



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ANÁLISIS DEL ÍNDICE CRANEAL Y FACIAL COMO  
PARTE FUNDAMENTAL EN EL DIAGNÓSTICO EN  
ORTODONCIA Y ORTOPEDIA CRANEOFACIAL.**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

**P R E S E N T A:**

**JOSÉ MANUEL VILLARREAL GUTIÉRREZ**

**TUTOR: Mtro. GABRIEL ALVARADO ROSSANO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA.

A mis padres: José Manuel Villarreal Juárez y Martha Gutiérrez Velasco.  
Por su amor y cariño incondicional.

La culminación de este proceso ha sido un paso importante en mi vida que, sin ustedes no habría sido posible lograrlo. Doy gracias a Dios porque son mis papás.

Gracias. Los amo.

## AGRADECIMIENTOS.

A Dios porque él conoce todo, es sabio y me ha dado este regalo en el momento preciso.

A mis amados padres.

A mi tutor el Mtro Gabriel Alvarado Rossano por su enseñanza y por el tiempo que me brindó.

A mi coordinador del seminario de titulación: Mtro Filiberto Hernández Sanchez. por su paciencia, comprensión.

A los profesores que influyeron para que amara esta carrera: Al Mtro Armando Montesinos Flores, a la ESP. María del Rosario Lazo García, al ESP. René Ibarra Velasco, a la ESP. Gabriela Millán Aguilar.

A la ESP. Monica Peña Chavez por haberme enseñado y apoyado en los momentos determinantes y difíciles de la carrera.

A mis colegas y amigos: Juan D. Romero Reynoso , Eduardo Sánchez Barajas, Néstor H. Quiroz Camacho, Azael Sánchez González, Jorge A. López Aguilar y a Carlos J. Nieto Castillo

A todos mis pacientes. Especialmente a mis hermanos Mirely, Ashton y Alberick que fueron pacientes de lujo. Los amo.

Al Mtro Arturo Claudio Piedras, mi hermano.

A mi amigo el Lic Juan José Hernández Flores, por todo el apoyo y comprensión en estos años.

A la C.D. Karen Martínez Amador, por ser mi cómplice, por haberme cambiado la vida y por su ayuda en todos los ámbitos de la vida: a ti, mi amor, gracias por darme ánimos en los momentos mas complicados. Tu honestidad y humanismo han influido en mi. Deseo caminar a tu lado hasta llegar a la vida eterna. Te amo.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b> .....	6
<b>3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL</b> .....	18
3.1. Embriología.....	21
3.1.1. Periodo prenatal: Periodo embrionario.....	21
3.1.2 Periodo fetal. ....	33
3.1.3 Periodo postnatal. ....	55
<b>4. ANATOMÍA ÓSEA</b> .....	62
4.1 Huesos del cráneo.....	62
4.2 Huesos de la cara.....	72
4.3. Huesos de la columna vertebral.....	80
<b>5. ANÁLISIS DE LAS CLASIFICACIONES CORPORALES Y CRANEOFACIALES</b> .....	88
5.1. Somatotipo.....	88
5.2. Índice craneal.....	90
5.3 Índice facial.....	94
5.4 Análisis postural.....	97
5.5 Líneas de Barré. ....	98
5.6 Test de convergencia podal.....	100
5.7 Test de Meersseman. ....	101
5.8 Clasificación de Angle.....	102
5.9 Modificaciones Dewey-Anderson a la clase I de Angle.....	103
<b>6. CASO CLÍNICO</b> .....	109
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	119
<b>9. GLOSARIO</b> .....	123

## 1. INTRODUCCIÓN

El tema que vamos a desarrollar tiene como objetivo describir los índices craneales y faciales, los cuales son una base para el diagnóstico ortodóncico y ortopédico craneofacial.

El conocer estos análisis, nos ayudará a diagnosticar de manera más precisa las distintas causas que afectan al complejo craneofacial por ejemplo las maloclusiones o anomalías posturales.

Teniendo en cuenta que para realizar los análisis craneofaciales y corporales se necesita conocer las estructuras que componen el cuerpo, el cráneo y la cara; describiremos la anatomía ósea de la cabeza (cráneo y cara) y así también los diferentes tipos de estructuras corporales, de igual manera desarrollaremos el crecimiento y desarrollo del complejo craneofacial.

Además del análisis craneal, facial y del somatotipo detallaremos los distintos análisis que nos servirán para diagnosticar, las maloclusiones, o el tipo de postura de nuestros pacientes.

## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

La especialidad de ortodoncia propiamente dicha fue instituida a principios del siglo XX por la creación de la escuela de ortodoncia en 1900 y la fundación de la Sociedad Americana de Ortodoncistas.

Sin embargo, a través de la historia, la ortodoncia fue cimentada progresivamente por la necesidad de obtener o recuperar la salud dental y estética ausente o perdida por distintos factores. Los primeros hallazgos literarios demuestran que los griegos fueron los primeros en documentar dicha preocupación. El nombre mismo de la especialidad es un ejemplo de la inquietud por buscar una armonía en los dientes, puesto que el término ortodoncia deriva de las palabras en griego “*orthos*”: *enderezar* y “*donts*”: *diente*.<sup>(1)</sup>

*Pero, no obstante el término ortodoncia no fue conceptualizado sino hasta que en Francia en el año 1839 LeFoulon la empleó por primera vez.*

Weinberger, resalta que en los escritos de Hipócrates (406-377 a.C.) se hace referencia que los dientes torcidos eran de mala apariencia. Por su parte Celso afirmó 25 años antes de Cristo, que los dientes podían moverse por presión digital.

En la época moderna y con la odontología ya como profesión; la ortodoncia adquiere más argumentos para su estudio. A Pierre Fauchard el padre de la odontología moderna, se le atribuye la primera obra sobre “regulación de los dientes”, en su tratado sobre odontología en 1728, en donde menciona el “Bandelette” llamado ahora arco de expansión.<sup>(1)</sup>

La ortodoncia fue desarrollándose gracias a textos que se referían a las irregularidades de los dientes. Estos textos fueron realizados en Estados Unidos de Norte América por autores de renombre como lo son Hurlock, Hunter, Fox, Delebarre, Harris, Kingsley, Brown, Mortimer, Farrar y Talbot. Estas aportaciones quedaron organizadas y concluidas por la publicación de la primera edición del libro de Angle en 1887, que integró los conocimientos existentes de la ortodoncia.

Sumado a los escritos de los autores mencionados, Frank Casto aporta una serie de observaciones relevantes para la odontología en general y específicamente para la ortodoncia. Él menciona que los problemas biológicos pasaron a un segundo plano; que la regla implícita era la recomendación de la extracción de dientes, decía también, que no existía la prevención, que los tratamientos se iniciaban antes de tener la erupción temporal; que la estética era la principal causa del tratamiento, añade, que lo mecánico era más importante que lo biológico, en otra observación menciona, que la ortodoncia y la oclusión tenían un pequeño espacio en los programas de las escuelas de odontología y se les daba poca importancia, también mencionó que muchos odontólogos no tenían los fundamentos de la maloclusión y aún así intentaban corregirla.<sup>(1)</sup>

Angle en 1899, escribió: “Si la ortodoncia puede progresar materialmente, deberá fundarse una escuela separada, totalmente independiente de las escuelas odontológicas, para proporcionar amplia oportunidad a quienes tengan aptitudes para la materia y la amen, permitiéndoles estudiar en forma amplia y completa, librándolos de todas las influencias negativas encontradas innecesariamente en las escuelas odontológicas” <sup>(2)</sup>

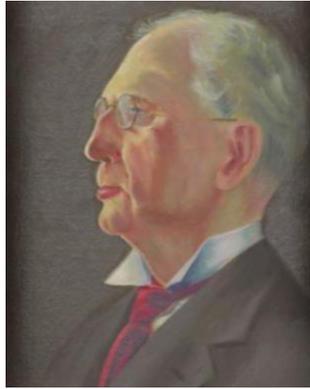


Figura 1. Edward H. Angle <sup>(3)</sup>

Un año después de estas afirmaciones, en 1900 Angle inicia una escuela de ortodoncia con un curso de dos meses, obteniendo un éxito inspirador, que se hace evidente por los nombres de los alumnos graduados en los que se destacan personajes como, Noyes, Hellman, Ketchum, Mershon, Pollock, Casto, Weinberger, Hahn, Tweed y Dewey, quien posteriormente fundó su propia escuela y hace modificaciones a las clases de maloclusión de Angle.

El estudio de la ortodoncia tuvo una pausa significativa durante la Segunda Guerra Mundial. Después de este periodo bélico los ortodoncistas volvieron a las escuelas dentales para enseñar. <sup>(1)</sup>

Actualmente es importante el análisis no sólo bucal sino también general para así llegar a un mejor diagnóstico y es por eso que se analizan los diferentes tipos de cuerpos, cráneo, cara y postura corporal. Estos análisis también se han venido planteando por inquietudes sobre el funcionamiento humano a través de la historia.

Por ejemplo el Somatotipo: Clasificación del tipo corporal.

Hipócrates se situaría como el primer investigador. Presenta la que se cree que es la primera clasificación de tipos corporales, dividiéndolos en dos tipos

de seres humanos: 1. El ser humano atlético y 2. El psíquico; los cuales se relacionan con los cuatro elementos del planeta: Aire, Tierra, Fuego y Agua.

(4)

Además en la antigua Grecia ya se discutía sobre la forma humana y su relación con el entorno social. También fueron pioneros en la clasificación morfológica por su funcionamiento dividiéndolos en dos: Los tísicos o delgados y los apopléticos.

Los tísicos en los cuales predominaría el eje longitudinal sobre el transversal y a los que les suponían tendencias a la introversión.

Los apopléticos o musculosos con predominio del eje transversal.

Estas clasificaciones aunque rudimentarias intentaban explicar las características físicas y mentales, en función del aspecto físico y la composición corporal de los humanos.

En la época renacentista Da Vinci en el afán de encontrar la belleza ideal realizó medidas corporales. (3)

En 1543, Vasalius estudia las relaciones funcionales del cuerpo ejemplificando la actividad muscular con términos físicos.

En la época moderna hasta la contemporánea, se comienza a fundamentar científicamente las formas del cuerpo humano por medio de cuatro distintas escuelas de pensamiento: la francesa, la italiana, la alemana y la americana, en las cuales se analiza la composición corporal fusionando lo somático y lo psíquico.

1. Escuela Francesa: Noel Holle , Claude Sigaud y L. MacAulffe, se basan fundamentalmente en aspectos anatómicos. Noel Holle describe tres tipos de temperamentos: vascular, muscular y nervioso. Sigaud, relaciona la corriente de Holle Y el ambiente externo. <sup>(3)</sup>

2. Escuela Italiana: esta escuela incorpora la estadística para interpretar los parámetros corporales.

A. Di Giovanni en 1904 evalúa los errores en la constitución corporal individual, Viola de Bologna en 1933 divide a los humanos en tres secciones: Longilíneos o longitipo, Normolíneos o normotipo, Brebilíneos o braquitipo.

Nicola Pende, menciona que la biotipología representa la clasificación de los tipos humanos o biotipos y el biotipo obedece ante todo a las leyes de herencia biológica y de evolución cronológica ascendente, que marcan la constitución somática-psíquica. Pende aseguraba que cada ser humano tenía un biotipo único. (Por su parte, Pedro Planas propuso cuatro constituciones corporales fundamentales, que no habían sido estudiadas a fondo anteriormente: pero sí tomando en cuenta las descripciones biotipológicas de N.Pende.<sup>(3-5)</sup>

3. Escuela Alemana: tenía como su principal exponente a Ernest Kretschme que en 1930, por métodos empíricos basa la idea que la constitución corporal proviene del hábito corporal y carácter psíquico.

4. Escuela Americana: Viendo a su máximo exponente en William Sheldon un Psiquiatra que tenía por inquietud la relación entre el físico y temperamento humano, que en 1940 utilizó por primera vez el término somatotipo. Este término viene precedido por el término *biotipo* por lo tanto el término cuantificativo proviene de las tres capas germinativas: *endodermo*,

*mesodermo* y *ectodermo*. Las cuales son las clasificaciones más aceptadas hasta hoy en día.<sup>(3)</sup>

El índice craneal fue definido por el sueco Anders Retzius (1796–1860) que fue un profesor de anatomía. Se utilizó por primera vez en antropología física para clasificar restos humanos antiguos encontrados en Europa. La teoría se asoció estrechamente con el desarrollo de la antropología racial en el siglo XIX y principios del XX, cuando los historiadores intentaron utilizar restos antiguos para modelar los movimientos de población en términos de categorías raciales. El antropólogo Carleton S. Coon utilizó el índice en la década de 1960, momento en el que había sido desacreditado en gran medida.<sup>(6)</sup> Mayoral se basa en la antropología la cual utiliza el índice craneal para medir la bóveda craneal, por lo tanto determinó el índice craneal en mesocéfalo, braquicéfalo y dollicocéfalo.<sup>(7)</sup>

El índice facial ha sido una constante a través de la historia la cual se ha hecho la pregunta permanente: ¿qué es la belleza?, y constituye uno de los conceptos más debatidos y escritos en la literatura occidental. Puede ser considerada una cualidad misteriosa y desconcertante que tienen algunos rostros, o podría valorarse de acuerdo al ojo del observador, como lo citó la escritora Margaret Wolfe Hungerford (1878).<sup>(8)</sup> Platón (428-348 a.C.) hace alusión a este concepto en su simposio, donde escribió: “Observar la belleza con el ojo de la mente.” Shakespeare reitera este punto de vista en *love’s labour’s lost*, al decir: “la belleza es comprada con el juicio del ojo”. El filósofo Emanuel Kant (1790), citó en su tratado titulado *Critique of Judgement*, “la belleza es aquel placer universal sin concepto”.<sup>(8)</sup> Por lo tanto, quizá éste sea un concepto que puede ser percibido, pero no explicado en forma completa. Este debate sin duda continuará.<sup>(4)</sup>

Al parecer, el concepto de que las proporciones ideales son el secreto de la belleza constituye una de las ideas más antiguas en cuanto se refiere a la naturaleza de la belleza.

Los antiguos egipcios tenían un gran interés en ésta y el arte. La famosa pintura en piedra caliza con las figura de la Reina Nefertiti (1350 a. C.), con sus proporciones y simetrías faciales armónicas, es un ejemplo de cómo los egipcios inmortalizaron la belleza de sus reyes y reinas mediante representaciones, tal vez de manera irreal, con proporciones faciales ideales.

(8)

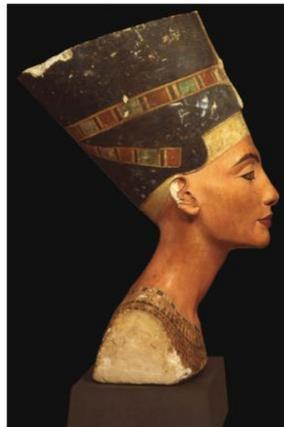


Figura 2. Nefertiti museo de Berlín (8)

El griego Pitágoras (siglo VI a. C.), postuló que la belleza podía explicarse a través de leyes matemáticas y de proporción. La explicación consistía en la colocación de cuerdas en tensión colocadas en diferentes longitudes de manera proporcional las cuales producían valores armónicos.<sup>(8)</sup> El término “cosmético” se le atribuye a Pitágoras porque para él la belleza era parte de un orden matemático del universo. A través del tiempo, los pintores y escultores han buscado determinar las proporciones ideales de la forma humana; sin embargo, es probable que el axioma más famoso de todos sobre las proporciones ideales sea el de la proporción de oro. Euclides (325-265 a. C.) fue un matemático sobresaliente el cual describió esto en su

tratado *The Elements*. Al editar esta obra, el matemático Luca Pacioli (1509) renombró la proporción áurea como la proporción divina, por creer que este concepto no podía explicarse por completo; publicó así un tratado titulado *De Divina Proportione* (La proporción divina) para el cual Leonardo da Vinci dibujó figuras de caras y cuerpos simétricos y proporcionados. Maestlin proporcionó el primer cálculo conocido de la proporción áurea en decimal, la cual entregó en una carta a su ex pupilo, el famoso astrónomo Johannes Kepler.<sup>(8)</sup>

Cánones de proporción.

Policleto (finales del siglo V a.C.), escribió el *Canon*, un libro teórico que discutía las proporciones matemáticas ideales para las partes del cuerpo humano. La copia romana de una de estas famosas estatuas, el *Doryphorus* “el Cano” (portador de lanza), aún existe. La cual encarna la visión de su autor sobre las proporciones correctas de la forma ideal del hombre.

En el segundo siglo d. C., Galeno famoso filósofo griego dijo, “la belleza no reside en las partes individuales, sino en la proporción armoniosa de todas las partes unas con otras, como está citado en el *Canon* de Policleto”.<sup>(8)</sup>

En la Grecia antigua, fueron usadas esculturas con forma humana para representar a los dioses. Cuando éstas eran construidas con proporciones ideales, había la creencia de que entre más se parecieran a los mortales, serían más semejantes a los dioses.



Figura 3. Doryphorus (portador de lanza) "El Canon" <sup>(9)</sup>

El arquitecto romano Marcus Vitruvius Pollio (primer siglo a. C.) es muy conocido por su descripción de la trisección facial. Él se refirió a la armonía simétrica del cuerpo humano ideal y lo comparó con el edificio perfecto. Más tarde, Leonardo da Vinci inmortalizó algunos aspectos de los conceptos vitruvianos en relación a la proporción y simetría del cuerpo humano.



Figura 4. Perfil de cabeza masculina. Leonardo Da Vinci (galerie dell “academia venice”) <sup>(8)</sup>

Leonardo da Vinci (1452-1519), el genio del Renacimiento que sobresalió como pintor y escultor, además de en la arquitectura, ingeniería, psicología y anatomía humana, definió la proporción como el radio entre las partes respectivas de un todo. Realizó estudios sobre las proporciones de la cabeza humana, variedad de tipos nasales, y combinaciones de varios tipos de frentes, mentones, narices y bocas.

Para realizar la figura del hombre de Vitruvio , Leonardo da Vinci se basó en la guía descrita por Vitruvius, ahí se representan las proporciones masculinas ideales y está basada en el ombligo del hombre como el centro de un círculo que lo encierra en una postura de pie y con los brazos abiertos. Así, muestra la importancia de las proporciones en la forma humana. La distancia desde la línea del cabello al borde inferior de la barbilla (tejido blando del mentón) es una 10ª parte de la altura del hombre. La distancia desde la parte más alta de la cabeza a los tejidos blandos del mentón es la octava parte de la altura del

hombre. La importancia clínica de esto radica en que, si al planear los cambios que se harán durante el tratamiento, por ejemplo a la altura vertical de la cara del paciente, se pueden tener equivocaciones al establecer el resultado deseado sólo en valores numéricos absolutos basados en la población general. <sup>(8)</sup>

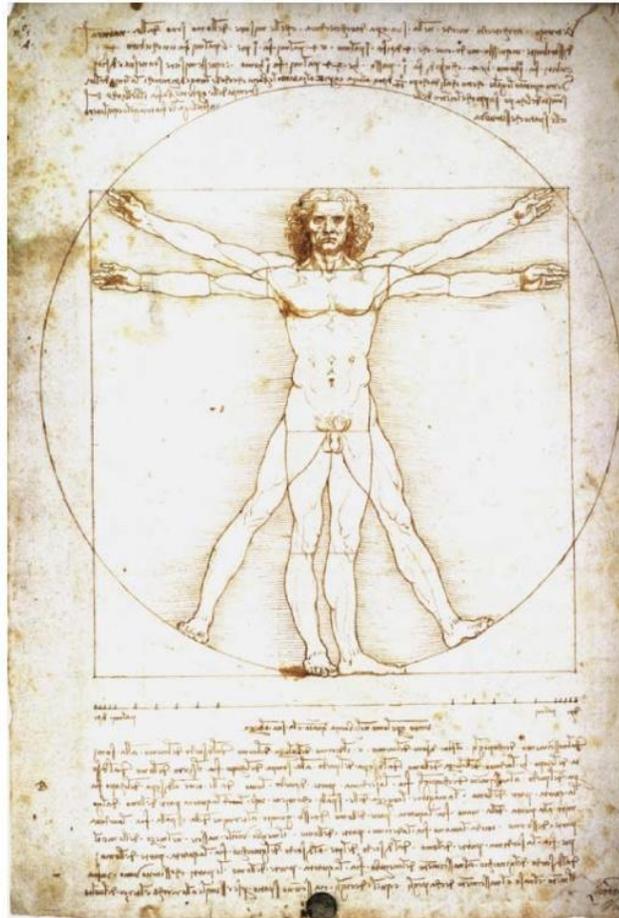


Figura 5. Hombre de Vitruvius Da Vinci <sup>(10)</sup>

Para Dürer, los rostros humanos desproporcionados no resultaban atractivos; pero consideraba aceptables las características proporcionadas, aunque no siempre fueran hermosas. Sin embargo, los ortodoncistas pueden hacer una

valoración más objetiva de la estética facial mediante el diagnóstico y ayudar a corregir las proporciones faciales.

Lo que los dentistas actuales refieren como evidencia de lo que constituye las medidas faciales ideales, está basada en la población promedio, y proviene de estudios del crecimiento que se apoyan en radiografías cefalométricas y en la antropometría. Sin embargo, éstas tienen sus propias limitaciones.

La posturología como especialidad se creó en Francia por Pierre Marie Gagey aproximadamente hace 50 años. En este periodo de tiempo la especialidad ha tenido resultados muy favorables en tratamientos de, cefaleas, vértigos, cervicalgias, vértigo o lumbalgias, hernias discales, dolores de rodillas; para nuestro campo laboral ha sido muy importante en la prevención de maloclusiones, también ha funcionado en problemas oculares manifestados en la lectura, que provocan en los estudiantes malos resultados escolares.<sup>(8)</sup>

### **3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL.**

Antes de hablar de crecimiento y desarrollo, es necesario hacer una distinción entre ambos conceptos; aunque ambos se relacionan no son similares.

Cuando nos referimos al crecimiento significa que es cualquier aumento de tamaño, mientras que el desarrollo tiene un significado más amplio y complejo, ya que está dotado totalmente de especialización y organización en aumento.

Para Proffit el crecimiento es fundamentalmente un fenómeno anatómico, mientras que el desarrollo es un fenómeno fisiológico y conductual. <sup>(3)</sup>

Dado que ya se han conceptualizado los términos de crecimiento y de desarrollo daremos lugar a puntualizar los escenarios que dan origen a la formación del complejo craneal y facial.

Para analizar el índice craneal y facial es importante conocer la naturaleza del complejo craneofacial, es decir, conocer su origen, crecimiento y desarrollo. Por lo tanto hablaremos de las fases de desarrollo craneofacial en sus dos divisiones y sus subdivisiones fundamentales:

1. El periodo prenatal.
  - a. Fase embrionaria.
  - b. Fase fetal.
2. Periodo postnatal: van desde la infancia, adolescencia, juventud, adultez y senectud.

