado posteriormente por Heath y Carter (1962). En esencia, se trata de cuantificar el físico humano (forma relativa y composición del cuerpo humano) mediante tres componentes: endomorfia, ectomorfia y mesomorfia. Esta terminología hace referencia a las tres hojas embrionarias que determinan a grandes rasgos la estructura corporal.

Los tres componentes en términos de proporción sobre el somatotipo se pueden definir:

Endomorfia (Primer Componente) refleja el predominio relativo de las formas blandas y redondeadas de las diversas regiones del cuerpo. Las personas endomorfas poseen baja densidad corporal y tendencia al exceso de grasa y de peso.

Mesomorfia (Segundo Componente) implica un predominio del tejido muscular, huesos (robustez músculo-esquelética)

Ectomorfia (Tercer Componente) representa un predominio de formas lineales. Un individuo calificado como ectomorfo, tiene mayor composición corporal, y tiene normalmente, un peso relativamente bajo en relación a su altura.

Podemos definir el somatotipo como la descripción cuantitativa de la forma de composición corporal humana, en un momento determinado de su periodo vital.

Medidas Antropométricas, Técnicas e instrumentos de medida para el cálculo del somatotipo:

Medidas Antropométricas Instrumento de medida

1. Estatura (cm.) = 178 cm. Antropómetro

2. Peso (Kg.) = 66,5 Kg. Balanza

3. Índice de masa corporal = 21

4. Diámetro biepicondilar del Húmero = 6 cm. Compás de ramas curvas

5. Diámetro biepicondilar del Fémur = 9,7 cm. Compás de ramas curvas

6. Perímetro del brazo en máxima flexión = 29 cm. Cinta métrica

7. Perímetro de la pierna = 35 cm. Cinta métrica

8. Pliegue del tríceps = 13 mm. Calibre de grasa (prec.1mm.)

9. Pliegue subescapular = 10 mm. Calibre de grasa (prec.1mm.)

10. Pliegue suprailíaco = 27 mm. Calibre de grasa (prec.1mm.) 11. Pliegue de la pantorrilla lateral = 3 mm. Calibre de grasa (prec.1mm.)

Todas estas medidas se realizaron en el lado izquierdo del cuerpo.

Con las medidas anteriores calcularemos la endomorfia (X), mesomorfia (Y) y la ectomorfia (Z):

Endomorfia (X)

$$\underline{X} = -0.7182 + [0.1451 (B) - 0.00068 (B2) + 0.0000014 (B3)] = \underline{3.915}$$

Donde A = sumatorio de los pliegues tríceps, subescapular y suprailíaco

$$B = [(A \cdot 170.18) / \text{Estatura}] = 47.803$$

Mesomorfia (Y)

$$\underline{Y} = [(0.858 H) + (0.601 F) + (0.188 CBC) + (0.161 CPC)] - (0.131 E) + 4.5 = \underline{2.954}$$

Donde H = anchura bicondilar del húmero

F = anchura biepicondilar del fémur

E = estatura

CBC = circunferencia del brazo máxima flexión (CB) corregida para el pliegue del tríceps: CB – (Pliegue del tríceps/10)

CPC = circunferencia de la pierna corregida para el pliegue de la pantorrilla: CP – (Pliegue de la pantorrilla / 10)

Ectomorfia (Z)

$$\underline{Z} = [(E / (W^{1/3})) 0.732] - 28.58 = \underline{3.581}$$

Ya que $(E / (W^{1/3})) > 40.75$

Donde E = Estatura (cm.)

W = Peso (Kg.)

En el modelo de Somatogamia de Sheldon modificado podemos representar bidimensionalmente el somatotipo de un individuo. Así el valor que hemos de representar en el eje X será igual a el valor de la Ectomorfia menos el de la Endomorfia, y en el eje de las Y el valor a representar será igual a 2 veces la mesomorfia menos la ectomorfia y menos la endomorfia. Así, los valores a representar serán, en el eje de la X -0.334 y en la Y -1.588 .

Estos valores nos indican un somatotipo ectomorfo – endomorfo pero muy centrado.

Práctica 7:

Casos problemas derivados de la investigación antropogenética

La antropología física como campo científico tiene 2 objetivos centrales:

- Reconstruir la evolución humana. Para ello se vale de la paleontología y de la biología molecular
- Analizar la diversidad biológica humana, tanto en la actualidad como en las poblaciones antiguas

Estos son 2 conceptos interdependientes, ya que se relacionan de muchas maneras. Una población humana puede ser estudiada de muy diversas maneras, entre ellas el análisis de las propias características biológicas. En el apartado de la base genética existen 2 tipos de caracteres:

- Caracteres cuantitativos: herencia poligénica
- Caracteres cualitativos: herencia mendeliana simple. Son susceptibles del estudio de variación genética humana.

El estudio de las características genéticas de una población puede estar basado en los rasgos normales que son los que estudian los antropólogos gentistas o en los rasgos deletéreos, estudiados por el genetista clínico y el epidemista genetista.

Los rasgos que usa el investigador para el análisis de la diversidad genética normal son aquellos albergados en el tejido sanguíneo (compuesto por el plasma y la fracción celular) La que mas rasgos cualitativos presentan son los eritrocitos, los leucocitos y el plasma, que siguen una herencia mendeliana. Los caracteres que se seleccionan son rasgos o caracteres polimórficos. Los genes que conforman el carácter polimórfico tendrán una **q"0,01**. Si poseen una q menor de este valor se habla de genes deletéreos.

Categorías de los marcadores genéticos

- Polimorfismos genéticos clásicos:

Ejemplos: Grupos sanguíneos (ABO, Rh)

Polimorfismos proteicos (proteínas plasmáticas, isoenzimas)

- Polimorfismos genéticos clásicos con un alto grado de polimorfismo alélico:

Ejemplos: Marcadores alotrópicos de las inmunoglobulinas

Antígenos leucocitarios humanos

- Polimorfismos del DNA genómico:

Ejemplos: Nuclear y mitocondrial

La mayor variación genética humana es polimórfica (mendeliana) y no politípica (influida por el medio ambiente)

Los estudios sobre caracteres genéticos polimórficos han demostrado que:

- ♦ Los patrones de diversidad genética en poblaciones humanas son amplios y omnipresentes.
- ♦ Las diferencias genéticas entre individuos de la misma población son muy grandes (aproximadamente del 85%) cuando se compara con la diversidad genética entre poblaciones, que es mucho más pequeña.

Las utilidades del análisis de la diversidad genética humana normal:

- ♦ Conocer el perfil poblacional
- ♦ Evaluar las distancias genéticas entre poblaciones
- ♦ Son indicadores de trazas o rutas migracionales
- ♦ En estudios biomédicos (asociación de algunos casos de genes normales con enfermedades)
- ♦ En el campo de la medicina real (diagnóstico de la paternidad) y la medicina forense
- ♦ Prevención de riesgos de enfermedades

En el caso de la práctica que nos ocupa, haremos una comparación de frecuencias alélicas entre poblaciones, calculando también las distancias genéticas que entre ellas hay. Después lo representaremos en un dendograma.

La distancia geográfica como hemos visto normalmente implica mayores diferencias genéticas entre poblaciones. Así, cuanto mas cerca estén espacialmente, mayor parecido tendrán entre sí.

La caracterización genética de una población se basa en el análisis de sus frecuencias génicas. Este hecho nos permite conocer:

- Distancias genéticas entre pares de poblaciones
- la forma gráfica de observar esas relaciones de parentesco entre poblaciones sería a través de los dendogramas o árboles evolutivos
- Los dendogramas permiten al investigador establecer inferencias de tipo filogenético. Este aspecto puede ser relevante cuando se intenta analizar la historia evolutiva de poblaciones.

A la hora de estimar las distancias genéticas hemos de tener en cuenta unas cuantas consideraciones de procedimiento:

- ◊ Cualquier método de distancia genética tiene como objeto transformar una serie de datos genéticos en una sencilla medida de distancias evolutivas
- ◊ Con una distancia genética (DG) pequeña entre dos poblaciones se dice que son genéticamente similares por haber tenido un ancestro común o que han experimentado una divergencia recientemente. También puede deberse a una proximidad de parentesco interpoblacional
- ◊ Las frecuencias polimórficas ($q > 0,01$) constituyen una característica de las poblaciones, y no solo de los individuos
- ◊ Puesto que las distancias genéticas varían de un marcador a otro, es esencial obtener el valor promedio para el grupo total (n) de polimorfismos usados.