## 1) Periodo prenatal

- a) Fase embrionaria: comienza desde la fecundación pasando por la formación del cigoto hasta la octava semana de desarrollo, que involucra la morfogénesis y diferenciación celular. La importancia de este periodo es que hay una deferencia de las células que derivarán en un futuro en los órganos del ser humano.
- b) Periodo fetal: este periodo comienza a partir de la novena semana y culmina con el alumbramiento. En este periodo se da el mayor desarrollo de los aparatos y sistemas que fueron iniciados en el periodo embrionario. <sup>(11)</sup>

## 2) Periodo postnatal.

### 1. Infancia.

- a. Primera infancia: desde el nacimiento hasta el tercer año de vida: la relevancia de este periodo radica en inicio de la dentición primaria hasta el término de la oclusión. En esta época hay un crecimiento evidente de talla y peso en el infante.
- b. Segunda infancia: entre los 3 y 6 años, el crecimiento es mas lento, sin embargo, uno de los sucesos de relevancia es, que aparecerán los primeros molares los cuales serán permanentes, dando así lugar a la dentición mixta.
- c. Tercera infancia: desde los 6 hasta los 11 años en la mujer y los 12 o 13 en el hombre; en vista de los cambios significativos en la dentición, ahora en esta etapa se produce el cambio de dentición temporal a dentición permanente, entonces tenemos el periodo de dentición mixta

### 2. Adolescencia.

- a. Pubertad: entre los 11 y 13 años en la mujer determinado por la menarca y los 12 y 14 años en el hombre cuando se da el cambio de voz.
  - b. Adolescencia: se extiende hasta tres o cuatro años después de la pubertad. El organismo alcanza la madurez sexual, física y mental. La dentición permanente se completa con la erupción del tercer molar.
3. Juventud: entre los 20 y los 35 años, mientras que para otros sucede entre 18 y los 25 años. En este periodo de tiempo finaliza la osificación total del individuo. <sup>(1)</sup>

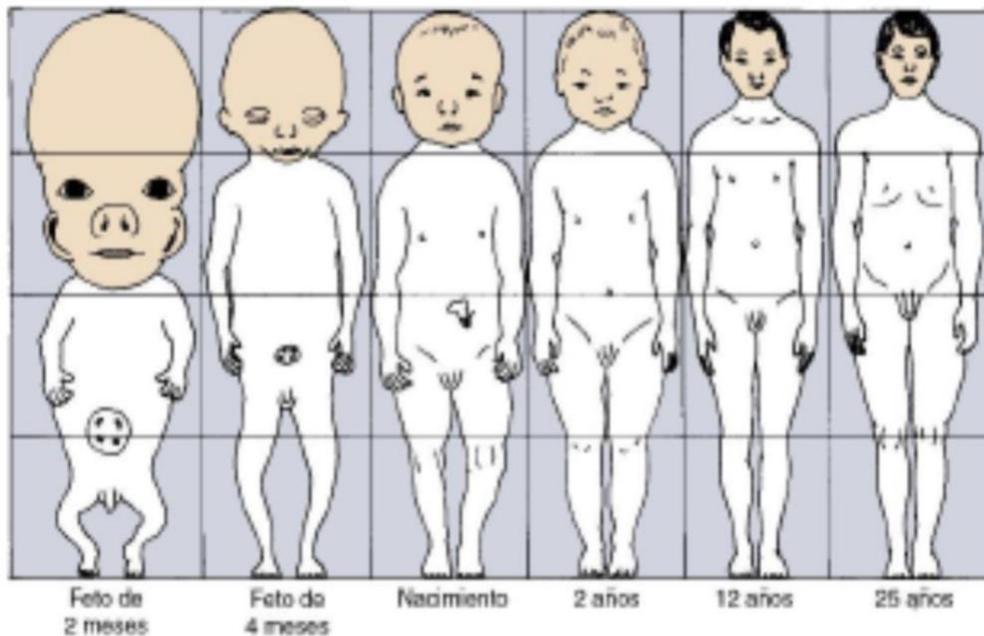


Figura 6. Crecimiento y desarrollo desde la 8ª semana hasta 25 años de edad. (Reproducido a partir de Robbins WJ. 1928) <sup>(8)</sup>

### 3.1. Embriología

#### 3.1.1. Periodo prenatal: Periodo embrionario.

##### **Primera semana del desarrollo.**

La primera semana del desarrollo se inicia con la fecundación o fertilización lo cual consiste en la unión de dos células llamadas espermatozoide y óvulo que juntas producirán la primera célula del organismo humano llamado cigoto.<sup>(11)</sup>

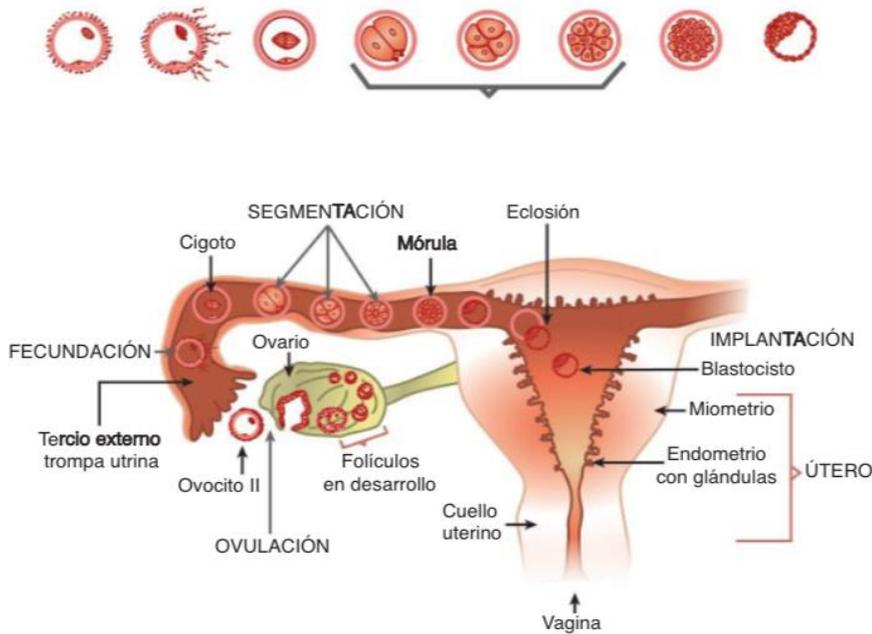


Figura 7. Proceso de desarrollo después de la fecundación (primera semana). <sup>(11)</sup>

##### **Segunda semana del desarrollo: embrión bilaminar.**

Este periodo es de poco crecimiento embrionario. Sin embargo, hay más cambios en los tejidos extraembrionarios que en el embrión.

En el octavo día del desarrollo, se generará el embrioblasto y se formará un disco bilaminar plano que está conformado por dos capas celulares; una capa externa (dorsal) llamada ectodermo primitivo o epiblasto y una capa interna (ventral) llamada endodermo primitivo también conocido como hipoblasto.

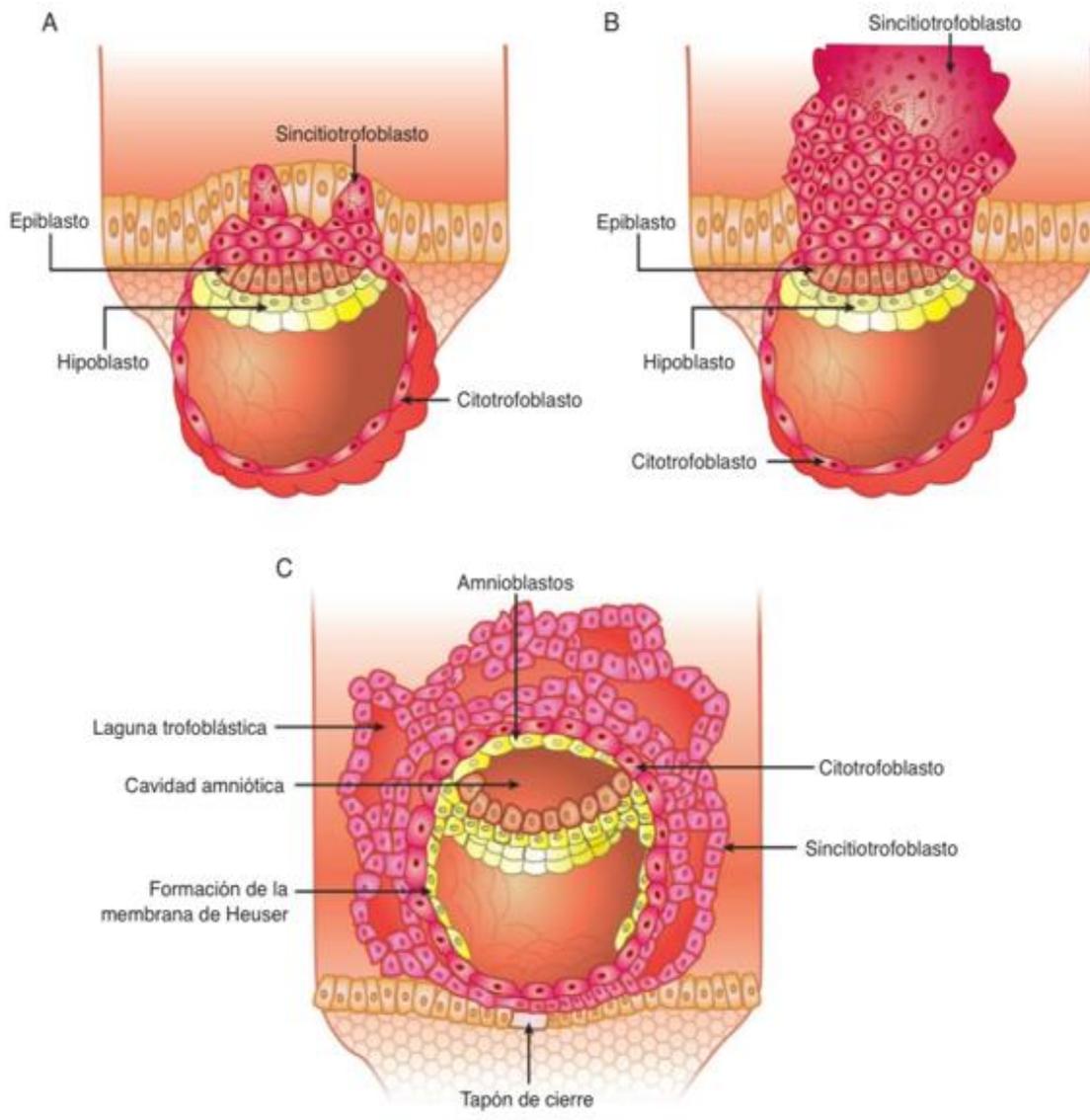


Figura 8. Formación del disco bilaminar. A) Disco embrionario bilaminar. B) Formación de la cavidad amniótica. C) Crecimiento de la cavidad amniótica. (11)

**Tercera semana del desarrollo: embrión trilaminar.**

Esta semana es de un crecimiento rápido, que coincide con la falta del periodo menstrual de la embarazada.<sup>(11)</sup>

Es ahí donde la capa bilaminar produce las tres capas germinativas: ectodermo, mesodermo y endodermo derivados del ectodermo primitivo y el endodermo primitivo, que a su vez producirán aparatos y sistemas.

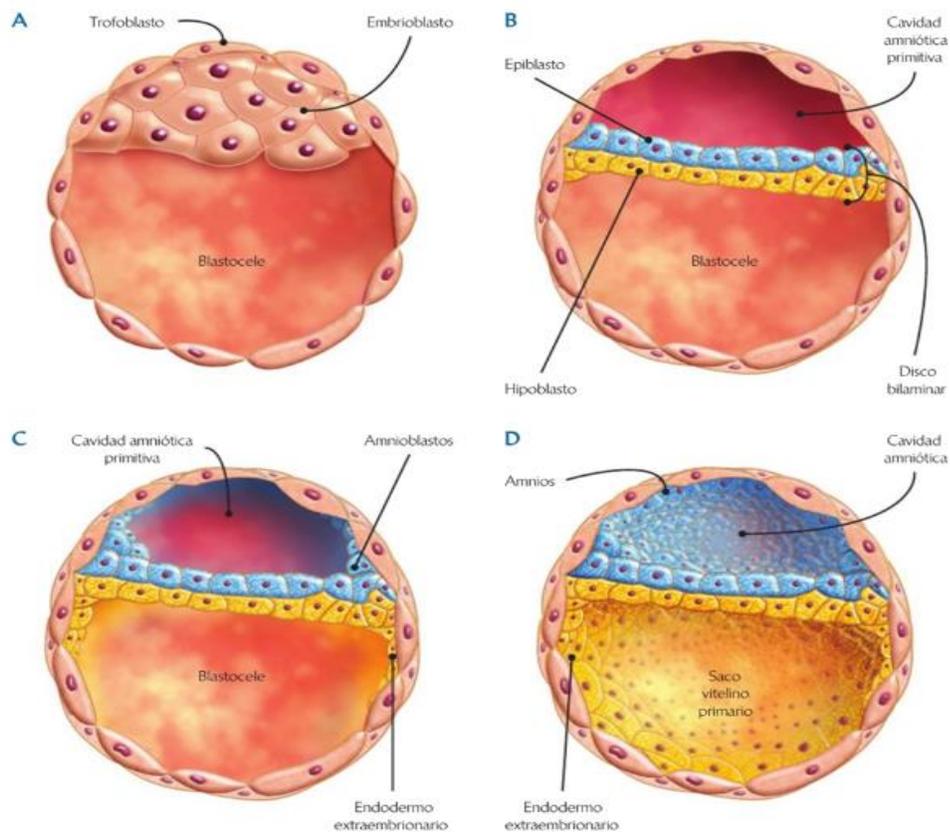


Figura 9. A) Blastocito (día 5 a 6). B) Epiblasto e Hipoblasto (día 6 a 8). C) Endodermo extraembrionario (día 7 a 9). D) Cavidad amniótica definitiva (día 9 a 11).<sup>(12)</sup>

### **Desarrollo de la notocorda**

En torno al día 17 del desarrollo, estas células forman un tubo hueco en el mesodermo que se denomina proceso o prolongación notocordal o canal notocordal y que está comunicado con la cavidad amniótica a través de la fosita primitiva. La notocorda desempeñará un papel inductor muy importante en la formación del neuroectodermo y de los cuerpos vertebrales. <sup>(11)</sup>

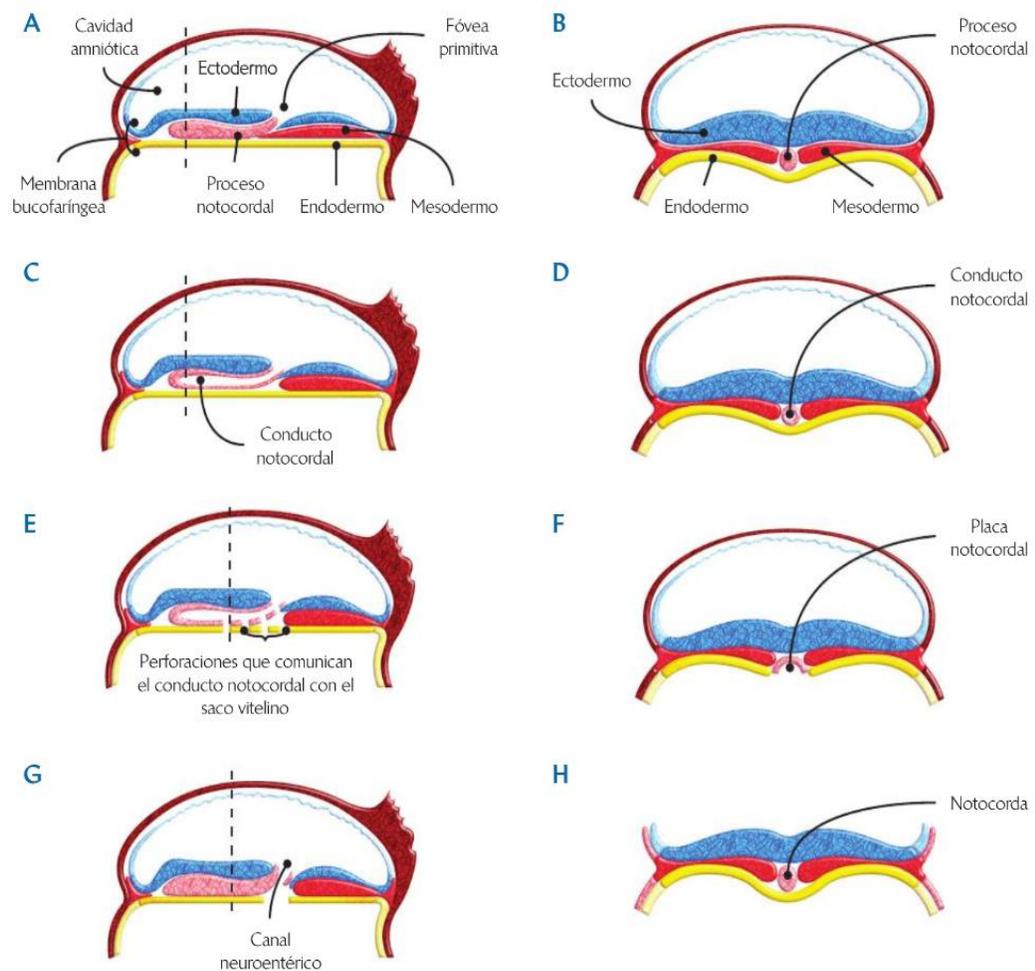


Figura 10. Desarrollo de la notocorda A y B. 16 días. C y D. 17 días. E y F. 18 días. G y H. 19 días.<sup>(12)</sup>

### ***Desarrollo de la capa germinal ectodérmica (neurulación)***

En esta etapa del desarrollo ocurre un suceso fundamental, tal es así que se inicia el desarrollo del sistema nervioso producido por el ectodermo embrionario.

En orden de inicio aparece una placa neural en la región cefálica alrededor del día 18 de desarrollo, aparece en la zona más próxima a la notocorda subyacente y que es una inductora sobre las células del ectodermo.

Simultáneamente en la placa neural sobresalen unos bordes que se elevan, y que forman los pliegues neurales, mientras que se forma un surco neural debido a la depresión en la zona media de la placa neural. <sup>(11)</sup>

Los pliegues neurales se unen y forman un tubo que se invagina y queda debajo del ectodermo llamado tubo neural (el cual producirá al sistema nervioso central) y arriba de la notocorda.

Cuando se forma el tubo neural, algunas células neuroectodérmicas llamadas células de la cresta neural migran y se diferencian para formar nuevos tipos celulares tal como son las neuronas del sistema nervioso periférico, melanocitos y odontoblastos.

Tabla 1. Estructuras derivadas del ectodermo: ectodermo superficial.

<i>Epitelio de la piel</i>	<i>Epidermis y anexos: pelos y uñas</i>
<i>Epitelios de la mucosa bucal</i>	<i>De revestimiento (labios y mejillas) masticatorio: paladar duro y encía Especializado (dorso de la lengua)</i>

<i>Epitelios de los órganos de los sentidos</i>	<i>Cristalino, procesos ciliares y del iris Oído interno y capa externa del tímpano Epitelio olfatorio, fosas nasales y senos paranasales</i>
<i>Epitelios glandulares</i>	<i>Glándulas exocrinas: Salivales: Parótida Glándulas menores Lagrimalas Mamarias Glándulas sebáceas y sudoríparas Glándulas endocrinas: Lóbulo anterior de la hipófisis</i>
<i>Epitelio odontogénico</i>	<i>Esmalte</i>

Tabla 1 <sup>(11)</sup>

Tabla 2. Estructuras derivadas del neuroectodermo.

Tubo Neural	Sistema nervioso central. Hipófisis Epífisis Retina
Crestas neurales	Ganglios nerviosos craneales. Sistema endocrino. Melanocitos. Tejido conjuntivo, huesos del cráneo y de la cara. Dermis del cuello y la cara.

	Cartílagos de los arcos faríngeos. Complejo destino-pulpar. Periodonto.
--	---

Tabla 2 <sup>(11)</sup>

***Desarrollo de la capa germinal mesodérmica.***

Entre la tercera y cuarta semana de desarrollo, el mesodermo tendrá modificaciones que más adelante dará dos episodios de vital importancia: la formación de somitos o división del mesodermo y el inicio del aparato cardiovascular denominado angiogénesis.<sup>(11)</sup> Ya formado el mesodermo intraembrionario, la reorganización celular comienza dentro de esta capa.

La reorganización celular mesodérmica propicia que se divida en tres zonas, que a su vez forman en la notocorda un mesodermo paraxial que es una condensación cilíndrica. Otra condensación cilíndrica menos vasta denominada mesodermo intermedio se da lateralmente.<sup>(11)</sup> El mesodermo lateral forma parte de un mesodermo que queda en posición lateral y distal al mesodermo intermedio.<sup>(11)</sup>

Estas capas generarán distintos tejidos y órganos en el ser en desarrollo.

En primer lugar, el mesodermo paraxial producirá al esqueleto axial, la musculatura voluntaria y parte de la dermis. Cuando ya están formadas, las células del mesodermo paraxial formarán somitómeros. Una gran parte de los somitómeros formarán bloques divididos de mesodermo denominados somitos.<sup>(11)</sup>

Al día 20 en la región que futuramente será la base del cráneo, el primer somito hace su aparición y continúa hacia caudal hasta el día 30 de desarrollo. Cerca del final de la tercera semana los somitos producirán el esclerotomo que será el origen de las vértebras, el miotomo el cual dará origen a los músculos estriados y el dermatomo que dará lugar a la dermis de la piel de algunas zonas del cuerpo.

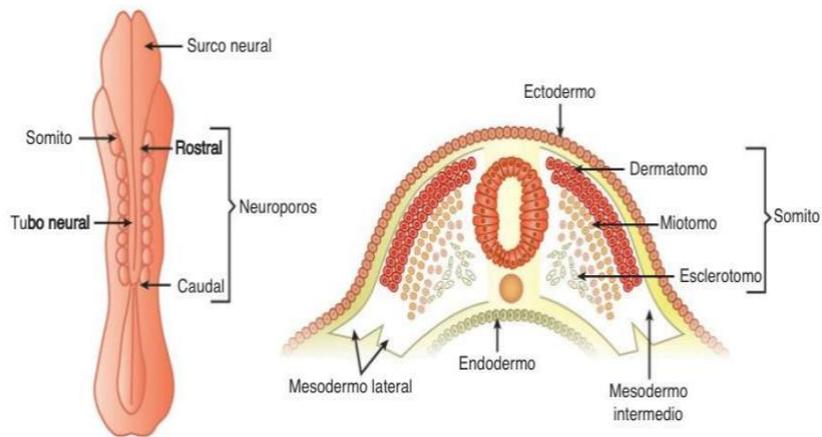


Figura 11. Tubo neural y capas germinativas <sup>(11)</sup>

En segundo lugar, el mesodermo intermedio producirá el sistema urinario y parte del aparato genital. En sentido rostral se forman nefrotomas y en la región caudal se forma el cordón nefrónico.<sup>(11)</sup>

Finalmente, el mesodermo lateral verá una segmentación en dos capas: la hoja esplácnica o visceral y la hoja somática o parietal del mesodermo.<sup>(11)</sup>

La angiogénesis es el segundo fenómeno relevante del mesodermo en torno a la tercera semana, se desarrolla en el seno del mesénquima intraembrionario, que es el origen de la mayor parte del tejido conectivo. <sup>(11)</sup>

Los vasos sanguíneos del embrión inician su formación aproximadamente dos días después del inicio en el saco vitelino, pero la sangre se forma recién a la quinta semana, a partir de las células madre sanguíneas. El corazón lo hace a partir de una zona de mesodermo llamada área cardiogénica, localizada en sentido rostral a la membrana bucofaríngea. Por lo tanto, el aparato cardiovascular es el primer sistema de órganos que alcanza la funcionalidad.<sup>(11)</sup>

Tabla 3. Estructuras que derivan del mesodermo.<sup>(11)</sup>

<p><i>Tejido conectivo y derivados</i></p>	<p><i>Tejido conectivo de la cabeza Huesos del cráneo base del hueso occipital Esqueleto cartilaginoso, óseo y articulaciones del cuerpo Dermis</i></p>
<p><i>Tejido muscular</i></p>	<p><i>Tejido muscular liso, esquelético y cardíaco</i></p>
<p><i>Sistema cardiovascular, linfático y hematopoyético.</i></p>	<p><i>Endotelios Epicardio, miocardio y endocardio Ganglios linfáticos Bazo Células de la sangre</i></p>

<i>Sistema urogenital</i>	<i>Riñón Gónadas, genitales y sus vías (excepto derivados endodérmicos y ectodérmicos)</i>
<i>Serosas</i>	<i>Pleura Pericardio Peritoneo</i>
<i>Epitelios glandulares endocrinos</i>	<i>Corteza suprarrenal</i>

**Desarrollo de la capa germinal endodérmica.**

La transformación de la capa plana de endodermo en el tubo intestinal primitivo como consecuencia de los plegamientos y el crecimiento del embrión es el hecho más importante en el desarrollo de esta capa germinal. Estos se inician en la tercera semana, y son más pronunciados en la cuarta.<sup>(11)</sup>

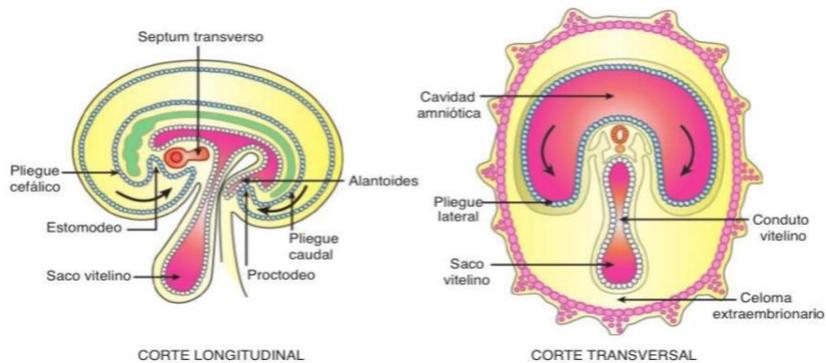


Figura 13. Corte longitudinal y transversal del plegamiento cefálicocaudal y lateral del embrión <sup>(11)</sup>

Tabla 4. Estructuras derivadas del endodermo

Epitelios de revestimiento	Raíz de la lengua, laringe y faringe. Epitelios respiratorios. Epitelios digestivos Epitelios del aparato genitourinario. Epitelios del oído medio y trompa de Eustaquio
Epitelios glandulares	Secreción exócrina: glándulas salivales. Secreción endocrina: tiroides y paratiroides. Secreción anfitriona: hígado y páncreas.
Sistema hematopoyético	Epitelio de las amígdalas. Epitelio del timó.