Para conocer las distancias genéticas podemos usar diversos métodos, pero sin duda el más utilizado es el de *Nei* (1972), que fue modificado en 1983 y que será el que utilizaremos en estas prácticas. Este método está basado en el coeficiente de parentesco y en el de inbreeding (en el parentesco de una población derivado o proveniente de su consanguinidad)

En la formulación matemática propuesta, se introduce el concepto de probabilidad de identidad (I).

Dado un locus seleccionado al azar y tomando un gen de ese locus en cada una de esas 2 poblaciones X e Y a comparar, la probabilidad de que los dos genes seleccionados sean idénticos sería JXY. Es decir que JXY sería el parentesco medio entre los individuos de ambas poblaciones.

Si por el contrario, elegimos un locus al azar de un individuo de la población X y seleccionamos dos genes de ese locus, JX será la probabilidad de que estos dos genes sean idénticos. Dicho en otras palabras JX sería el coeficiente medio de Inbreeding en la población X

Desarrollo del método de Nei:

La distancia genética de Nei (D) entre dos poblaciones problema X e Y, es:

$$D = \frac{1}{2} \ln JX + \frac{1}{2} \ln JY - \ln JXY$$

$$D = -\ln (JXY / (JX JY))$$

$$D = -\ln I$$

Siendo I la identidad genética media para todos los loci que se están analizando.

Valores de I = 0 indicarían que no existen alelos en común, mientras que si I = 1 , los alelos tendrían frecuencias idénticas en ambas poblaciones.

$$JXY = (\sum X_i Y_i) / n \quad JX = (\sum X_i^2) / n \quad JY = (\sum Y_i^2) / n$$

JXY, JX y JY, son las medias aritméticas de todos los loci

n es el número de loci; m el número de alelos y X_i es la frecuencia del alelo i en la población X.

Distancia de Prevosti

El coeficiente de distancia de Prevosti fue diseñado específicamente para el estudio de diferencias entre poblaciones a partir de datos genéticos. La fórmula se expresa algebraicamente como sigue:

$$D_{ij} = 1/n \sum |p_{ij} - p_{jk}|$$

Donde n es el número total de alelos, p_{jk} y p_{ij} son las frecuencias del alelo k para las poblaciones j e i respectivamente.

Con los valores de D_{ij} obtenidos para cada par de poblaciones (i,j) se puede construir una matriz de distancias que muestren las relaciones entre todas las poblaciones consideradas. No obstante, cuando el número de poblaciones es elevado, interpretar esta matriz puede ser complicado por lo que habitualmente se recurre a algún método de análisis multivariado. Entre los métodos disponibles cabe citar la elaboración de dendogramas (taxonomía numérica) o el análisis de coordenadas principales.

En estas prácticas realizaremos un dendograma de distancias genéticas entre seis poblaciones para lo que usaremos las distancias de Prevosti para varios loci.

En las sucesivas hojas podremos ver:

- ♦ Las bases de datos para la construcción de la matriz de distancias genéticas
- ♦ Las diferentes matrices de distancias genéticas.
- ♦ El dendograma comparativo de las seis poblaciones.

Con estos datos construimos sucesivas matrices de distancia y el correspondiente dendograma para las 6 poblaciones:

Población	1.Vascos	2.Esquimales	3.Húngaros	4.Daneses	5.Italianos	6. Noruegos
1.Vascos	----	----	----	----	----	----
2.Esquimales	0.1390	----	----	----	----	----
3.Húngaros	0.030	0.0595	----	----	----	----
4.Daneses	0.0127	0.1836	0.0164	----	----	----
5.Italianos	0.0232	0.0861	0.0763	0.0016	----	----
6. Noruegos	0.0139	0.084	0.0121	0.0006	0.0023	----

Población	1.Vascos	2.Esquimales	3.Húngaros	5.Italianos	pob. 4 + 6
1.Vascos	----	----	----	----	----
2.Esquimales	0.139	----	----	----	----
3.Húngaros	0.03	0.0595	----	----	----
5.Italianos	0.0232	0.0561	0.0763	----	----
pob. 4 + 6	0.0133	0.1338	0.01425	0.00195	----

Población	1.Vascos	2.Esquimales	3.Húngaros	
1.Vascos	----	----	----	----
2.Esquimales	0.139	----	----	----
3.Húngaros	0.03	0.0595	----	----
Pob. 4+5+6	0.01825	0.101	0.4528	----

Población	2.Esquimales	3.Húngaros	Pob. 1+4+5+6
2.Esquimales	----	----	----
3.Húngaros	0.0595	----	----
Pob. 1+4+5+6	0.1245	0.03762	----

Población	2.Esquimales	Pob. 1+3+4+5+6
2.Esquimales	----	----
Pob. 1+3+4+5+6	0.092	----

Práctica 8:

Cálculo de las frecuencias alélicas en grupos sanguíneos.

Para esta práctica estudiaremos la ley de Hardy – Weinberg. Con esta ley si la población es muy grande, o está en condiciones de panmixia entra en un ciclo de constancia la frecuencia alélica. Por lo tanto la variación genética se conserva.

Una población contiene una gran dosis de diversidad biológica que se mantiene constante si no hay un fenómeno que la altere.

El cálculo de las frecuencias para un gen (A, a) viene dado por el siguiente sistema de ecuaciones:

Gen Frecuencia

A p

a q

Expresión matemática de Hardy – Weiberg:

$$p + q = 1; (p + q)^2 = 1; \underline{p^2 + 2pq + q^2 = 1}$$

donde p^2 indica AA, pq indica Aa y q^2 indica aa.

Nos sirve para saber en las condiciones genotípicas de la población real que analizaremos la variación de la magnitud absoluta respecto a la magnitud de la frecuencia real.

Las condiciones para que se mantengan constantes las frecuencias genotípicas son las siguientes:

- ◆ El organismo en cuestión ha de ser diploide
- ◆ Reproducción sexual.
- ◆ Generaciones no solapantes
- ◆ Poblaciones de tamaño demográfico elevado
- ◆ Cruzamientos aleatorios (Panmixia)
- ◆ Que no esté sometida a ninguno de los procesos evolutivos que provocan cambios en estas frecuencias alélicas (mutación, selección natural, migración, deriva genética)

Vemos en la población humana que no se cumplen varias de las condiciones antes citadas (la tercera, cuarta, quinta y sexta)

Implicaciones de la ley de Hardy – Weiberg:

Las frecuencias alélicas permanecen constantes lo que significa que el mecanismo de la herencia no cambia las frecuencias

Cuando un gen o alelo es deletéreo en esa población normalmente se manifiesta el heterozigosis. Es costoso el eliminar genes heterozigosis en esa población. Normalmente son genes dominantes, por los que Aa son fenotípicamente normales.

Una población en equilibrio genético tiene una proporción de individuos Aa que será máxima cuando p sea igual a q

Conociendo la frecuencia de una enfermedad mendeliana decisiva (q^2) podemos conocer la frecuencia de a en la población general o problema (siempre hemos de calcular la frecuencia en la población problema de q^2 en diferencia con la población ideal).

En esta práctica comparamos las frecuencias alélicas de grupos sanguíneos según dos patrones inmunológicamente fuertes (ABO y RH) y cuatro inmunológicamente débiles (MN, P, Kell, Duffy):

ABO (A1 A2 B O)	
<i>loci</i>	<i>Individuos</i>
O	54
A	94
B	26
AB	7
total	181

RH (D/d)	
<i>loci</i>	<i>Individuos</i>
RH (+)	29
RH (-)	162
total	191

MN	
<i>loci</i>	<i>Individuos</i>
MM	43
MN	100
NN	45
total	188

P	
<i>loci</i>	<i>Individuos</i>
P1 (+)	135
P1 (-)	56
total	191

Kell	
<i>loci</i>	<i>Individuos</i>
KK	0
Kk	10
kk	181
total	191

Duffy	
<i>Loci</i>	<i>Individuos</i>
Fy (a+ b+)	89
Fy (a+ b-)	30
Fy (a- b+)	72
Fy (a- b-)	0
Total	191

Los valores de la p y la q para estos loci son los siguientes:

Sistema ABO: $p = 0.3352$

$q = 0.0957$

$r = 0.546$

Sistema RH: $p = 0.152$

$q = 0.848$

Sistema MN: $p = 0.495$

$q = 0.505$

Sistema Kell: $p = 0.0262$

$q = 0.974$

Sistema Duffy: $p = 0.259$

$q = 0.741$

Bases de datos para la construccion de la matriz de distancias genéticas

<u>Loci</u>				
ABO	MN	P	Kell	Duffy