Tabla 4 <sup>(11)</sup>

***Cuarta a octava semana de desarrollo.***

En este periodo hay un rápido desarrollo del embrión y cambios morfogenéticos que determinarán en gran medida su forma definitiva. En

esta época, además, se formarán los esbozos de los principales órganos, aparatos y sistemas.<sup>(11)</sup> En esta etapa se desarrolla la mayor parte de la cara.<sup>(1)</sup>

Al final de la cuarta semana del desarrollo se originan los arcos faríngeos o branquiales a expensas, fundamentalmente, del mesénquima.<sup>(11)</sup> Durante este período se producen también el plegamiento cardíaco, la segmentación del tubo nervioso en su porción cefálica, la aparición de las yemas de los miembros superiores e inferiores, la formación de las foveas óticas y placodas del cristalino; además, se constituyen el sistema vascular embrionario (arcos circulatorios): el fetal, umbilical y vitelino.<sup>(11)</sup>

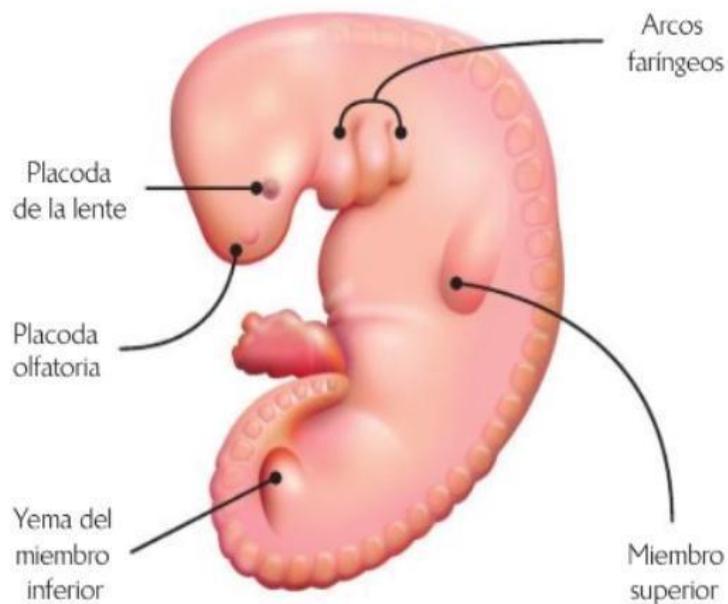


Figura 14. Embrión a los 28 a 30 días. Formación de los arcos faríngeos.<sup>(12)</sup>

### **3.1.2 Período fetal.**

#### ***Novena semana hasta el nacimiento.***

Durante este período tienen lugar el crecimiento y la maduración de los órganos y tejidos, que comienzan a diferenciarse con anterioridad.<sup>(11)</sup>

El desarrollo de los órganos sexuales se puede evidenciar fácilmente a partir de la duodécima semana. A las veinte semanas (cinco meses) se perciben claramente los movimientos fetales. Al séptimo mes el feto pesa alrededor de 1 kg y el sistema nervioso puede ya controlar las funciones de respiración y deglución, además de la temperatura.<sup>(11)</sup>

Durante la cuarta semana, se produce el plegamiento del embrión en sentido cefalocaudal y dorsoventral. Por este plegamiento se forma la cavidad bucal primitiva o estomodeo, separada de la faringe primitiva (porción más anterior del intestino primitivo) por la membrana bucofaríngea. A partir de las paredes de la faringe se diferenciarán los arcos faríngeos o branquiales, estructuras que participarán en la formación de la cara.<sup>(11)</sup>

#### ***Formación de los arcos faríngeos o branquiales y sus derivados.***

La faringe embrionaria tiene su origen en la porción más anterior del intestino cefálico (intestino anterior primitivo) y se presenta comprimida en sentido dorsoventral.<sup>(11)</sup>

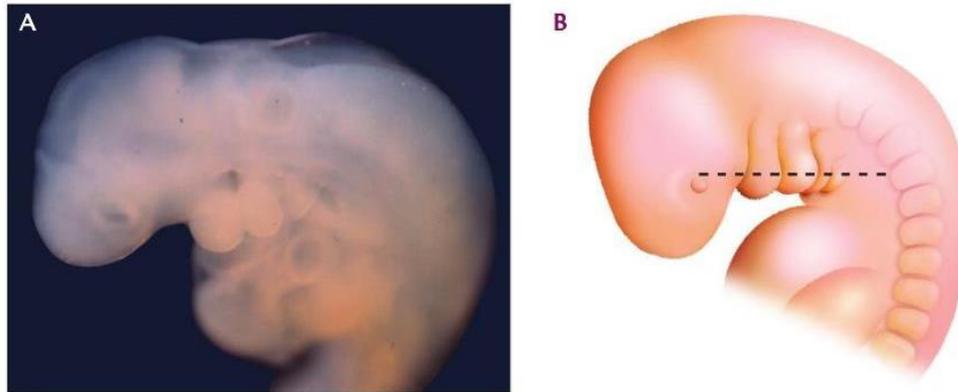


Figura 15. Embrión humano a la cuarta semana. <sup>(12)</sup>

Los arcos branquiales o faríngeos son cinco. Los arcos más craneales 1o y 2o son más desarrollados que los otros y los primeros que aparecen.<sup>(11)</sup>

Entre cada arco branquial, el endodermo de la faringe primitiva sufre una evaginación y da origen a surcos, los cuales más tarde toman la forma de bolsas llamadas bolsas faríngeas. En la superficie del embrión, el ectodermo da lugar a depresiones conocidas como surcos branquiales o faríngeos, que se enumeran en sentido cráneo-caudal y que se ubican a la misma altura de las bolsas faríngeas en la superficie de la faringe primitiva.<sup>(11)</sup>

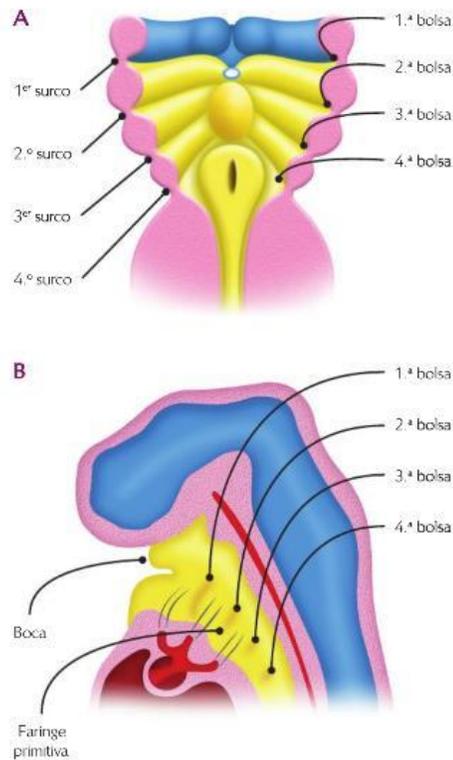


Figura 16. Bolsas faríngeas. A) Piso de la faringe primitiva. B) Interior de la faringe y entrada de las bolsas faríngeas. <sup>(12)</sup>

El primer surco y la primera bolsa contribuyen a formar el conducto auditivo externo. Los 2o, 3o y 4o normalmente se obliteran, aunque a veces persisten a manera de un seno cervical. La segunda bolsa faríngea da origen a la amígdala palatina, mientras que la tercera y cuarta bolsa conforman las glándulas paratiroides, los tiroides laterales y el timo. Recientemente, se ha postulado un origen ectodérmico para las glándulas paratiroides, señalándose que derivarían de la superficie engrosada (placoda ectodérmica) de los surcos branquiales 3o y 4o. Por la superficie externa del embrión, el primer arco da origen a dos salientes: a) el proceso mandibular, más voluminoso, que contiene el cartílago de Meckel y b) el proceso maxilar, más pequeño. Ambos procesos contribuyen a la formación de la mandíbula y maxilar superior, respectivamente. El 2o arco o arco hioideo da lugar a la

formación de parte del hueso hioides y a las regiones adyacentes del cuello.<sup>(11)</sup>

El cuerpo de la mandíbula se desarrolla en forma independiente a partir del tejido conectivo embrionario que rodea al cartílago de Meckel. La mayor parte de este cartílago desaparece, solo parte de él da origen a los huesos del oído medio. <sup>(11)</sup>

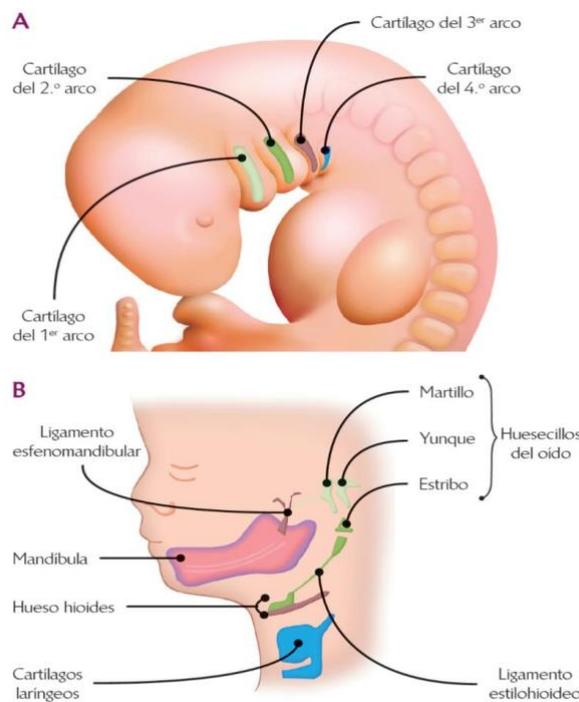


Figura 17. Derivados de los cartílagos faríngeos. A) embrión a la cuarta semana.  
B) Cara fetal. Formaciones que se originan de los cartílagos faríngeos <sup>(12)</sup>

De las células de las crestas neurales derivan, además, los componentes de los tejidos conectivos que formarán, entre otros, a las siguientes estructuras dentarias: el tejido dentino- pulpar que tiene su origen en la papila dentaria (ectomesénquima embrionario); los tejidos de sostén del diente o periodonto

de inserción: hueso alveolar, ligamento y cemento, que se forman a partir del saco dentario (ectomesénquima embrionario).<sup>(11)</sup>

El mesénquima originado de las células de las crestas neurales se denomina ectomesénquima.<sup>(11)</sup>

### Formación de la nariz y fosas nasales.

Cuando los arcos branquiales son más visibles morfológicamente, aparecen en el proceso frontal (que será el plano del rostro) dos engrosamientos en forma de placa que se denominan placodas olfatorias o nasales marcando así el inicio de la formación de la cara. <sup>(11)</sup>

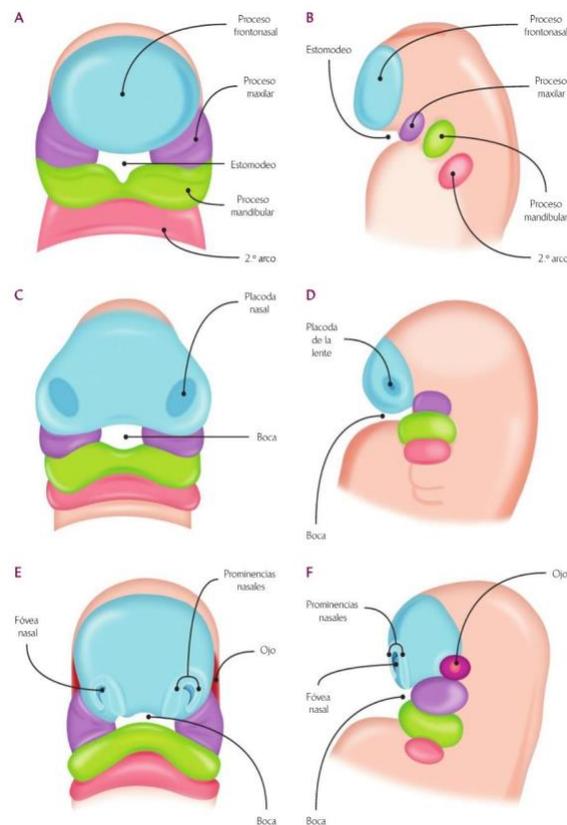


Figura 18.Desarrollo de la cara. A y B. 24 días. C y D. Embrión a los 28 días.

E y F.Embrión a los 30 días <sup>(12)</sup>

En el curso de la 5o semana, las placodas se invaginan en la parte media para formar las fosas nasales.<sup>(11)</sup>

Al crecer, los bordes de estas fosas nasales sobresalen y se conocen con el nombre de procesos nasales. Los procesos nasales medios se unen entre sí, y hacia arriba se continúan con el resto del proceso frontal, para constituir el proceso frontonasal que dará origen a la frente y al dorso y punta de la nariz. Los procesos nasales laterales, en cambio, al fusionarse con los procesos maxilares formarán el ala de la nariz.<sup>(11)</sup>

Entre la 6o y 7o semanas, los procesos nasales medios y laterales se contactan entre sí por debajo de la fosa olfatoria en desarrollo. Mientras tanto, el primer arco branquial, factor determinante en el desarrollo de la cara y la boca se subdivide en dos porciones llamadas proceso maxilar (PrMx) y mandibular (PrMd).<sup>(11)</sup>

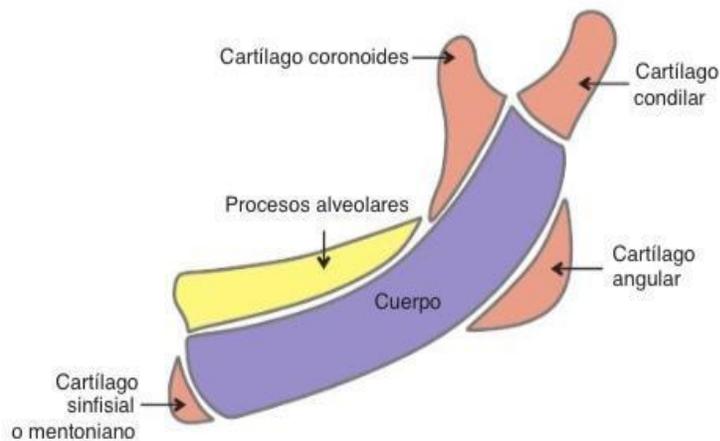


Figura 19. Unidades cartilagineas de la mandíbula. <sup>(11)</sup>

### ***Formación del macizo facial.***

En la formación del macizo facial (cara) participan cinco procesos ubicados alrededor de una depresión central o boca primitiva o estomodeo.<sup>(11)</sup>

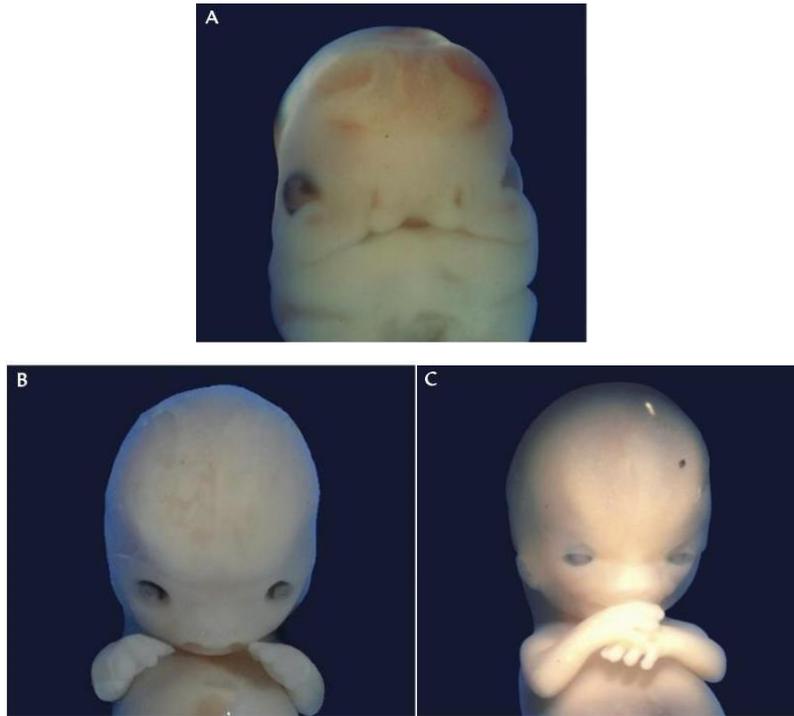


Figura 20. Desarrollo de la cara. Fotomicrografía de la cara de embriones humanos. A) Embrión sexta semana. B) Embrión séptima semana. C) Embrión octava semana <sup>(12)</sup>

Para constituir el macizo facial, los procesos se fusionan entre sí; esto puede realizarse a través de dos mecanismos: a). la fusión aparente o consolidación remodeladora consecuencia del crecimiento desigual de los procesos o mamelones faciales. Y b). la fusión real o mesodermización consiste en la unión a través del mesénquima de procesos o mamelones que se han desarrollado previamente de forma independiente. <sup>(11)</sup>

Se detallarán los procesos involucrados para determinar la constitución de la cara:

1. El proceso maxilar se caracteriza por su crecimiento hacia arriba y hacia adelante por debajo de la zona del ojo y por arriba de la cavidad bucal primitiva.

2. El proceso mandibular, este se dirige hacia la línea media quedando abajo del estomodeo, para después unirse con el lado contrario y formar la mandíbula y el labio inferior. El cartílago de Meckel guiará la osificación del cuerpo de la mandíbula, pero no participará en forma directa como ocurre en los mecanismos de osificación endocondral.<sup>(11)</sup>

3. Los procesos mandibulares con los maxilares se fusionan lateralmente en la región superficial para formar la mejilla, lo que reduce de esa forma la abertura bucal.<sup>(11)</sup>

4. Como resultado de un crecimiento mayor de las partes laterales respecto de la región frontonasal, las fosas olfatorias se acercan y el delgado espacio comprendido entre ambas se eleva y da lugar al dorso y a la punta de la nariz. El ala de la nariz se forma por la fusión de los procesos nasales laterales con los maxilares, separados al comienzo por el surco nasolagrimal que al fusionarse se tuneliza y da lugar al conducto nasolagrimal.<sup>(11)</sup>

5. Los procesos nasomedianos (PrNm) se unen por fusión «aparente» y forman la porción media del labio superior llamada filtrum, las zonas laterales del labio superior se forman por la fusión de los procesos nasales medios con los procesos maxilares respectivos.<sup>(11)</sup>

**Tabla 5. Evolución de los procesos faciales.<sup>(11)</sup>**

<b>Procesos</b>	<b>Derivados blandos</b>	<b>partes</b>	<b>Derivados óseos</b>
-----------------	--------------------------	---------------	------------------------

Nasales medios	Filtrum labial superior y frenillo labial	Reborde alveolar y premaxilar
Nasales externos	Alas de la nariz	Apófisis ascendente maxilar
Maxilar superior	Parte lateral del labio y carrillo	Maxilar, malar y palatino
Maxilar inferior	Labio inferior, mentón y carrillo porción inferior	Mandíbula

Tabla 5 <sup>(11)</sup>

### Zona ectodérmica frontonasal

En el ectodermo del proceso frontonasal se ha identificado una zona que ha recibido la denominación de FEZ (frontonasal ectodermic zone) constituida por dos dominios yuxtapuestos de células ectodérmicas.<sup>(11)</sup>

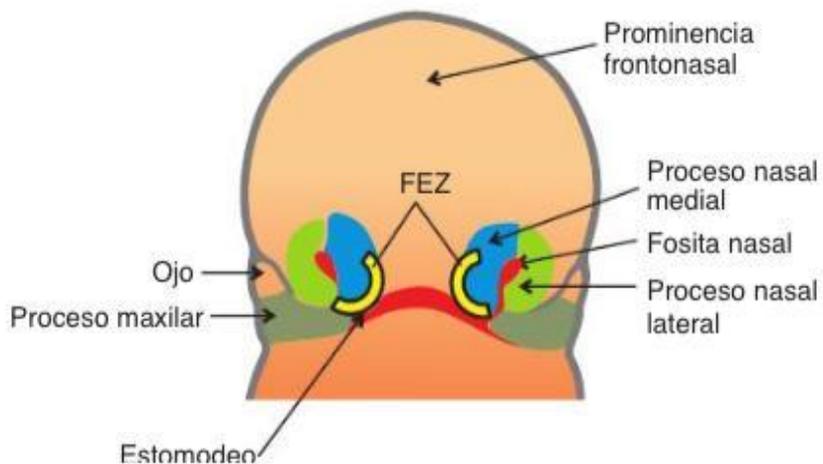


Figura 21. Esquema de las zonas FEZ en embriones humanos. <sup>(11)</sup>

Se trata de un centro de regulación de señales las cuales colaboran en el desarrollo de la cara.<sup>(11)</sup>

## Cavidad bucal: formación del techo y piso de la boca.

Esta cavidad está limitada por delante por el proceso frontal en desarrollo (proceso impar y medio levantado por el prosencéfalo), por detrás y hacia abajo por la eminencia cardíaca, lateralmente por los arcos branquiales y en el fondo está separada de la faringe por la membrana bucofaringea.<sup>(11)</sup>

La comunicación entre la cavidad bucal primitiva y la faringe se establece al finalizar la 4o semana, cuando se rompe la membrana bucofaringea.

Solo dos semanas después de este acontecimiento, se produce la lamina dental primer signo del desarrollo de los órganos dentarios u odontogénesis.

La boca primitiva es superficial, la profundidad resulta del crecimiento hacia adelante de las estructuras que la rodean.<sup>(11)</sup>

## Formación del paladar.

El paladar primario se desarrolla entre la 5<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup> semanas, mientras que el secundario se forma entre la 7<sup>o</sup> y 8<sup>o</sup> semana. La fusión de ambos paladares tiene lugar entre la 10<sup>o</sup> u 11<sup>o</sup> semanas de desarrollo.<sup>(11)</sup>

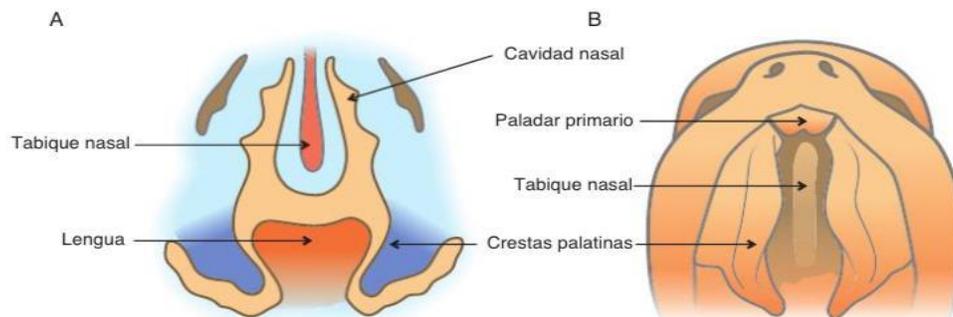


Figura 22. Crestas palatinas en posición vertical a cada lado de la lengua. A y B. Vista ventral de las crestas palatinas. <sup>(11)</sup>

En relación con la formación del paladar primario, los procesos nasales medios (PrNm) se unen no sólo en superficie, sino también en profundidad y surge así una estructura embrionaria especial el segmento intermaxilar o premaxilar. Dicho segmento está constituido por tres estructuras:

1. Componente labial: que forma la parte media o filtrum del labio superior.<sup>(11)</sup>
2. Componente maxilar: que comprende la zona anterior del maxilar que contiene, a su vez, a los cuatro incisivos superiores y su mucosa bucal (futuras encías).
3. Componente palatino: es de forma triangular, con el vértice dirigido hacia atrás y da origen al paladar primario.

A la 6º semana se perfora y se establece el contacto entre las cavidades nasal y bucal. El orificio se llama coana primitiva y se sitúa detrás del paladar primario.<sup>(11)</sup>

Al final de la 8o semana, se constituye el paladar secundario al descender la lengua y el piso o suelo de la boca.<sup>(11)</sup>

En la 9º semana ambos procesos palatinos aparecen en disposición horizontal, muy próximos, pero no unidos.<sup>(11)</sup>



Figura 23. Embrión humano a las nueve semanas de gestación. <sup>(12)</sup>

Debido al crecimiento rápido de la mandíbula ejerce tracción sobre los músculos linguales, lo que provoca su descenso. Se produce entonces un cambio brusco de presión entre la cavidad buconasal y el medio externo. La cavidad bucal de tipo virtual se transforma en real por la entrada de líquido amniótico.<sup>(11)</sup>

En la 10ª semana, el paladar secundario se fusiona con el paladar primario (de forma triangular con el vértice dirigido hacia atrás). Como vestigio de esta unión entre ambos paladares queda el agujero incisivo o palatino anterior <sup>(11)</sup>

En los fetos de 12 semanas las crestas están ya fusionadas entre sí y con el tabique nasal. Dentro del tejido conectivo en diferenciación se evidencian trabéculas óseas y la presencia de esbozos glandulares (futuras glándulas palatinas) en la proximidad de la línea media.<sup>(11)</sup>

### **Formación de la lengua**

El órgano lingual se desarrolla a partir del 1º, 2º, 3er y 4º arco branquial. En la actualidad, se reconoce que el desarrollo de la lengua está íntimamente

relacionado con el origen y el desarrollo de la mandíbula. En la 5o semana, por la cara interna de los arcos mandibulares se observan dos engrosamientos laterales llamados protuberancias linguales laterales y entre ellas un pequeño tubérculo impar y medio. Estos tres abultamientos se originan del primer arco. Por detrás del tubérculo impar existe otra elevación media de mayor tamaño llamada cópula, que resulta de la unión del mesénquima del 2o, 3er y parte del 4o arco. A ambos lados de la cópula se produce una rápida proliferación en el tejido adyacente al 2o, 3er y 4o arco branquial, que dará lugar a la raíz de la lengua. Por último, existe un tercer abultamiento medial que deriva de la porción posterior del 4o arco y que indica el desarrollo de la epiglotis.<sup>(11)</sup>

Anatómicamente el cuerpo de la lengua, que se forma a partir de las protuberancias linguales laterales y del tubérculo impar, está separado de la raíz por un surco en forma de V llamado surco terminal.

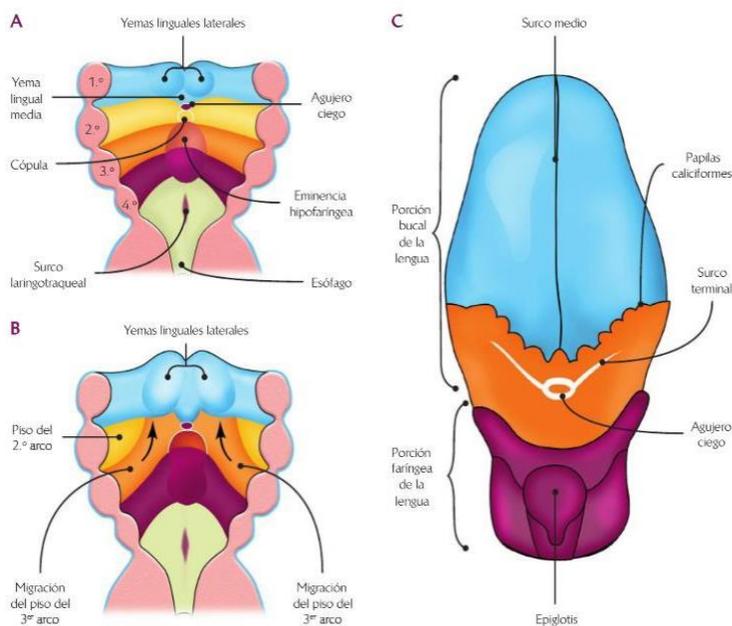


Figura 24. Formación de la lengua. A) Yema lingual media. B) Yemas linguales laterales. C) Formación total de la lengua <sup>(12)</sup>

### **Formación de los labios y mejillas**

Al finalizar la 6o semana, los rebordes de los futuros huesos maxilares y la mandíbula son formaciones macizas que no muestran subdivisión en labios y encías. La separación del labio de su respectiva mucosa gingival se produce por una gruesa franja de epitelio llamada lámina labial o lámina vestibular, que se desarrolla próxima a la lámina dental. En la línea media, esta separación no es tan profunda y da lugar a la formación del frenillo labial.<sup>(11)</sup>

Las mejillas se forman por la fusión lateral y superficial de los procesos maxilares y mandibulares.<sup>(11)</sup>

### ***Desarrollo de los tejidos duros.***

El desarrollo de los tejidos duros será después de la conformación y organización de los tejidos blandos esto el rededor de la semana 10 a 12 fin del periodo embrionario.<sup>(11)</sup>

### ***Formación de los huesos.***

Existen dos tipos de osificaciones:

a) Intramembranosa: se realiza a expensas del mesénquima. Los centros de osificación se caracterizan por poseer abundantes capilares, fibras colágenas y osteoblastos que elaboran sustancia osteoide, la cual se dispone formando trabéculas que constituyen una red tridimensional esponjosa. En los espacios intertrabeculares el mesénquima se transforma en médula ósea. El tejido mesenquimatoso circundante externo a las zonas osificadas se diferencia en periostio, estructura a partir de la cual se originan las nuevas trabéculas. A este tejido óseo primario no laminar lo sustituye después del nacimiento un tejido óseo secundario laminar. En las zonas periféricas del hueso el tejido óseo se dispone como tejido compacto y forma las tablas externa e interna.

En la zona intermedia, el tejido óseo es de variedad esponjosa y se denomina diploe o aerolar. Esta osificación es típica de los huesos planos.

Ejemplos: bóveda o calota craneal y maxilar.<sup>(11)</sup>

b) Endocondral o molde cartilaginoso: el molde de cartílago hialino es el que guía la formación ósea por remoción del cartílago, el cual experimenta numerosos cambios histológicos previos, como proliferación e hipertrofia celular, calcificación de la matriz cartilaginosa, erosión (invasión vascular), formación de tejido osteoide y posterior mineralización.<sup>(11)</sup>

El tipo de osificación está estrechamente relacionado con la futura función del hueso. Así, en las zonas de crecimiento expuestas a tensiones, el mecanismo de osificación es intramembranoso. El hueso tolera mejor la tensión, pues crece solo por aposición. En cambio, donde existen presiones la osificación es endocondral. El cartílago, por ser rígido y flexible, soporta mejor la presión y el crecimiento es de tipo aposicional e intersticial.<sup>(11)</sup>

### ***Huesos del neurocráneo y viscerocráneo.***

El desarrollo del cráneo y sus huesos tiene un origen intra membranoso y endocondral. Para fines didácticos se dividen en dos regiones: el neurocráneo y el viscerocráneo.

a) El neurocráneo: está constituido por la caja ósea o calota, y envuelve y protege al sistema nervioso central. En el neurocráneo se pueden considerar, a su vez, dos porciones: 1) la bóveda craneal (calota) llamada también osteocráneo o desmocráneo y 2) la base del cráneo o condrocráneo, denominada así por el mecanismo de osificación endocondral.

b) El viscerocráneo: está constituido por los huesos de la cara en los que predomina la osificación intramembranosa.

Para fines odontológicos se describirá a la osificación del maxilar superior, de la mandíbula y la formación del hueso alveolar.

## **Maxilar.**

### Osificación del maxilar

Al terminar la 6o semana, comienza la osificación del maxilar a partir de dos puntos de osificación situados por fuera del cartílago nasal. Uno anterior, denominado premaxilar y otro posterior, denominado posmaxilar. <sup>(11)</sup>

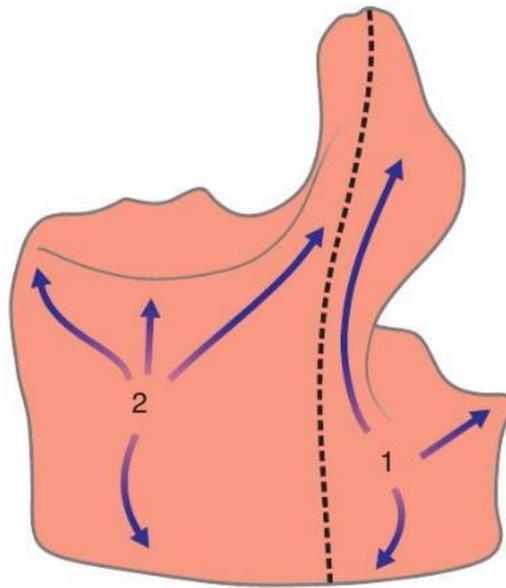


Figura 25. Formación del maxilar 1 y 2. Osificación prenatal y postnatal. Las flechas indican la dirección de las trabéculas. <sup>(11)</sup>

A partir del centro de osificación premaxilar rápidamente se forman trabéculas que se dirigen en tres direcciones: 1) hacia arriba, para formar la parte anterior de la apófisis ascendente, 2) hacia adelante, en dirección hacia la espina nasal anterior y 3) en dirección a la zona de las apófisis alveolares incisivas (dependiente del desarrollo dentario).<sup>(11)</sup>

Del centro posmaxilar, las espículas óseas siguen cuatro rutas o sentidos diferentes: 1) hacia arriba, para formar la parte posterior de la apófisis ascendente, 2) hacia el piso de la órbita, 3) hacia la zona de la apófisis malar

y 4) hacia la porción alveolar posterior (desde mesial de caninos hasta molares).<sup>(11)</sup>

El conjunto de todas estas trabéculas forman la parte ósea externa del maxilar.<sup>(11)</sup>

**Tabla 6. Osificación de los maxilares.<sup>(11)</sup>**

<b>Hueso</b>	<b>Punto de osificación</b>	<b>Tipo de osificación</b>	<b>Tiempo de aparición</b>
<i>Mandíbula</i>	<i>Mentoniano y centros cartilaginosos(condilar, coronoideo, angular)</i>	<i>Yuxtaparacondral (cuerpo), endocondral (rama)</i>	<i>6-7 semanas 12-13 semanas</i>
<i>Maxilar</i>	<i>Premaxilar (anterior) Posmaxilar (posterior) Interincisivo Palatino anterior Palatino posterior</i>	<i>Intramembranosa</i>	<i>7 semanas</i>

La formación ósea en el maxilar se realiza por el mecanismo de osificación intramembranosa. Su crecimiento es por dominancia de las suturas interóseas y por el desarrollo de cavidades neumáticas (senos maxilares y frontales) influenciado por las funciones de respiración y digestión. El crecimiento por el mecanismo de tipo sutural se realiza en los tres planos del espacio: hacia abajo y adelante por las suturas maxilomalar, frontomaxilar y cigomática temporal. En sentido transversal por la sutura medio palatina y el crecimiento vertical por el desarrollo de las apófisis alveolares. Durante el período fetal, la superficie externa de todo el maxilar, incluida la premaxila,

es de aposición para permitir que aumente la longitud del arco cigomático junto con el desarrollo de los gérmenes dentarios. <sup>(11)</sup>

***Formación del hueso alveolar.***

Al finalizar el 2o mes del período embrionario (8o semana) tanto el maxilar como la mandíbula contienen los gérmenes dentarios en desarrollo, rodeados parcialmente por las criptas óseas en formación.

Los gérmenes dentarios estimulan la formación de los alvéolos (cavidades cónicas destinadas a alojar a las raíces de los elementos dentarios) a medida que estos pasan de la etapa preeruptiva a la eruptiva prefuncional.

El hueso alveolar que se forma alrededor del germen dentario crece y se desarrolla, por tanto, con la erupción durante su formación, el hueso alveolar, crece alrededor del diente y luego se une a la porción basal de estos huesos. <sup>(11)</sup>

Es importante destacar que la remodelación por el crecimiento en el hueso alveolar está íntimamente asociada con el crecimiento general de los huesos y con las funciones de los tejidos blandos que lo rodean. <sup>(11)</sup>

Con la edad, se produce un aumento en la densidad de las trabéculas por osteoesclerosis, aunque esta también puede disminuir; sin embargo esto es más frecuente en la mujer que en el hombre por la deprivación hormonal en la menopausia. <sup>(11)</sup>

La formación ósea en el maxilar se realiza por el mecanismo de osificación intramembranosa. Su crecimiento es por dominancia de las suturas interóseas y por el desarrollo de cavidades neumáticas (senos maxilares y frontales) influenciado por las funciones de respiración y digestión. <sup>(11)</sup>

## **Mandíbula.**

### **Osificación de la mandíbula**

La mandíbula ofrece un mecanismo de osificación llamado yuxtaparacondral en el que el cartílago de Meckel, denominado cartílago primario, sirve como guía o sostén, pero no participa. La osificación se efectúa en forma de una estructura paralela y ubicada al lado del cartílago, de ahí su nombre (yuxta = al lado; para = paralelo; condro = cartílago). El inicio de la formación del tejido óseo se produce a las seis o siete semanas aproximadamente. Comienza en la vecindad del ángulo formado por las ramas del nervio mentoniano y del nervio incisivo, al separarse del dentario inferior. <sup>(11)</sup>

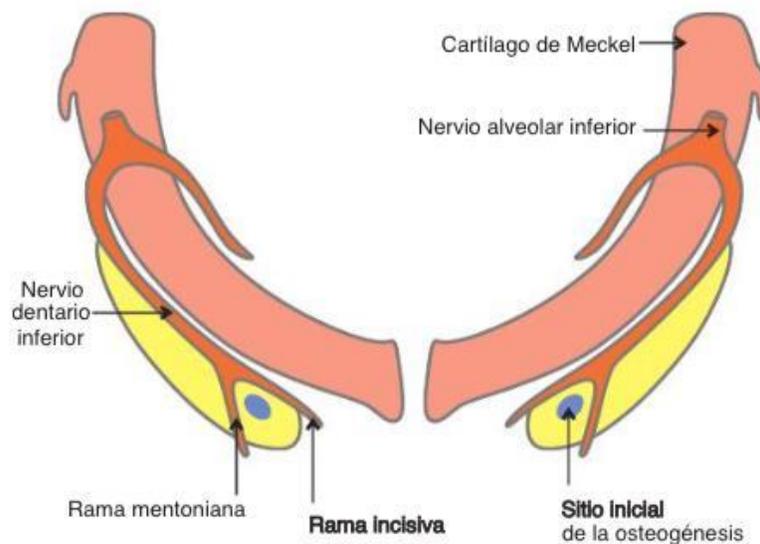


Figura 26. Osificación yuxtaparacondral de la mandíbula. <sup>(11)</sup>

Se inicia como un anillo óseo alrededor del nervio mentoniano; luego, las trabéculas se extienden hacia atrás y hacia adelante en relación externa al cartílago de Meckel. <sup>(11)</sup>

A las 12 semanas aparecen en el mesénquima otros centros de cartílago independientes del cartílago de Meckel; estos juegan un papel importante en la osificación endocondral de la rama montante de la mandíbula. <sup>(11)</sup>

Por tanto, la osificación es mixta, porque además de ser intramembranosa intervienen los cartílagos secundarios. <sup>(11)</sup>

Existen tres centros cartilaginosos secundarios: el coronoideo, el incisivo (sinfisial o mentoniano) y el condíleo. Existiría, así mismo, un 4o cartílago llamado angular. El condíleo es el de mayor tamaño y juega el papel principal en el crecimiento de la rama montante de la mandíbula y persiste aproximadamente como una lámina muy delgada hasta los 20 años (v. «Histogénesis complejo articular temporomandibular, (CATM)»). <sup>(11)</sup>

Merece señalarse que en los sitios donde aparecen estos cartílagos secundarios, tomarán inserciones los músculos masticadores. Esta interrelación «músculo-nervio-tejido óseo» es considerada como una función inductora (matriz funcional), donde cada una de estas estructuras estimula el desarrollo de sus tejidos adyacentes. <sup>(11)</sup>

El crecimiento de la mandíbula hacia abajo y adelante se desarrolla a expensas del cartílago condilar, en sentido vertical, por la formación de los rebordes o apófisis alveolares. En sentido anteroposterior, el crecimiento se produce por aposición en el borde posterior de la rama y por reabsorción en el borde anterior de esta. En la cara lingual de la mandíbula (región incisal) la reabsorción comienza después de las 16 semanas, lo que contribuye al crecimiento hacia adelante de esta región del cuerpo mandibular. <sup>(11)</sup>

El mecanismo de osificación en ambos huesos es muy temprano. A los siete meses comienza ya el proceso de la remodelación ósea (período fetal).<sup>(11)</sup>

**Tabla 7. Sistemas trayectoriales de los maxilares.<sup>(11)</sup>**

<b>Maxilar inferior</b>	
<b>Columnas</b>	Mentoniana Coronoidea Condilar
<b>Arcos</b>	Basal Alveolar Líneas oblicuas internas y externas Arco condilar

<b>Maxilar superior</b>	
<b>Columnas</b>	Frontonasal-canino Cigomática Pterigoidea Vomeriana
<b>Arcos</b>	Supra e infraorbitario Supra e infranasal Arco cigomático Alveolar pterigoideo Palatino

### **Formación del hueso alveolar**

Al finalizar el 2o mes del período embrionario (8o semana) tanto el maxilar como la mandíbula contienen los gérmenes dentarios en desarrollo, rodeados parcialmente por las criptas óseas en formación.

Los gérmenes dentarios estimulan la formación de los alvéolos (cavidades cónicas destinadas a alojar a las raíces de los elementos dentarios) a medida que estos pasan de la etapa preeruptiva a la eruptiva prefuncional.<sup>(11)</sup>

### ***Desarrollo de la cabeza.***

#### ***Evolución del macizo craneofacial.***

El crecimiento es armónico, pero no uniforme, ya que las estructuras poseen distintas velocidades o picos de crecimiento. En la velocidad influye la edad y el sexo; el ritmo es mayor en la primera infancia y en la adolescencia, donde el pico se denomina de crecimiento puberal.<sup>(11)</sup>

En el desarrollo posnatal, el crecimiento puede llevarse a cabo mediante dos mecanismos: a) dominancia sutural y b) a expensas de cartílago o sincondrosis. El crecimiento de tipo sutural de los huesos del cráneo (especialmente temporales y parietales) y de la cara (maxilares) genera durante este mecanismo pequeños movimientos en todo el macizo craneofacial.<sup>(11)</sup>

La calcificación del hueso sesamoideo carpal está en relación con el pico de crecimiento puberal, indicador indispensable para la valoración del crecimiento en los tratamientos de ortodoncia u ortopedia. Se cree que el crecimiento mandibular en general coincide con el aumento de estatura y con períodos de brotes o picos similares en cuanto a su velocidad. Además, se conoce que los cambios en la forma y tamaño de los huesos craneofaciales continúan más allá de los 17 años.<sup>(11)</sup>

En referencia al desarrollo del macizo craneofacial describiré los sucesos más relevantes.

Al nacimiento, la porción craneal se encuentra más desarrollada que la cara; esta pequeñez facial es resultado de que tanto el maxilar como la mandíbula están poco desarrollados. Su crecimiento se hace visible en la vida posnatal.<sup>(11)</sup>

### **3.1.3 Periodo postnatal.**

Al momento de nacer, la cabeza del infante es relativamente grande, al estado avanzado de crecimiento del cerebro. La cara, a esta edad, forma solamente un octavo del volumen de la cabeza, mientras que la de un adulto es de un tercio a la mitad. Una comparación de las proporciones de la cara misma del infante revelará que es relativamente más ancha y más corta que la del adulto. Esta diferencia es particularmente marcada por debajo del nivel de las órbitas.<sup>(13)</sup>

Con el propósito de estudiar el crecimiento de la cabeza, puede subdividirse de la siguiente manera: Crecimiento del cráneo: de la bóveda y de la base y Crecimiento de la cara: del maxilar y la mandíbula.<sup>(13)</sup>

El cráneo del recién nacido presenta las siguientes características:

a) La bóveda u osteocráneo: está constituida por piezas óseas rudimentarias maleables, unidas por tejido conectivo fibroso representado por las suturas y fontanelas, que permiten el crecimiento posterior de los huesos del cráneo.

b) La base o condocráneo: está constituida por piezas óseas unidas por restos de cartílagos, los cuales hacen posible su crecimiento. Dicho crecimiento se realiza a expensas de las sincondrosis occipitales, esfenopetrosa y petrooccipital.<sup>(11)</sup>

En el recién nacido, la cara está poco desarrollada con respecto a la porción craneal, la cual es más ancha que alta y poco profunda. Los ojos son grandes y están separados por falta del puente nasal; la nariz, en cambio, es poco pronunciada, pequeña y respingada.<sup>(11)</sup>

La boca es pequeña y las mejillas son voluminosas. El mentón hipodesarrollado se halla en un plano posterior respecto del maxilar.

El maxilar tiene poca altura, con escasa distancia entre el piso o suelo de la órbita y la bóveda palatina. La apófisis alveolar en desarrollo aloja los gérmenes dentarios en evolución.<sup>(11)</sup>

En el recién nacido, los senos maxilares solo miden entre 3 y 4 mm. Los frontales y esfenoidales aún no se han desarrollado. En conjunto, los senos paranasales (y muy en especial los senos maxilares) alcanzan sus verdaderas dimensiones en la pubertad cuando se produce toda la erupción de los dientes permanentes. El crecimiento de los senos (cavidades llenas de aire) es importante para determinar la forma definitiva de la cara y también actúan como cajas de resonancia en la función fonética.<sup>(11)</sup>

La mandíbula posee ramas montantes cortas y anchas con un ángulo o gonion muy obtuso y las apófisis coronoides en posición más elevada que el cóndilo. Anatómicamente, el agujero mentoniano se encuentra cerca de la porción basal; aquí el borde alveolar es muy escaso y contiene los gérmenes dentarios en distintas etapas del desarrollo embrionario.<sup>(11)</sup>

A los seis meses de vida posnatal, al erupcionar los incisivos primarios, ambos huesos (maxilar y mandíbula) se encuentran en el mismo plano frontal.<sup>(11)</sup>

El desarrollo de la mandíbula se ve estimulado por la acción que ejercen los tejidos blandos durante la succión (lactancia), en la que predominan los movimientos hacia abajo y hacia adelante. En la segunda infancia, la cara aumenta de tamaño de manera acelerada a expensas del desarrollo de las fosas nasales, los senos maxilares y la erupción dentaria. Esta última trae aparejado un aumento progresivo del diámetro sagital y vertical de la cara, así como la disminución del ángulo de la mandíbula y la disposición oblicua de las apófisis pterigoides.<sup>(11)</sup>

El crecimiento del cráneo y de la cara constituye, por todo ello, un proceso muy complejo que se lleva a cabo por la acción combinada de cuatro fenómenos biológicos diferentes:

1. La sustitución del cartílago por el hueso. Dicha sustitución se inicia en el período fetal y continúa en la vida posnatal en la unión esfenoccipital y preesfenoidal (huesos de la base del cráneo). En el cartílago del tabique nasal, la sustitución se lleva a cabo hasta los siete años y en el cartílago condilar, hasta los 20.<sup>(11)</sup>
2. El crecimiento a la altura de las suturas. Dicho crecimiento se produce en los huesos de la bóveda craneal y en la parte superior de la cara desde la vida fetal hasta los siete años aproximadamente.
3. En los huesos de la cara, los senos maxilares y la cavidad nasal, este mecanismo es uno de los máximos responsables del crecimiento en ancho

de la parte facial. El ritmo de crecimiento se mantiene hasta los 20 o 21 años.<sup>(11)</sup>

4. La erupción dentaria. Este proceso conlleva a un aumento progresivo del diámetro sagital y vertical de la cara. Disminuye el ángulo de la mandíbula y la oblicuidad de la apófisis pterigoides del maxilar.<sup>(11)</sup>

### ***Bóveda del cráneo.***

La bóveda del cráneo se divide en segmentos por suturas que son lo suficientemente anchas como para resultar palpables al nacer.<sup>(13)</sup> Es decir, está constituida por piezas óseas rudimentarias maleables, unidas por tejido conectivo fibroso representado por las suturas y fontanelas, que permiten el crecimiento posterior de los huesos del cráneo.<sup>(11)</sup> Se originan directamente por formación de hueso intramembranoso, sin la intervención de precursores cartilaginosos. Al nacer, los huesos planos del cráneo están bastante separados por un tejido conjuntivo intermedio laxo. Las fontanelas, permiten que el cráneo se deforme momentáneamente en el momento del parto.<sup>(13)</sup>

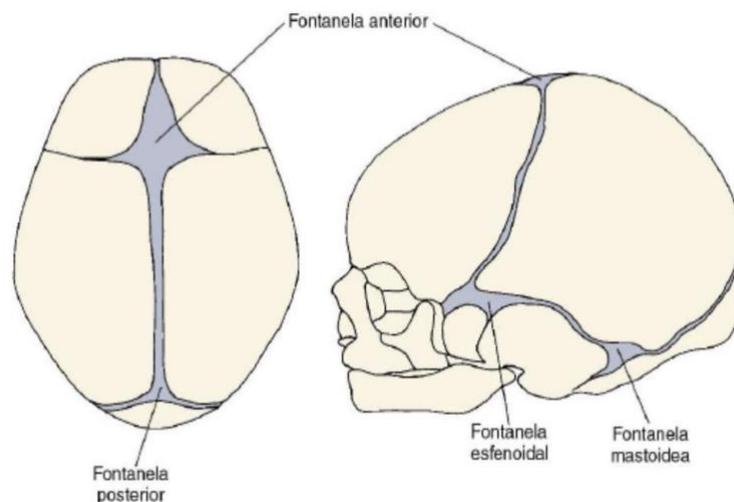


Figura 27. Fontanelas del cráneo de un recién nacido (azul)<sup>(3)</sup>

### **Base del cráneo.**

El crecimiento de la base del cráneo se debe fundamentalmente a la osificación endocondral con hueso reemplazando al cartílago en las sincondrosis. La base del cráneo en el recién nacido la podemos dividir en tres partes, separadas entre sí por tres sincondrosis esfenoetmoidal, interesfenoidal y esfenooccipital.<sup>(13)</sup>

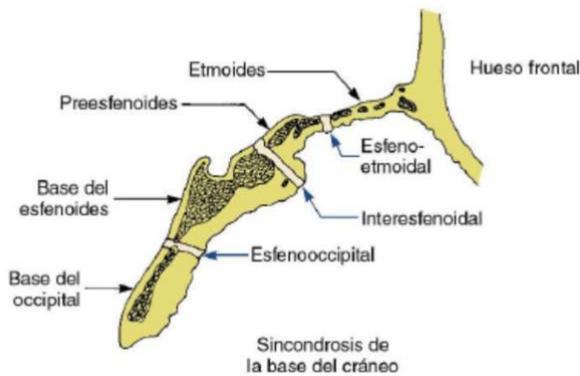


Figura 28. Representación esquemática de las sincondrosis de la base del cráneo que muestra la localización de estos importantes puntos de crecimiento.<sup>(3)</sup>

### **Maxilar (Complejo Nasomaxilar).**

El crecimiento del maxilar superior es fundamentalmente intramembranoso, si bien el cartílago nasal será una parte importante en el crecimiento hacia abajo y adelante del complejo nasomaxilar.<sup>(3)</sup>

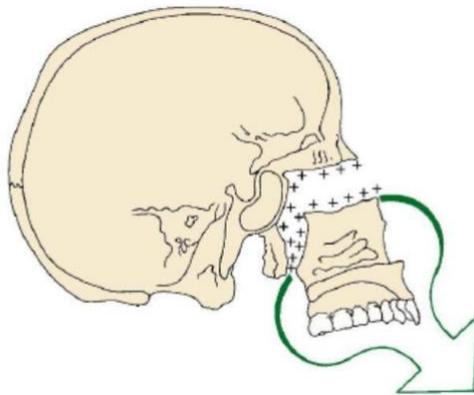


Figura 29. Dirección del crecimiento nasomaxilar<sup>(3)</sup>

Dado que no se produce sustitución de cartílago, el crecimiento se produce de dos formas 1) por aposición de hueso en las suturas que conectan el maxilar con el cráneo y su base, y 2) por remodelación superficial. Sin embargo, en contraste con la bóveda craneal, los cambios superficiales que se observan en el maxilar son bastante llamativos y tan importantes como los que se producen en las suturas. <sup>(3)</sup>

### ***Mandíbula.***

El crecimiento de la mandíbula es endocondral y la perióstica, y el desplazamiento creado por el crecimiento de la base del cráneo que mueve la ATM desempeña un papel mínimo (con raras excepciones), El cartílago recubre la superficie del cóndilo mandibular de la ATM. Aunque este cartílago no es como el de las placas epifisarias o las sincondrosis, también se producen en él procesos de hiperplasia, hipertrofia y sustitución endocondral. El patrón general de crecimiento de la mandíbula se puede representar de dos formas: A. Crecimiento de la mandíbula , visto desde la perspectiva de una base craneal estable el mentón se desplaza hacia abajo y hacia delante. B. Crecimiento mandibular, visto desde la perspectiva de los estudios de tinción vital que revela la existencia de cambios mínimos en el cuerpo y en la zona del mentón, así como un crecimiento y remodelación excepcionales en la rama mandibular, que la desplazan posteriormente. <sup>(3)</sup>

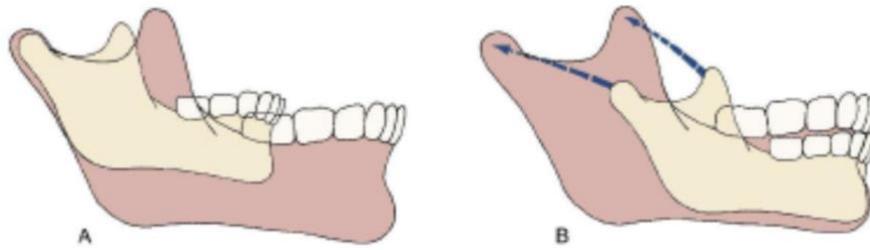


Figura 30. Crecimiento de la mandíbula. A) el mentón se desplaza hacia abajo y hacia adelante. B) crecimiento de la rama mandibular que la desplazan posteriormente. <sup>(3)</sup>

## 4. ANATOMÍA ÓSEA

Los huesos del esqueleto axial funcionan como parte del proceso homeostático, como protector de los órganos vitales como el encéfalo y la médula espinal, como almacén y proveedor de calcio al cuerpo, y dan soporte al complejo craneofacial.<sup>(15)</sup>

Los huesos del cráneo están divididos en dos partes: por los huesos craneales y los huesos faciales. Ambas secciones se forman por diferentes formas y tamaños de huesos.<sup>(14)</sup>

### 4.1 Huesos del cráneo.

El cráneo está constituido por una bóveda y una base craneal que está formado por diversos huesos que están separados por suturas y que junto con los huesos de la cara nos dan equilibrio y simetría estética.

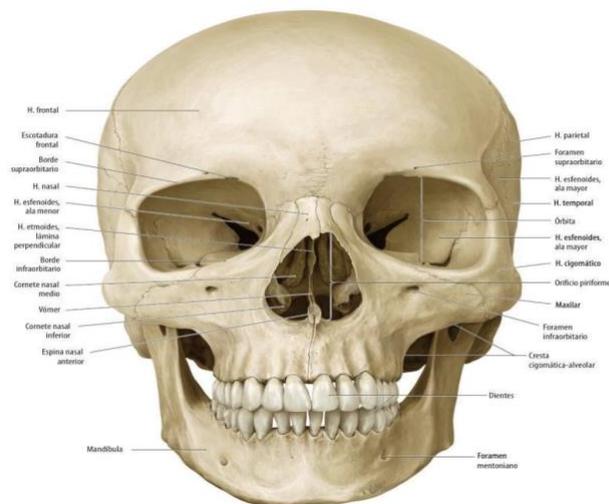


Figura 31. Vista frontal del cráneo.<sup>(16)</sup>

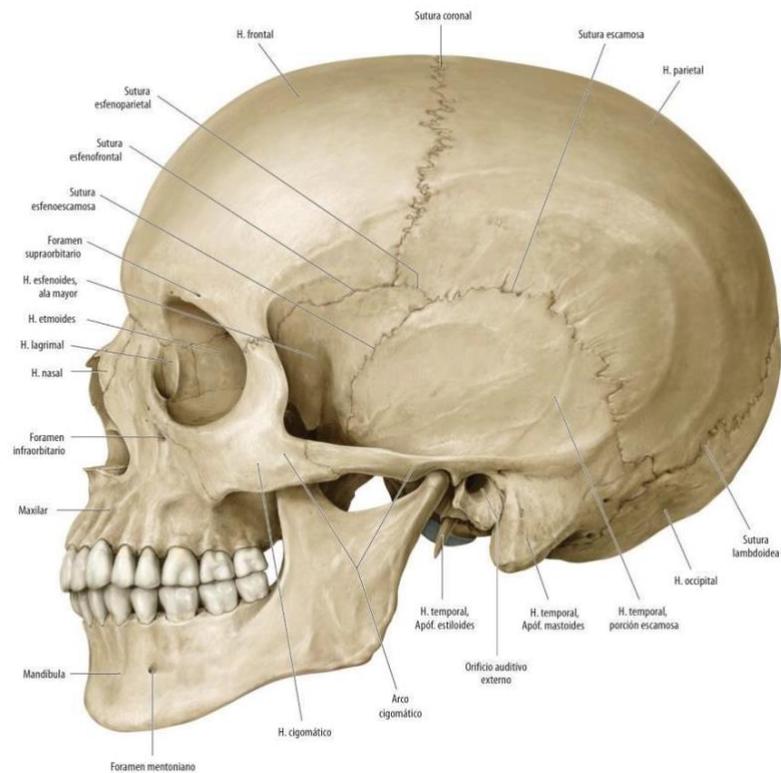


Figura 32. Vista lateral del cráneo<sup>(16)</sup>

**Hueso frontal.**

El hueso frontal conforma la frente (la cara anterior del cráneo), los pisos de las órbitas (cavidades oculares) y la mayor parte de la cara anterior del piso craneal.<sup>(15)</sup>

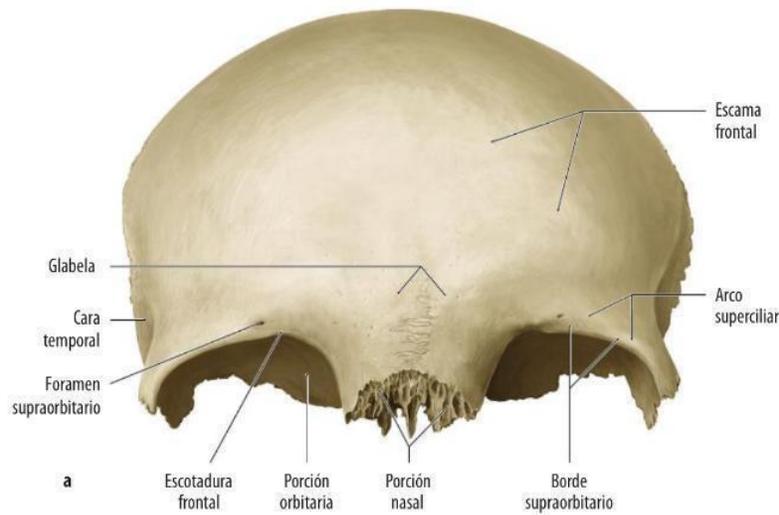


Figura 33. Hueso frontal<sup>(16)</sup>.

Inmediatamente después del nacimiento los lados derecho e izquierdo del hueso frontal se unen por la sutura metódica, la cual por lo general desaparece entre los seis y los ocho años.<sup>(15)</sup>

En el borde superior de las órbitas, es más grueso, y forma el borde supraorbitario. Desde este borde, el hueso frontal se extiende posteriormente para formar el techo de la órbita, que es parte del piso de la cavidad craneana. Dentro del borde supraorbitario, hacia el lado medial de su punto medio, hay un orificio llamado foramen supraorbitario. A veces, el foramen está incompleto y se llama escotadura supraorbitaria. Los senos frontales se encuentran abajo de la escama frontal.<sup>(15)</sup>

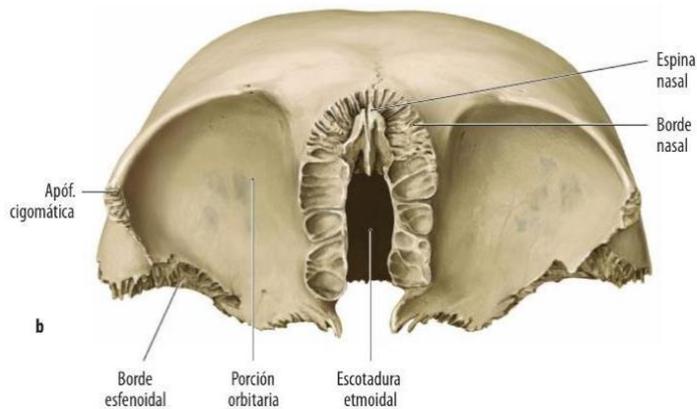


Figura 34. Hueso frontal visión anterior (cara externa)<sup>(16)</sup>

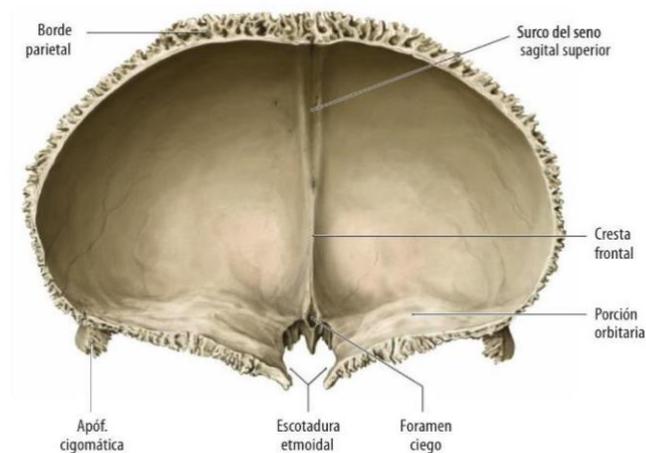


Figura 35. Hueso frontal visión posterior ( cara interna) <sup>(16)</sup>

**Huesos parietales.**

Los huesos parietales (pariet=pared) forman la mayor parte de los lados de la cavidad craneal. Las superficies internas de los huesos parietales contienen muchas protrusiones y depresiones que acomodan los vasos sanguíneos que alimentan la materia dura, la membrana de tejido conectivo superficial (meninges) que cubre el encéfalo.<sup>(15)</sup>

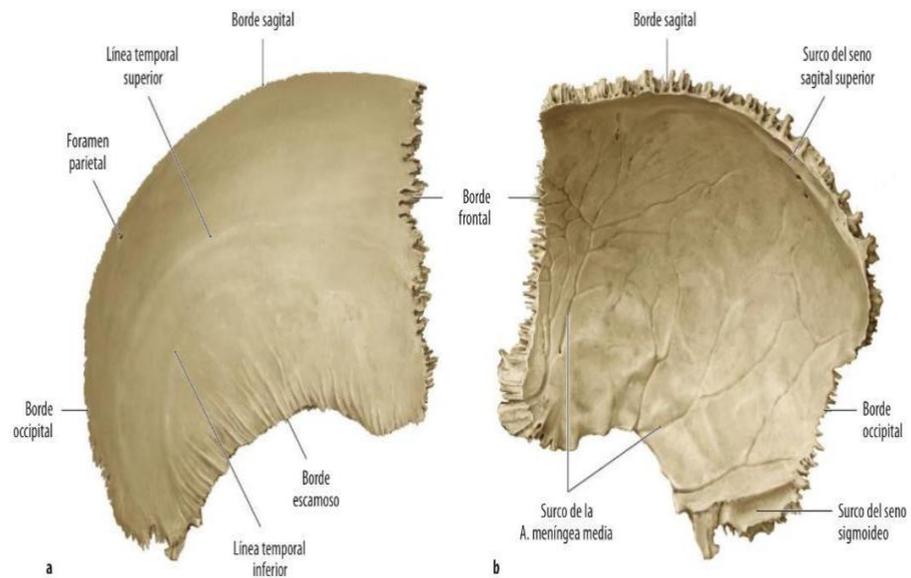


Figura 36. Huesos parietales. A) Parietal derecho cara externa. B) Parietal derecho cara interna<sup>(16)</sup>

### ***Huesos temporales.***

El par de huesos temporales (tempor=templo) forman las caras laterales inferiores del cráneo y parte del piso craneal.<sup>(15)</sup>

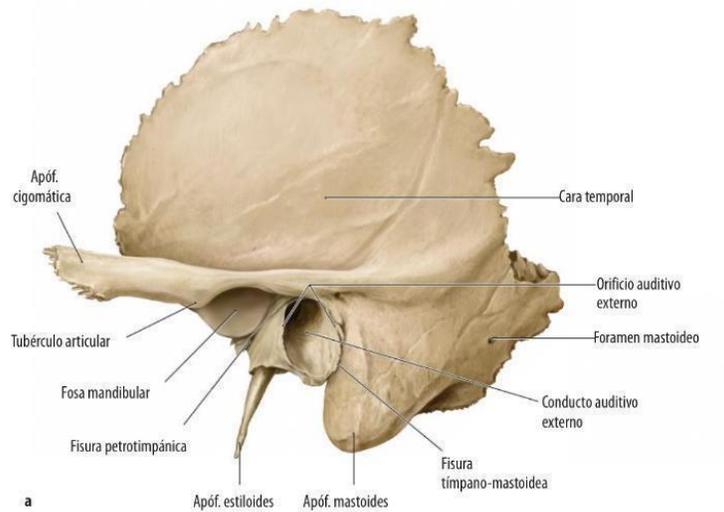


Figura 37. Hueso temporal visión lateral <sup>(16)</sup>

En la parte interior de los huesos temporales hay protrusiones y depresiones que conforman la parte anterior y superior de la sien (zona de cráneo alrededor del oído). Desde la parte inferior de la escama temporal se proyecta la apófisis cigomática, que se articula con la apófisis temporal del hueso cigomático. Juntas, la apófisis cigomática del hueso temporal y la apófisis temporal del hueso cigomático forman el arco cigomática. Una cavidad llamada fosa mandibular se encuentra en la superficie interior, posterior de la apófisis cigomática de cada hueso temporal. En la cara anterior de la fosa mandibular hay una prominencia redondeada, el tubérculo articular. La fosa mandibular y el tubérculo articular se conectan con la mandíbula (maxilar inferior) para formar la articulación temporomandibular (ATM).<sup>(15)</sup>

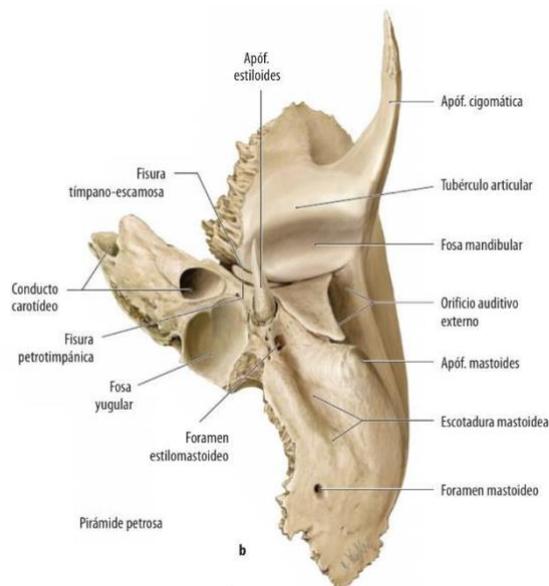


Figura 38. Hueso temporal visión caudal. Aplanado de la ATM.<sup>(16)</sup>

La porción mastoidea del hueso temporal se encuentra en el lado posterior e interior del meato auditivo externo (meatus = conducto), o conducto auditivo,

que dirige las ondas sonoras dentro del oído. En el adulto. Esta porción del hueso contiene varias celdillas de aire mastoidea que se comunican con el espacio vacío del oído medio. Estas pequeñas celdas llenas de aire están separadas del encéfalo por delgados tabiques óseos. <sup>(15)</sup>

La apófisis mastoidea es una proyección redondeada de la porción mastoidea del hueso temporal, posterior e inferior al conducto auditivo externo. Es el punto de inserción de varios músculos cervicales. El conducto auditivo interno es la abertura por donde pasan los nervios facial (VII) y vestibulococlear (VIII). La apófisis estiloides (estil = estaca o poste se proyecta hacia abajo desde la superficie inferior del hueso temporal y sirve como punto de inserción de músculos y ligamentos de la lengua y el cuello. <sup>(15)</sup>

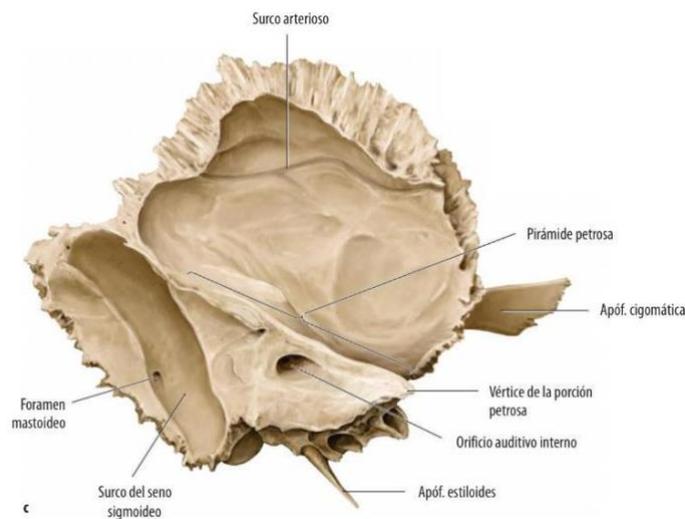


Figura 39. Visión medial del hueso temporal orificio auditivo interno. <sup>(16)</sup>

### ***Hueso occipital.***

El hueso occipital (occipit= atrás de la cabeza) forma la región posterior y la mayor parte de la base del cráneo. <sup>(15)</sup>



Figura 40. Hueso occipital en la base del cráneo.<sup>(16)</sup>

El foramen magno está ubicado en el inferior del hueso. El bulbo raquídeo (porción inferior del encéfalo está conectado con la médula espinal dentro de este orificio. Y las arterias vertebrales y espinales también tienen su trayectoria por este foramen, así como el nervio accesorio (XI). Los cóndilos occipitales, apófisis ovals con superficies convexas a ambos lados del foramen magno, se articulan con depresiones de la primera vértebra cervical (atlas) para formar la articulación occipital, que permite "asentir con la cabeza".<sup>(15)</sup>

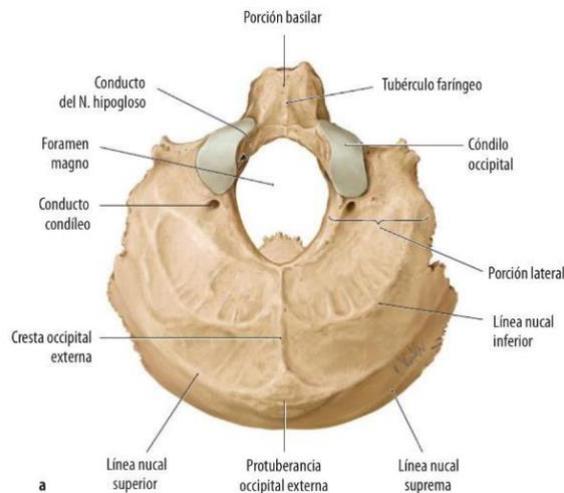


Figura 41. Hueso occipital visión caudal. <sup>(16)</sup>

### **Hueso esfenoides.**

El hueso esfenoides se ubica en medio de la base del cráneo (posterior y levemente superior al orificio nasal), este hueso es considerado como la piedra angular del piso del cráneo porque se articula con todos los huesos craneales y los sostiene a todos juntos. <sup>(15)</sup> La parte anterior del esfenoides se articula con los huesos frontal y etmoides, en la parte lateral se articula con los huesos temporales y en la parte posterior con el hueso occipital.

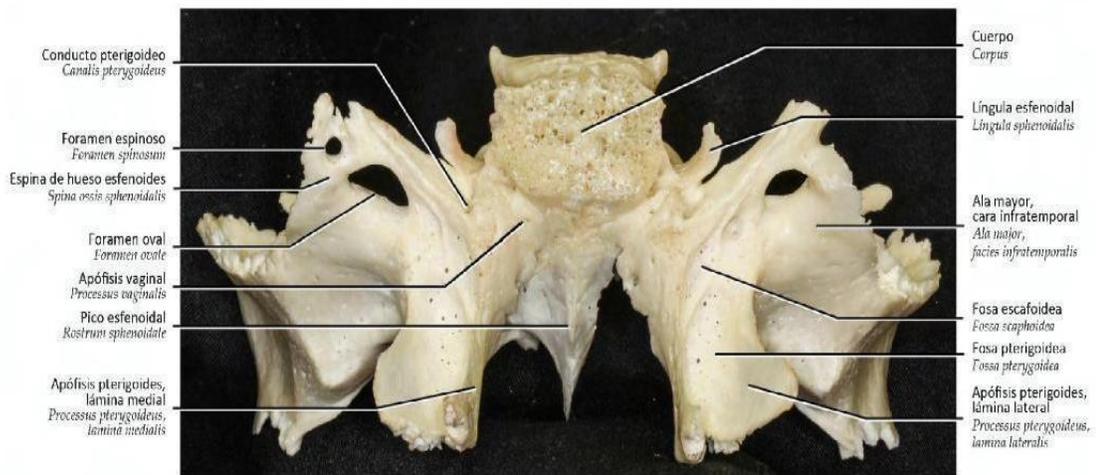


Figura 42. Hueso esfenoides vista superior <sup>(17)</sup>

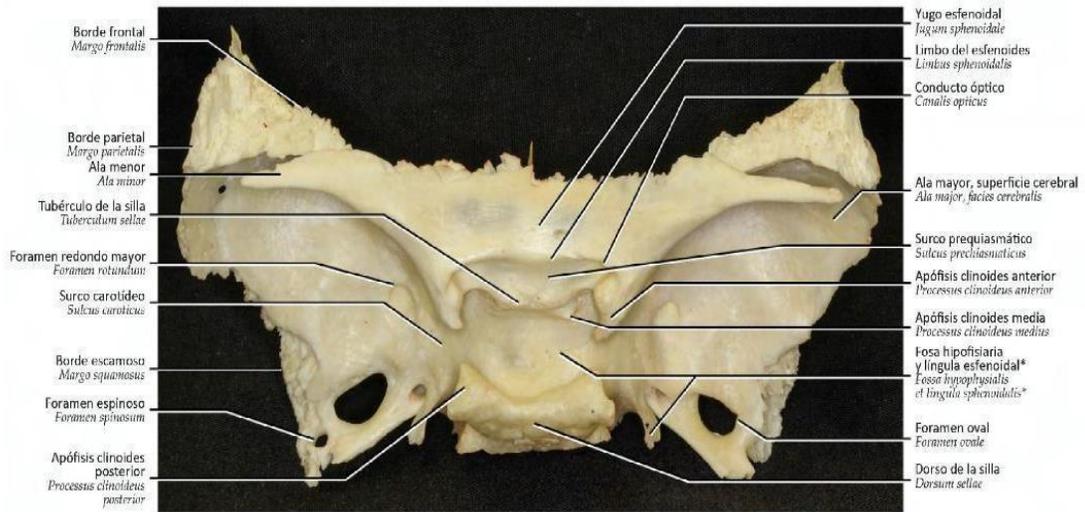


Figura 43. Hueso esfenoides vista inferior<sup>(17)</sup>

### **Hueso etmoides.**

El hueso etmoides es un hueso delicado localizado en la parte anterior del piso craneal, en el lado medial de las órbitas, y tiene una apariencia esponjosa. Está por delante del esfenoides y por detrás de los huesos nasales. El hueso etmoides forma parte de la porción anterior del piso craneal; de la pared medial de las órbitas; de la porción superior del tabique nasal, que separa la cavidad nasal en derecha e izquierda y de la mayor parte de las paredes laterales superiores de la cavidad nasal. El hueso es móvil, es una estructura importante de sostén superior de la cavidad nasal y forma una superficie extendida en la cavidad nasal.<sup>(15)</sup>

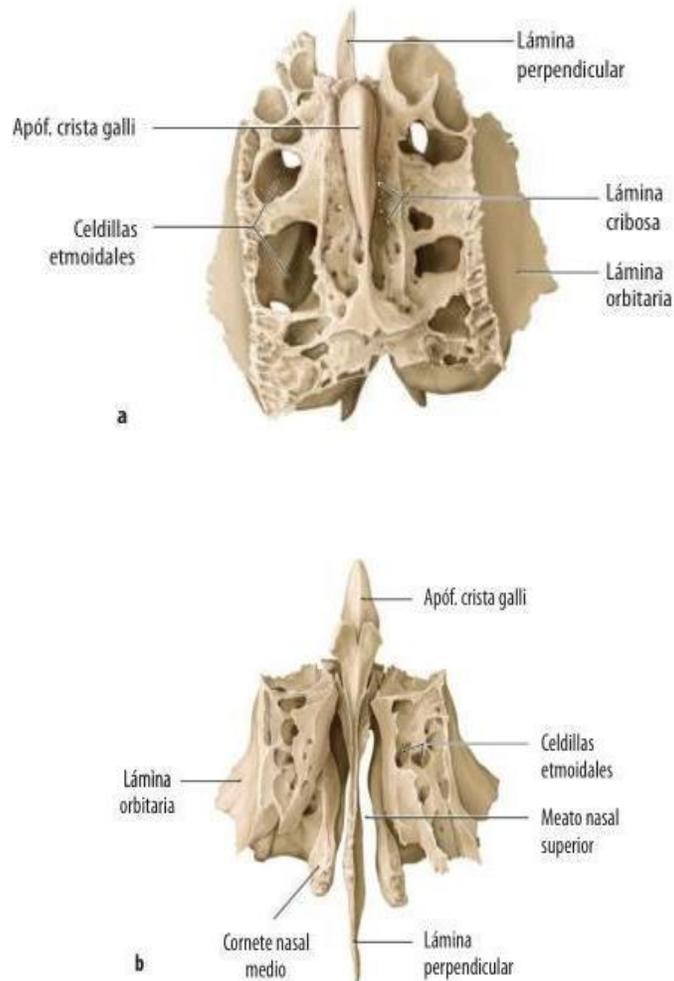


Figura 44. A) Etmoides visión craneal B) Etmoides visión frontal<sup>(16)</sup>

## 4.2 Huesos de la cara.

### ***Huesos nasales.***

Los huesos nasales son pequeños, planos, de forma rectangular, y forman el puente de la nariz. Estos huesos pequeños resguardan la entrada superior a la cavidad nasal y son punto de inserción para un par de músculos

delgados de la expresión facial. La estructura principal de la nariz consiste en cartílago.<sup>(15)</sup>

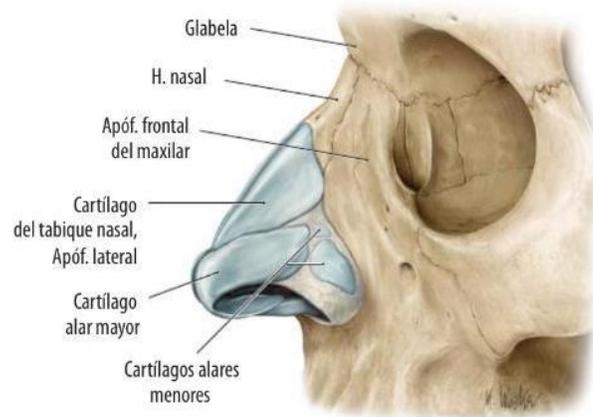


Figura 45. esqueleto externo de la nariz <sup>(16)</sup>

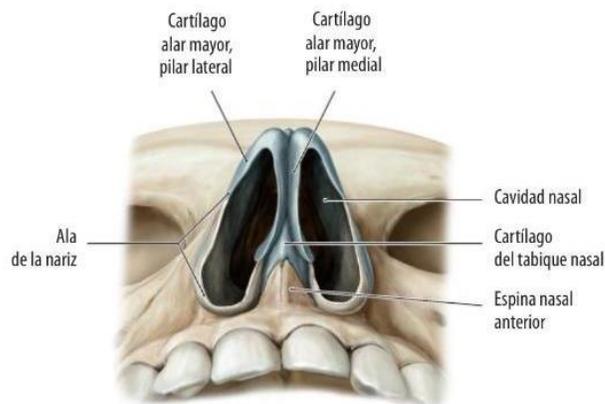


Figura 46. Cartílago nasal <sup>(16)</sup>

### ***Huesos lagrimales.***

El par de huesos lagrimales (lacrim= lágrimas) son delgados y se parecen a una uña en tamaño y forma. Estos huesos, son los más pequeños de la cara, son posteriores y laterales a los huesos nasales y forman una parte de la

pared medial de cada órbita. Cada uno de los huesos lagrimales contiene una fosa lagrimal, un túnel vertical formado con el maxilar, que contiene el saco lagrimal, una estructura que alberga lágrimas y las pasa a la cavidad nasal.<sup>(15)</sup>

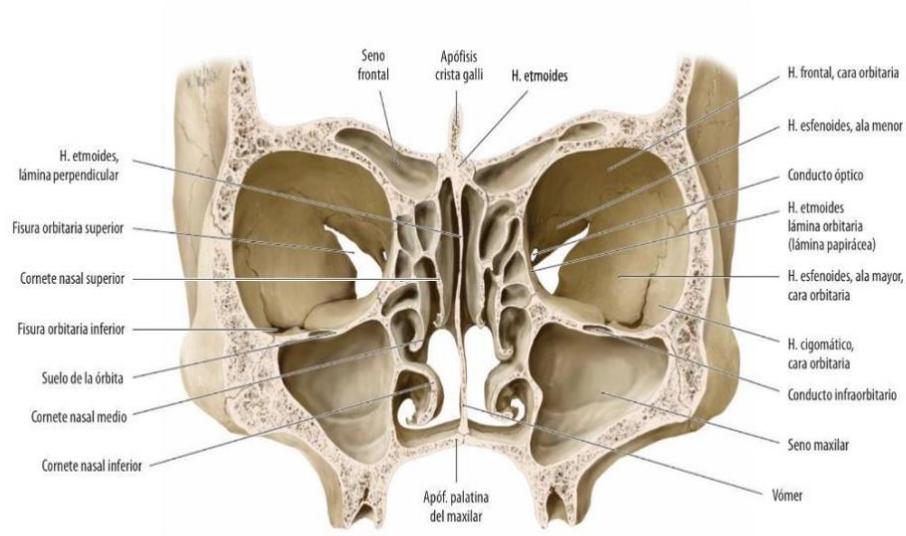


Figura 47. Orbitas y estructuras vecinas<sup>(16)</sup>

### ***Huesos palatinos.***

Los dos huesos palatinos con forma de L forman la porción posterior del paladar duro, parte del piso y paredes laterales de la cavidad nasal. Y una pequeña parte del piso de las órbitas. La porción posterior del paladar duro está formada por las láminas horizontales de los huesos palatinos.<sup>(15)</sup>

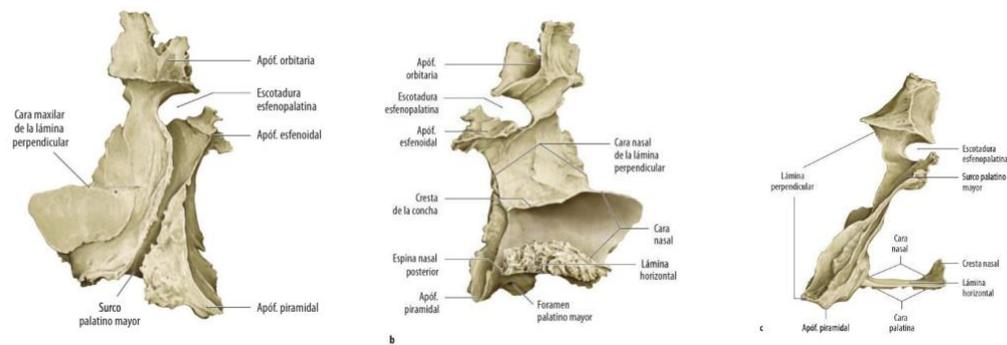


Figura 49. Huesos palatinas visión lateral, medial y dorsal (16)

### ***Cornetes nasales.***

Los dos cornetes (conchas) nasales inferiores que se encuentran por debajo de los cornetes nasales medios son huesos individuales, no forman parte del hueso etmoides. Estos huesos cilíndricos forman parte de la pared lateral interior de la cavidad nasal y se extienden dentro de la cavidad nasal. Los tres pares de cornetes nasales superior, medio e inferior) aumentan la superficie de la cavidad nasal y ayudan a rotar y filtrar el aire antes de que pase a los pulmones. Sin embargo, solo los cornetes nasales superiores del etmoides están involucrados en el sentido del olfato.<sup>(15)</sup>

### ***Vómer.***

El vómer (vomer = reja de arado) es un hueso de apariencia triangular sobre el piso de la cavidad nasal que se articula por arriba con la lámina perpendicular del hueso etmoides y el esfenoides, y por abajo con los huesos maxilares y palatinos a lo largo de la línea media. Conformar la porción inferior del tabique nasal óseo, la división que separa la cavidad en derecha e izquierda.<sup>(15)</sup>

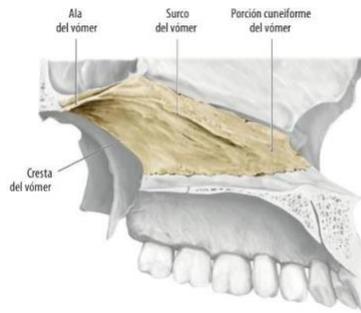


Figura 50. Vómer visión lateral derecha.<sup>(16)</sup>

### **Maxilares.**

El par de maxilares al unirse forman el maxilar superior. Están relacionados con cada hueso de la cara exceptuando a la mandíbula. Los maxilares son parte de los pisos de las órbitas, de las paredes laterales y el piso de la cavidad nasal, y la mayor parte del paladar duro está formado por las apófisis palatinas de los maxilares y las láminas horizontales de los huesos palatinos.<sup>(15)</sup>

Cada maxilar contiene un seno maxilar grande que desemboca en la cavidad nasal. La apófisis alveolar (alveol = cavidad pequeña) del maxilar es un arco rugoso que contiene los alvéolos (cavidades para los dientes maxilares superiores) La apófisis palatina es una proyección horizontal del maxilar que forma los tres cuartos anteriores del paladar duro. La unión y la fusión de los huesos maxilares normalmente se completa antes del nacimiento. Si la fusión no sucede este trastorno se conoce como paladar hendido.<sup>(15)</sup>

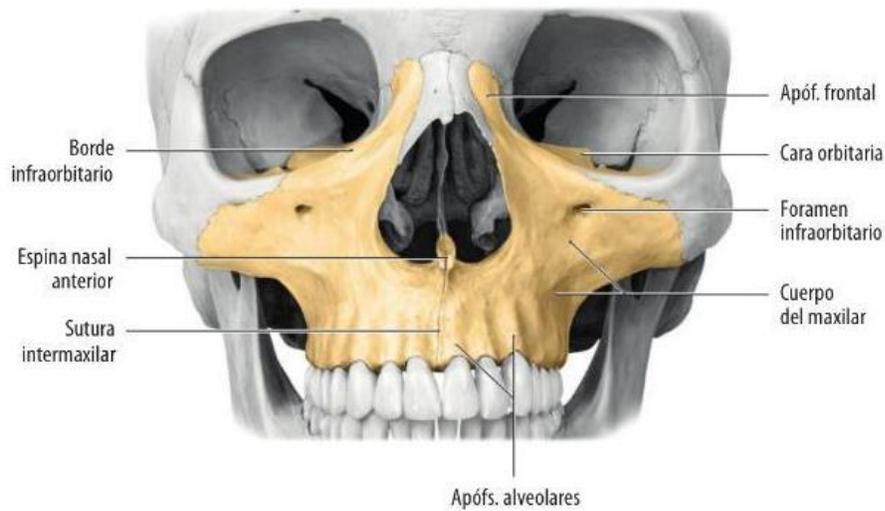


Figura 48. Huesos maxilares visión frontal.<sup>(16)</sup>

El foramen infraorbitario (infra- = debajo; -orbital = órbita; un orificio en el maxilar por debajo de la órbita, permite el paso de los vasos sanguíneos y el nervio infraorbitario, un ramo de la división maxilar del nervio trigémino (V). Otro foramen prominente en el maxilar es el foramen incisivo que está justo detrás del diente incisivo. Transporta ramas de los vasos sanguíneos del palatino mayor y ramos del nervio nasopalatino. Una última estructura asociada con el maxilar y el hueso esfenoides es la fisura orbital inferior ubicada entre el ala mayor del esfenoides y el maxilar.<sup>(15)</sup>

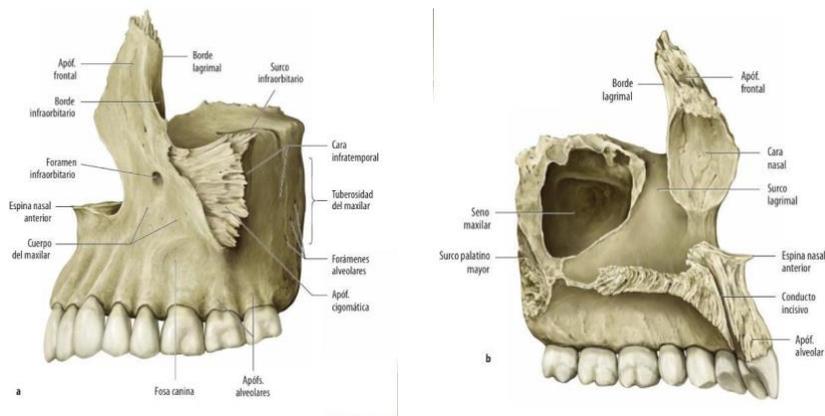


Figura 51. A) Maxilar visión lateral B) visión medial, seno maxilar abierto (16)

## Huesos cigomáticos.

Los dos huesos cigomáticos (cigo- = yugo) comúnmente llamados pómulos, forman las prominencias de los pómulos y parte de la pared lateral y el piso de cada órbita. Se articulan con los huesos frontal, maxilar, esfenoides y temporal.<sup>(15)</sup>

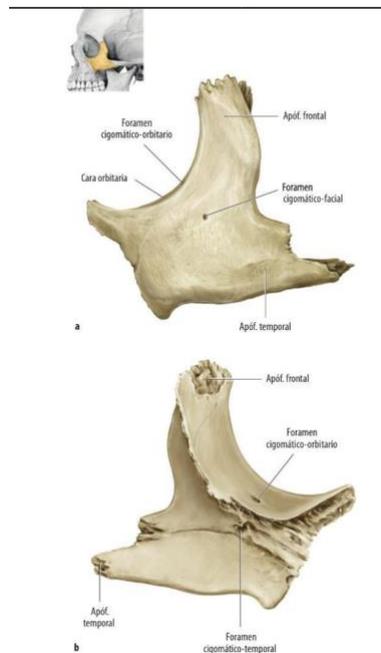


Figura 52. Hueso cigomático visión lateral y visión medial. <sup>(16)</sup>

La apófisis temporal del hueso cigomático se proyecta hacia atrás y se articula con la apófisis cigomática del hueso temporal para formar el arco cigomático. <sup>(15)</sup>

## **Mandíbula.**

La mandíbula (mand-= morder) o maxilar inferior es el hueso facial más grande y fuerte. Es el único hueso craneal móvil (aparte de los huesecillos del oído). En la vista lateral, se puede observar que la mandíbula consiste en una porción horizontal curva, el cuerpo y dos porciones perpendiculares, las

ramas. El ángulo de la mandíbula es el área donde cada rama llega al cuerpo. Cada rama tiene una apófisis condílea posterior que se articula con la fosa mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal para formar la articulación temporo-mandibular (ATM), y una apófisis coronoides anterior donde se inserta el músculo temporal. La depresión entre las apófisis coronoides y condílea se llama escotadura mandibular. La apófisis alveolar es un arco rugoso que contiene los alvéolos (cavidades) para los dientes de la mandíbula inferior.<sup>(15)</sup>

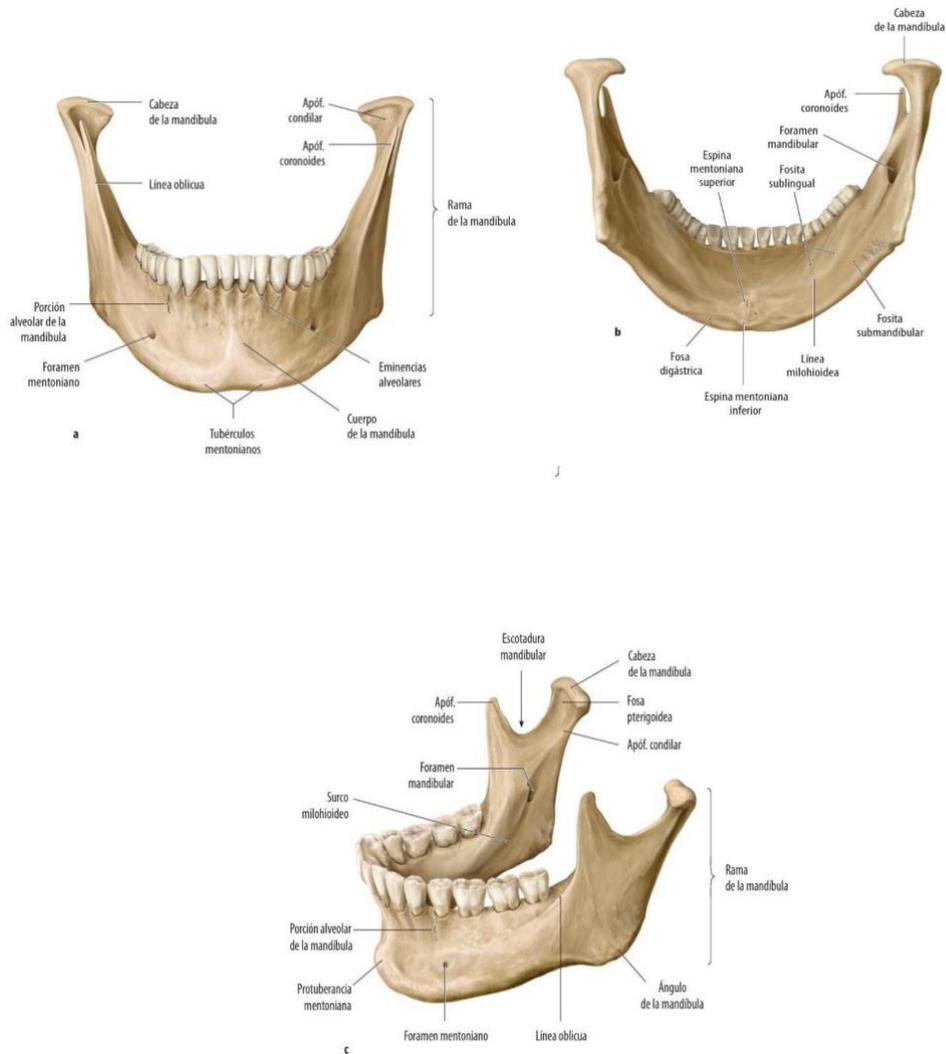


Figura 53. Mandíbula A) visión frontal B) visión dorsal. C) visión dorsal oblicua.<sup>(16)</sup>

### **4.3. Huesos de la columna vertebral.**

La columna vertebral, conforma cerca de dos quintos de la estatura total y está compuesta por una serie de huesos denominados vértebras. El tronco del cuerpo está compuesto por la columna vertebral, el esternón y las costillas. La columna vertebral consiste en huesos y tejido conectivo; la médula espinal, a la cual rodea y protege, consiste en nervios y tejidos conectivos a 71 cm, aproximadamente, en el varón adulto promedio y 61 cm, aproximadamente, en la mujer adulta promedio, la columna vertebral se asemeja a una vara fuerte y flexible con elementos que permiten la movilidad hacia adelante, hacia atrás, hacia los lados y rotar. Otra de sus funciones es de contener y proteger la médula espinal, sostiene al cráneo y sirve como punto de conexión para las costillas, la cintura pélvica, músculos de la espalda y los miembros superiores.

El número total de vértebras durante el desarrollo inicial es 33. A medida que aumenta el crecimiento del niño, varias vértebras en las áreas del sacro y el coxis se fusionan. En consecuencia, la columna vertebral del adulto normalmente tiene 26 vértebras. Estas se distribuyen de la siguiente manera:

- 7 vértebras cervicales (cervic= cuello) en la región del cuello.
- 12 vertebras torácicas (tórax = torso) posteriores a la caja torácica,
- 5 vértebras lumbares (lumb= lomo) que sostienen la columna dorsal
- 1 sacro (hueso sacro), que consiste en 5 vértebras sacras fusionadas
- 1 coxis, que generalmente consiste en 4 vértebras coccígeas fusionadas.<sup>(15)</sup>

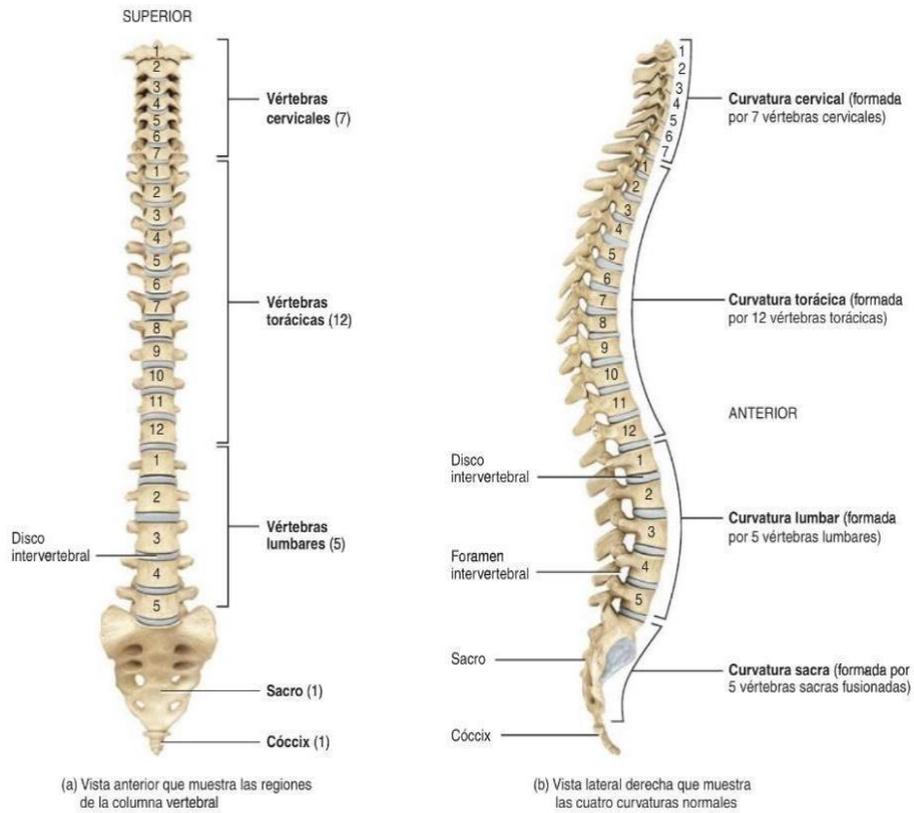


Figura 54. Columna vertebral vista anterior y vista lateral derecha. <sup>(15)</sup>

### ***Discos intervertebrales.***

Los discos intervertebrales (Inter=entre) se encuentran entre los cuerpos de las vértebras adyacentes, desde la segunda vértebra cervical hasta el sacro. Los discos están constituidos por fibrocartilago llamado anillo fibroso y una sustancia denominada núcleo pulposo. <sup>(15)</sup>

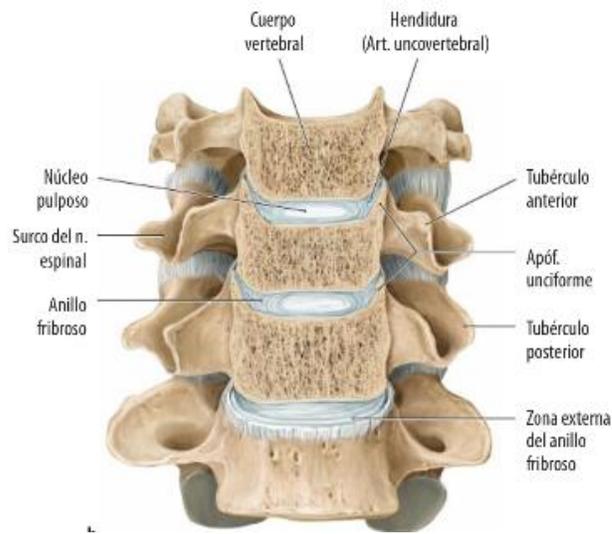


Figura 55. Vértebras cervicales.<sup>(16)</sup>

**Partes de las vértebras.**

Básicamente las vértebras consisten en un cuerpo vertebral, un arco vertebral y varias apófisis.

Cuerpo vertebral: es la porción anterior de la vértebra en forma discoidal la cual tiene como función soportar el peso. <sup>(15)</sup>

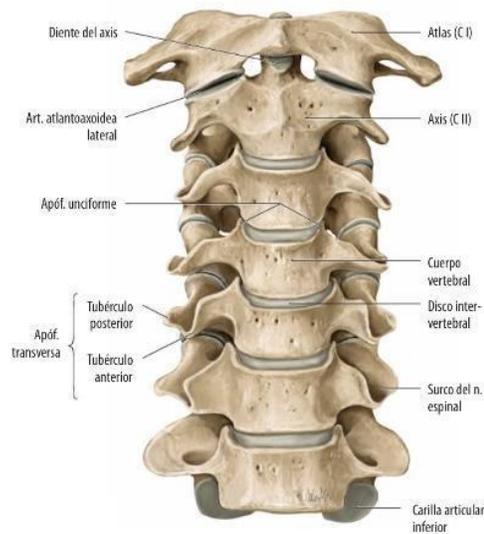


Figura 56. Articulación uncovertebrales en un adulto joven.<sup>(16)</sup>

Arco vertebral: está confrontado por los pedículos, que se proyectan hacia atrás hacia el cuerpo vertebral que se unen con las minas finas para formar el arco vertebral. <sup>(15)</sup>

Juntos el cuerpo vertebral y el arco vertebral cubren la médula espinal y forman el foramen vertebral (contenedor de la médula espinal, tejido adiposo, tejido conectivo y los vasos sanguíneos), el cual forma el conducto espinal. Cada pedículo contiene orificios superiores e inferiores llamadas escotaduras vertebrales, al momento de que estas escotaduras se apilan una por encima de otra forma un foramen que permite el paso al nervio espinal el cual transporta información hacia la médula y desde ella. <sup>(15)</sup>

Apófisis: hay siete apófisis que se proyectan desde el arco vertebral: la apófisis transversa que se difunden adyacentemente a cada lado del pedículo y la lámina, la apófisis espinosa individual se proyecta posteriormente desde la unión de las láminas. Las otras cuatro apófisis forman articulaciones con otras dos vértebras superiores o inferiores. <sup>(15)</sup>

### ***Vértebras cervicales.***

Las vértebras cervicales (C1-C7) son los segundos cuerpos cervicales más pequeños después de las vértebras que forman el coxis. Las vértebras cervicales están formadas por tres forámenes : uno vertebral que son lo más grandes de la columna porque contienen el ensanchamiento de la médula espinal y dos más transversales en los cuales atraviesa la arteria vertebral y las fibras nerviosas y la vena que la acompaña. <sup>(15)</sup>

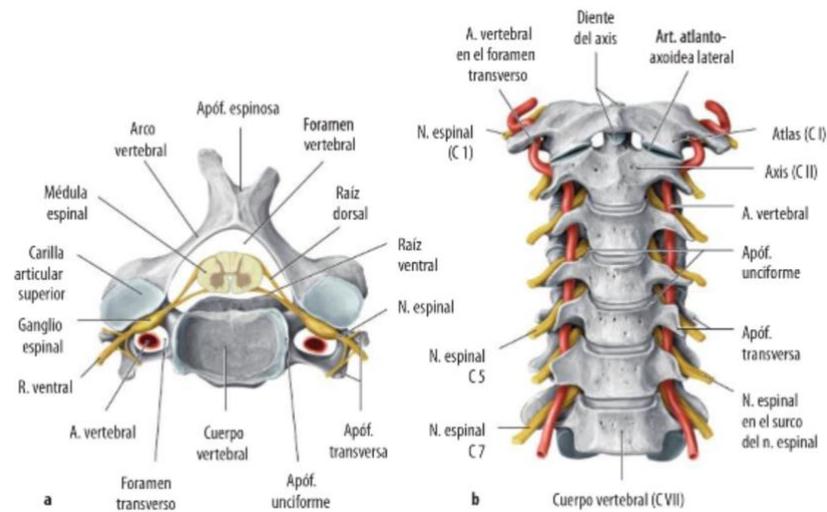


Figura 57. A) Cuarta vértebra cervical con la médula espinal B) Columna vertebral cervical con la arteria vertebral. <sup>(16)</sup>

### ***Vértebras torácicas.***

Las vértebras torácicas son más grandes y fuertes que las vértebras cervicales. Las apófisis espinosas T1-T2 son largas, adyacentemente planas y se proyectan hacia abajo. Por el contrario, las apófisis espinosas de T11 y T12 son más cortas, más anchas y se proyectan hacia atrás. <sup>(15)</sup>

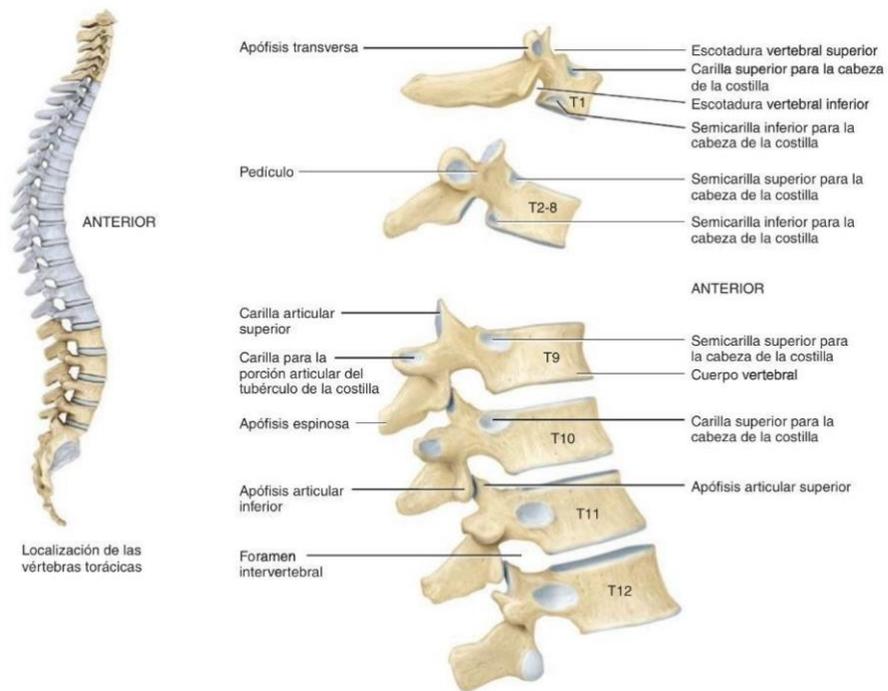


Figura 58. Vértebras torácicas articuladas, vista lateral derecha.<sup>(15)</sup>

### ***Vértebras lumbares.***

Las vértebras lumbares (L1-L5) son las más grandes y más fuertes de los huesos no fusionados de la columna vertebral. Sus diversas proyecciones son cortas y gruesas.<sup>(15)</sup>

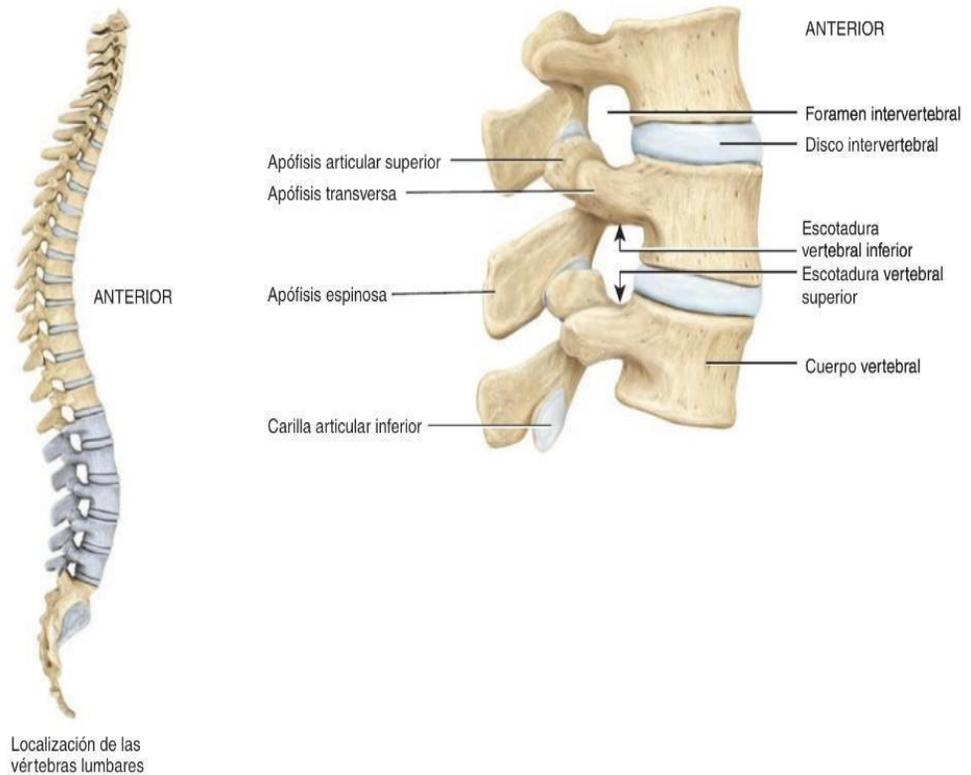


Figura 59. Vértebras lumbares vista lateral derecha.<sup>(15)</sup>

### ***Vértebras sacras y coccígeas.***

#### ***El sacro.***

El sacro es un hueso de forma triangular conformado por 5 vértebras sacras (S1-S5). Estas vértebras comienzan a unificarse entre los 16 y 18 años, finalizando alrededor de los 30 años. El sacro se encuentra situado en la parte posterior de la cavidad pélvica, en la zona media de los dos huesos de la cadera, el sacro es un sostén sólido para la cintura pélvica. En las mujeres el sacro femenino es más corto, más ancho y más curvo entre S2 y S3 que el sacro masculino.<sup>(15)</sup>

### **Coxis.**

Está constituido por cuatro vértebras que se unen a las vértebras sacra entre los 20 y 30 años. El coxis se articula en su cara superior con el ápice del sacro.<sup>(15)</sup>

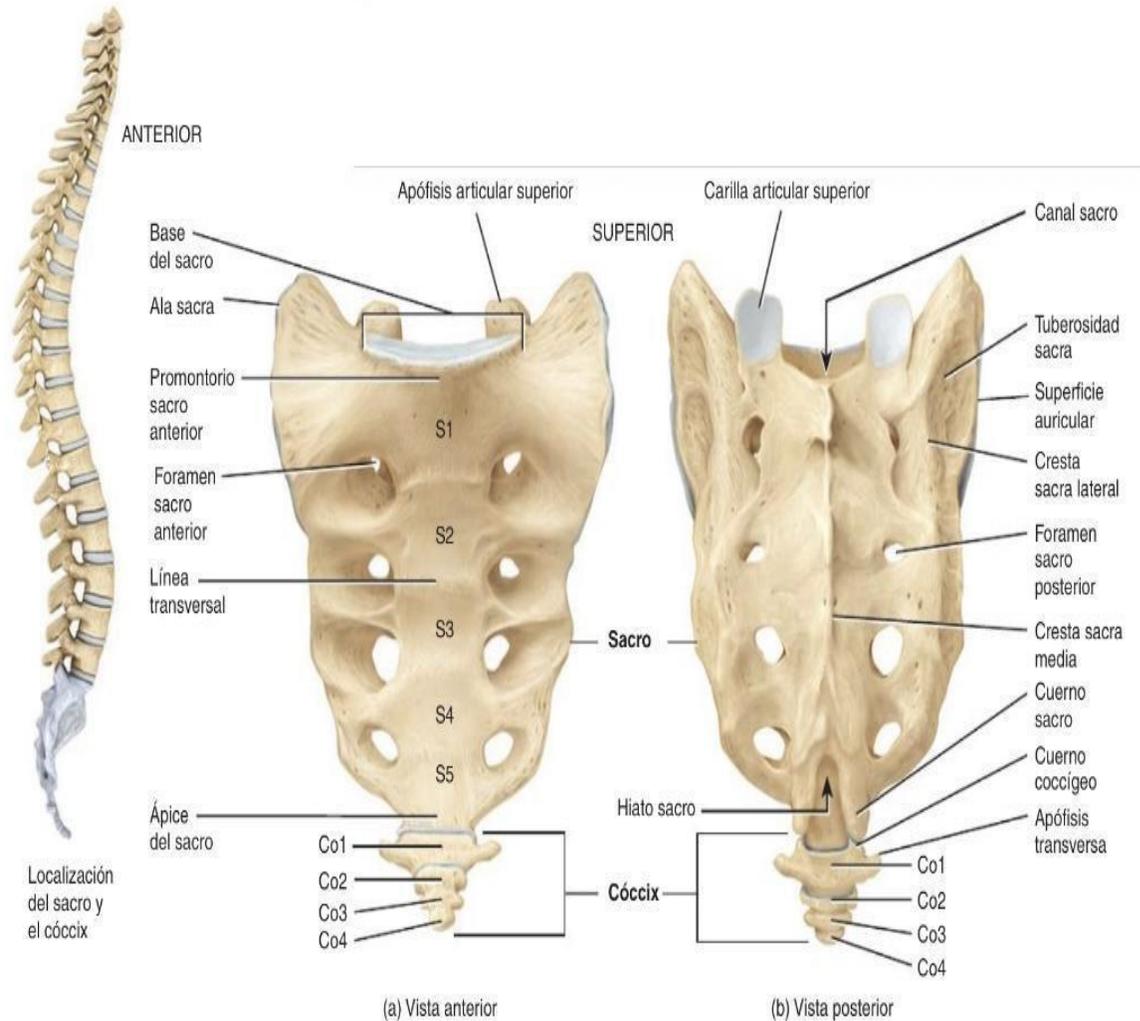


Figura 60. Hueso sacro vista anterior y vista posterior.<sup>(15)</sup>

## 5. ANÁLISIS DE LAS CLASIFICACIONES CORPORALES Y CRANEOFACIALES.

### 5.1. Somatotipo.

El somatotipo hace referencia a la forma o apariencia corporal de una persona, en base a unos criterios entre los que se encuentran las medidas o la adiposidad del cuerpo de esa persona. <sup>(18)</sup>

El término somatotipo fue introducido por William Sheldon en 1940, un psiquiatra interesado en los estudios de la relación entre el físico y el temperamento humano. Debido a la expresión biotipo, el somatotipo era definido como la cuantificación de las tres capas germinativas: ectodermo, mesodermo y endodermo. la clasificación de somatotipos es la siguiente:

- Ectomorfismo: representa la linealidad relativa o lo delgado que es un cuerpo, haciendo referencia a formas corporales alargadas.
- Mesomorfismo: se refiere a la robustez o proporción músculo-esquelética relativa.
- Endomorfismo: representa la adiposidad relativa, haciendo referencia a formas corporales redondeadas y anchas.<sup>(19)</sup>

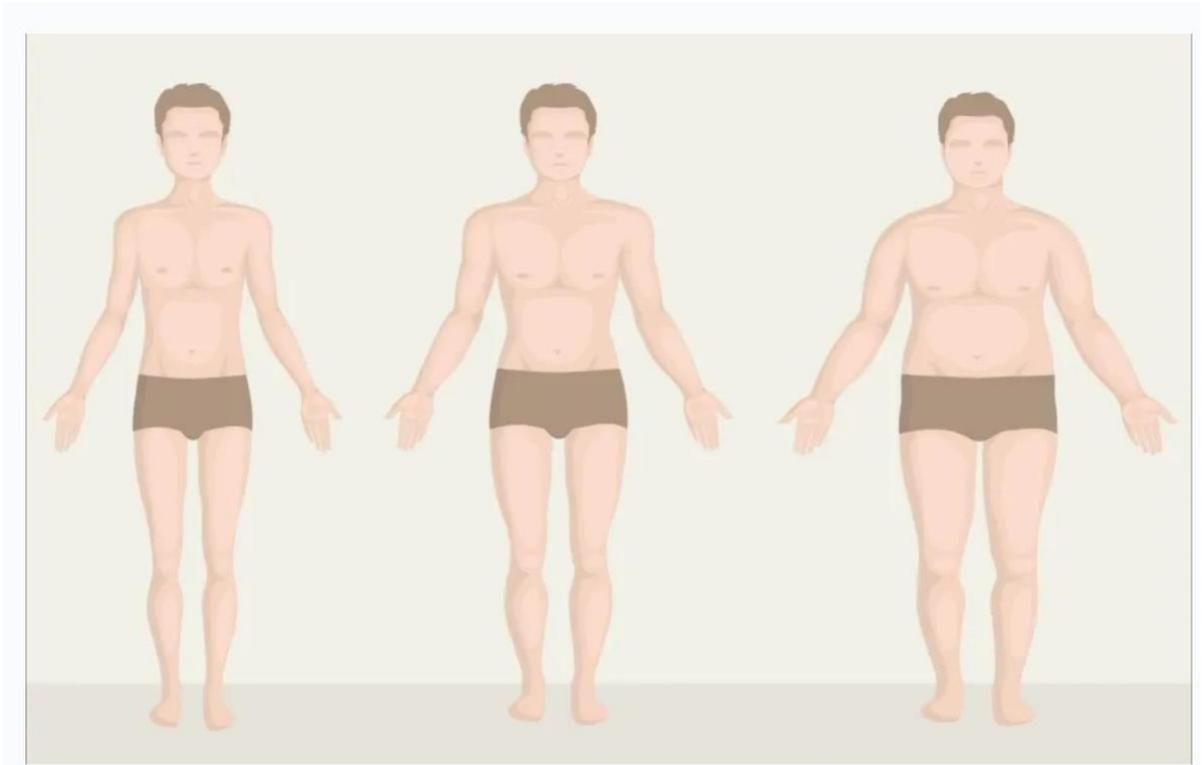


Figura 61. Somatotipos ectomorfo, mesomorfo y endomorfo<sup>(18)</sup>

***Características del somatotipo ectomorfo.***

El somatotipo ectomorfo es el propio de las personas de aspecto delgado y alargado. En ellos predominan las medidas longitudinales por encima de las medidas transversales, huesos finos y largos, músculos poco voluminosos, miembros relativamente largos, tronco estrecho y con un marcado aplanamiento de la columna lumbar y la zona abdominal.<sup>(18)</sup>

***Características del somatotipo endomorfo.***

El somatotipo endomorfo es aquel que presenta un aspecto más ancho, comparado con los dos somatotipos anteriores.<sup>(18)</sup>

El componente endomórfico viene determinado por formas corporales redondeadas, que indican cierta tendencia a la obesidad.<sup>(18)</sup>

El abdomen predomina frente al tórax, la espalda tiene un aspecto cuadrado y alto, el cuello suele ser corto y robusto. En general su densidad corporal es baja. Frecuentemente se muestra algo de flacidez muscular.<sup>(18)</sup>

### ***Características del somatotipo mesomorfo.***

El Somatotipo mesomorfo es el que se puede considerar intermedio, o más equilibrado de los tres.<sup>(18)</sup> Hace referencia a la adiposidad relativa, indicando la presencia de más o menos grasa.<sup>(18)</sup>

## **5.2. Índice craneal.**

El índice craneal es la medición de la cabeza humana. Es utilizado por ciencias como la ortodoncia, antropología, medicina forense, cirugía plástica.

El cráneo nos representa un interés directo en el estudio de la ortodoncia, ya que la determinación de su forma general es importante porque está relacionada con la forma de la cara.<sup>(7)</sup>

### **Clasificaciones craneales:**

El Índice Craneal es utilizado por los antropólogos como método para comparar el diámetro anteroposterior con el diámetro transversal máximo del cráneo, según las proporciones se distinguen los tipos braquicéfalo (cráneo más ancho que largo), tipo dolicocefalo (cráneo más largo que ancho) y tipo mesocéfalo o medio. Su importancia ortodóncica es que ha servido de base

para, extrapolando los términos, clasificar las caras en Euriprosopo, leptoprosopo y mesoprosopo.<sup>(19)</sup>

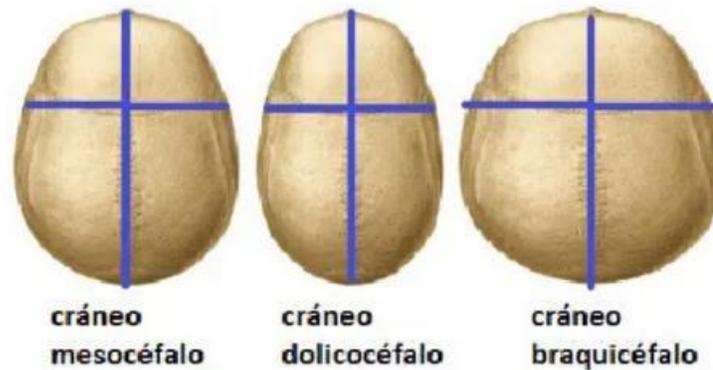


Figura. Índices craneales,<sup>(20)</sup>

En antropología física se emplea el índice craneal para medir la forma de la bóveda craneana; este índice es fácil de obtener con ayuda de un cronómetro o compás espesores; se multiplica por 100 el diámetro transverso máximo de la cabeza y se divide por el diámetro anteroposterior máximo. Es decir, muestra la relación entre la altura máxima de la cabeza y su longitud máxima multiplicada por 100 <sup>(7)</sup>

$$IC = \frac{\text{Diámetro transverso máximo} \times 100}{\text{Diámetro anteroposterior máximo}}$$

Mayoral clasificó los cráneos en tres formas principales, de acuerdo con los resultados del índice cefálico: Dolicocefalo, Mesocéfalo y Braquicéfalo.

**Tabla 8. Clasificación de Mayoral del índice craneal.**

Fenotipo cefálico	Índice cefálico
Dolicocefálico	≤ 70-74.9
Mesocefálico	

	75-79.9
<i>Braquicefálico</i>	≥ 80-84.9

Tabla 8 <sup>(7)</sup>

El individuo de cráneo alargado (dolicocefálico) tendrá también la cara correspondientemente estrecha y, por tanto, el espacio para la colocación de los dientes estará reducido y tendrá más facilidad para la formación de anomalías dentarias y de la oclusión que el individuo braquicefálico, de cráneo y maxilares anchos, que dispondrá de mayor espacio en sus arcos dentarios para la alineación correcta de todos los tejidos de los dientes. Sin embargo, esto no debe interpretarse como una regla sin excepciones, puesto que si el tamaño de los dientes está acorde de los maxilares, podrá haber espacio para la ubicación de los dientes, en casos de caras estrechas. <sup>(7)</sup>

Williams y colaboradores, de Sol, Martin y Saller; determinan la morfología craneal con la fórmula: índice cefálico = Ancho de la cabeza / Longitud máxima de la cabeza X 100. En donde los resultados se clasifican de la siguiente manera: dolicocefálico, braquicefálico, mesocefálico e hiperbraquicefálico.

**Tabla 9. Clasificaciones del índice craneal de Williams y cols.**

<b>Fenotipo cefálico</b>	<b>Índice cefálico</b>
<i>Dolicocefálico</i>	≤ 70-74.9
<i>Mesocefálico</i>	75-79.9
<i>Braquicefálico</i>	80-84.9
<i>Hiperbraquicefálico</i>	≥ 85-89.9

Tabla 9. <sup>(22)</sup>

## Como calcular el índice craneal.

La forma del cráneo se puede observar utilizando el índice cefálico.

El índice cefálico se calculó utilizando la ecuación dada por Martin y Saller.

Índice cefálico = Ancho máximo de la cabeza (eu-eu) / Longitud máxima de la cabeza (ga-op) X 100 <sup>(21)</sup>

## Puntos de medición antropométricas.

1. Longitud máxima de la cabeza: glabella: corresponde a la protuberancia frontal media y opistocranion: punto más posterior del hueso occipital en la línea media.
2. El diámetro transversal: euryon y euryon: corresponde al centro de la tuberosidad parietal <sup>(21)</sup>

Los índices cefálico y facial se miden con una regla Vernier o un compás de expansión. <sup>(21)</sup>



Figura. Medición de la longitud máxima de la cabeza con la ayuda de un calibrador desde la glabella hasta el opistocranio. <sup>(21)</sup>



Figura. Medicion del ancho maximo de la cabeza <sup>(21)</sup>

### 5.3 Índice facial.

El análisis de la cara es un elemento importante de la exploración diagnóstica en ortodoncia, debido a uno de sus objetivos es mejorar la estética.<sup>(23)</sup> El clínico tiene la obligación de analizar minuciosamente el rostro del paciente para identificar asimetrías locales, para cuantificar el equilibrio facial.<sup>(24)</sup>

El índice facial es un método utilizado en el examen clínico extraoral que establece una relación porcentual entre la longitud vertical y transversal de la cara. Este índice se conoce como Índice Facial Total y fue diseñado por Kollman en 1882 con fines antropológicos.<sup>(22)</sup> Mayoral clasificó el índice facial en tres categorías: euriprosopo, mesoprosopo y leptoprosopo<sup>(7)</sup>

La anchura de la cara puede medirse por medio del índice facial morfológico que, a semejanza de la ecuación anterior, se obtiene multiplicando por 100 la distancia ofrion-gnation (ofrion: Punto donde se encuentra el plano que sigue

el borde superior de las cejas y el plano medio sagital; Gnation: el punto más inferior del contorno del mentón), y dividiéndola después por la distancia y bicigomática (Zy-Zy):

$$IC = \frac{\text{Distancia ofrion-gnation} \times 100}{\text{Distancia bicigomática}}^{(7)}$$

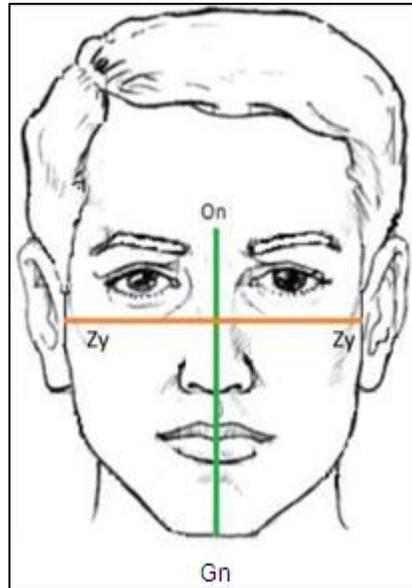


Figura 63. Distancia ofrion-gnation (on-gn) y distancia bicigomática (zy-zy) <sup>(23)</sup>

El índice facial se clasifica en: Leptoprosopo, Mesoprosopo y Euriprosopo. Según el valor de este índice se pueden distinguir los tipos faciales siguientes: por encima de 104, Leptoprosopo, de cara alargada, entre ciento 4: 97, Mesoprosopo , de cara intermedia y, por debajo de 97, Euriprosopo, de cara ancha que corresponde a los tipos craneales escritos anteriormente. <sup>(7)</sup>



Figura 64. Índice facial 1. Euriprosopo. 2. Leptoprosopo. 3. Mesoprosopo.<sup>(19)</sup>

El índice facial se mide con un compas de espesor, pantografo , regla de Vernier o un compás de expansión. <sup>(21)</sup>

**Puntos de medición del índice facial:**

1. Glabella: área plana elevada en el hueso frontal entre los arcos superciliares) – Gn: punto más anterior y posterior del mentón.
2. Distancia bicigomática Zy-Zy (zona posterosuperior de los cigomáticos).



Figura. Medición de la longitud facial morfológica-distancia de nasion a gnathion medida con una regla de vernier <sup>(21)</sup>



Figura. Medición del ancho facial (distancia entre puntos de referencia bicigomáticos) medido con un calibrador de extensión.<sup>(21)</sup>

#### **5.4 Análisis postural.**

La posturología es una especialidad médica que fundamentalmente se basa en aspectos diagnósticos para integrar a otras disciplinas terapéuticas, con el fin de que actúen de manera coordinada en aras de alcanzar el equilibrio corporal del ser humano en cada etapa de desarrollo de su vida, con el objetivo de conseguir una adecuada adaptación al medio que le rodea.

Integra por tanto a la pediatría, estomatología, odontopediatría, ortodoncia, medicina deportiva, traumatología, reumatología, otorrinolaringología, oftalmología, podología, logopedia, foniatría, kinesiología, fisioterapia y psicología.<sup>(25)</sup>

La posturología se basa en el concepto de "esquema corporal" que se define como la capacidad, finalmente inconsciente pero inicialmente aprendida mediante esfuerzos conscientes, que cada ser humano adquiere y emplea para realizar las funciones de subsistencia y de relación con el medio en que se desenvuelve.<sup>(25)</sup>

## **Desequilibrios posturales**

Clasificación de los desequilibrios posturales.

El equilibrio postural del cuerpo está condicionado por distintos factores, por su origen se divide en: ascendente, descendente y mixto.

Desequilibrio postural ascendente: es provocado por diferentes estructuras orgánicas o el receptor inferior el pie o rodillas, que provocan alteraciones en el sistema estomatognático, tales como maloclusiones o tensión en los músculos cervicales. Un mal apoyo podal nos da una rotación en rodillas, cadera y en la columna.

Desequilibrio postural descendente: Tiene su origen en la alteración de cualquiera de los receptores superiores, el ojo, el oído o el sistema estomatognático, provoca alteraciones en el resto del organismo (cadera, columna, pies y rodillas). Se da un proceso de adaptación de alguna de las alteraciones y compensar el cuerpo.

Desequilibrio postural mixto: es provocada por un origen ascendente y descendente. Es tratado por el odontólogo y el ortopedista.

El desequilibrio de la vista provoca alteración de la postura. Por lo que hay que revertir el origen del problema.<sup>(25)</sup>

## **5.5 Líneas de Barré.**

La evaluación clínica postural comienza trazando las líneas de Barré en los tres planos: anterior, posterior y lateral derecha e izquierda.

Para ello se realiza un examen de pie (líneas de Barré) en los tres planos, frontal, sagital y horizontal, para ver las rotaciones del cuerpo. Siempre debe realizarse en el estado natural es decir sin todas las prótesis: gafas, lentillas, plantillas, prótesis dentales, auditivas.<sup>(26)</sup>

Tipos de postura determinadas por las líneas de Barré referente a los puntos del oído interno, clavículas, rodillas y tobillos en el plano sagital:

1. Postura excelente: al trazar una línea sagital, los puntos del oído interno, clavículas, rodillas y tobillos coinciden.
2. Postura buena: sólo tres puntos coinciden.
3. Postura mala o pobre: sólo dos de los cuatro puntos coinciden.

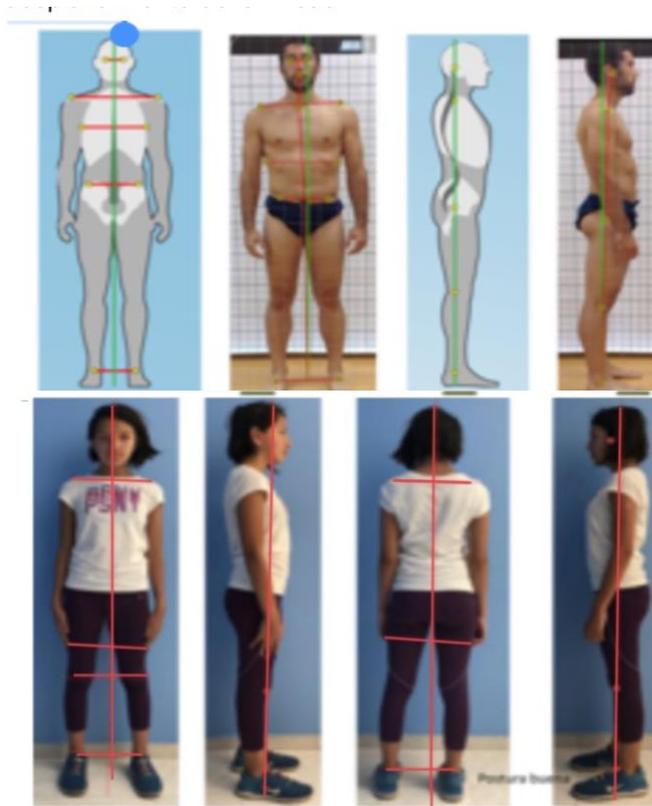


Figura 65. Líneas de Barré en tres planos: anterior, posterior, lateral <sup>(27)</sup>

## 5.6 Test de convergencia podal.

El test de convergencia podal es el análisis clínico que comprueba la rotación de la pelvis para determinar la existencia de un desequilibrio postural. Acostado el paciente en el sillón dental se levantan los pies en el sillón dental 30 cm y se apoya con el dedo pulgar a mitad media del pie y con los demás dedos el talón, debemos realizar la fatiga del pie de tal manera que abrimos y cerramos los pies para empezar a rotar y se da la resistencia, una vez obtenida ahora si rotamos internamente 30° el pie hacia la parte interna sin forzarlo.<sup>(28)</sup>

En paciente endomorfo se crea más resistencia y hay que llevar a cabo la relajación de los músculos. Otra causa que puede dar resistencia es que el paciente no esté totalmente acostado y otra que levante la cabeza para ver que estamos realizando.

Hay que observar la longitud de los pies porque eso crea un desequilibrio en el recién nacido miden la longitud de los pies en posición ventral o de espalda para medir la altura del talón.



Figura. Test de convergencia podal.<sup>(28)</sup>

## 5.7 Test de Meersseman.

Con este test podemos verificar si existe un desequilibrio postural y nos sirve para llevar a cabo la reprogramación neuromuscular corporal que se logra cuando se colocan los rollos de algodón desde canino a molar en forma bilateral y le pedimos al paciente camine y degluta 60 segundos para determinar cuál es el origen del problema.

Después del test de Meersseman vuelven a realizar tests de convergencia podal si hay equilibrio en la convergencia podal o en la rotación pélvica esto nos dice que el problema es descendente provocado por una alteración en el sistema masticatorio.<sup>(28)</sup>

Si al realizar el test de Meersseman y todavía existe un problema de rotación podal quiere decir que el problema es ascendente, es decir que hay un problema a nivel de los pies.

Si al realizar el test de Meersseman se ha corregido un poco la rotación podal quiere decir que el problema es mixto, que hay un problema en los pies y en el sistema estomatognático.

Crecimiento es formación, desarrollo es especialización, si no hay actividad muscular el músculo se encuentra flácido y cuando hay actividad hay más trabajo y el músculo está más firme.



Figura 66. Test de Meersseman (propia autoría) clínica periférica Azcapotzalco, UNAM

## 5.8 Clasificación de Angle.

La clasificación de Angle de las maloclusiones en la década de 1890 supuso un paso muy importante en el desarrollo de la ortodoncia, ya que no solo subclasificó los principales tipos de maloclusión, sino que acuñó además la primera definición clara y sencilla de la oclusión normal en la dentición natural.

**Clase I:** relaciones normales entre los molares, si bien la línea de oclusión es incorrecta por malposición dental, rotaciones u otras causas.

**Clase II:** molar inferior situado distalmente en relación con el superior, línea de oclusión sin especificar.

**Clase III:** molar inferior situado mesialmente en relación con el molar superior, línea de oclusión sin especificar.<sup>(3)</sup>

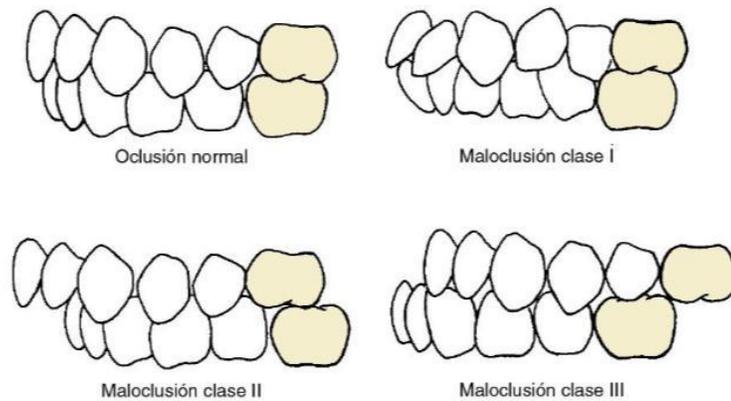


Figura 67. Clasificación de Angle.<sup>(3)</sup>

La oclusión Clase I puede ser dividida adicionalmente en oclusión normal y maloclusión.

### 5.9 Modificaciones Dewey-Anderson a la clase I de Angle.

Dewey-Anderson clasifican las maloclusiones Clase I de Angle en cinco tipos

**Tipo 1:** Dientes superiores e inferiores apiñados o caninos en labioversión, infralabioversión o linguoversión.



Figura. Modificación a la clase I de Angle tipo 1<sup>(29)</sup>

**Tipo 2:** Incisivos superiores protruidos o espaciados. Los hábitos orales inadecuados son los responsables de este tipo de maloclusión. Hábitos como la succión digital, la interposición lingual o labial y el chupeteo pueden modificar la posición de los dientes y la relación y forma de las arcadas dentarias. Los hábitos de presión interfieren en el crecimiento normal y en la función de la musculatura orofacial.



Figura 69. Modificación a la clase I de Angle tipo 2<sup>(29)</sup>

**Tipo 3:** Si uno o más incisivos están cruzados en relación con los inferiores. La mordida cruzada anterior presente en esta maloclusión, es una mordida cruzada del tipo dental. En estas mordidas cruzadas uno o más dientes antero-inferiores está excesivamente en protrusión, o los superiores en retrusión, pero condicionan una mordida cruzada anterior de origen exclusivamente dentario. Las bases esqueléticas están bien relacionadas entre sí y es la dentición el origen de la anomalía.



Figura. Modificación a la clase I de Angle tipo 3 <sup>(29)</sup>

**Tipo 4:** Mordida cruzada posterior, los dientes anteriores pueden estar alineados.

Los factores etiológicos más importantes que condicionan la existencia de una mordida cruzada posterior son: Factores genéticos: Hipoplasia maxilar, hiperplasia mandibular o una asociación de ambas. Hábitos: Respiración oral, deglución infantil y succión anómala.



Figura 71. Modificación a la clase I de Angle tipo 4 <sup>(29)</sup>

**Tipo 5:** Si hay pérdida de espacio posterior por migración mesial del primer molar, mayor de 3 mm.



Figura 72. Modificación a la clase I de Angle tipo 5 <sup>(29)</sup>

**La maloclusión Clase II** es cuando la cúspide mesiobucal del primer molar superior ocluye anterior al surco mesial del primer molar inferior. Existen dos subtipos de la oclusión Clase II. Ambos presentan una relación molar Clase II, pero la diferencia radica en la posición de los incisivos superiores.

**La maloclusión Clase II división 1**, los incisivos superiores están inclinados labialmente, creando una **sobremordida** horizontal significativa. La Clase II división 1 se caracteriza por el aumento del resalte y la proinclinación de los incisivos superiores, en la cual la mordida probablemente sea profunda, el perfil retrognático y el resalte excesivo, exigen que los músculos faciales y la lengua se adapten a patrones anormales de contracción. Típicamente hay un músculo mentoniano hiperactivo, que se contrae intensivamente para elevar el orbicular de los labios y efectuar el sello labial, con un labio superior hipotónico y el inferior hipertónico. La postura habitual en los casos más severos es con los incisivos superiores descansando sobre el labio inferior.



Figura. Maloclusión clase II división 1<sup>(29)</sup>

Por el contrario, los incisivos centrales superiores están inclinados lingualmente y los incisivos laterales están labialmente inclinados en la maloclusión Clase II división 2. En la Clase II división 2 el resalte está reducido y la corona de los incisivos superiores inclinada hacia lingual. Se caracteriza por profundidad anormal de la mordida, labioversión de

los incisivos laterales superiores y función labial más normal; el esqueleto facial, no es tan retrognático como en la Clase II división 1.



Figura 73. Maloclusión clase II división 2 <sup>(29)</sup>

**La maloclusión Clase III:** la cúspide mesiobucal del primer molar superior ocluye más posterior que el surco mesial del primer molar inferior.



Figura 74. Maloclusión clase II. <sup>(29)</sup>

## 6. CASO CLÍNICO.

Paciente femenino de 34 años 9 meses de edad que acude para atención odontológica a consultorio particular V & M, se le realizan análisis corporales, craneales y faciales.

Para la obtención de los índices craneal y facial se utilizó un pantógrafo que es un mecanismo articulado basado en las propiedades de los paralelogramos; tiene aplicaciones en diversos campos de la mecánica, en mecanismos tales como el gato hidráulico, el pantógrafo de oxicorte, o como instrumento de dibujo.<sup>(30)</sup>



Figura 74. Pantógrafo.



SOMATOTIPO: ECTOMORFO

Figura 75. Análisis corporal.



ÍNDICE CRANEAL.

DIÁMETRO ANTEROPOSTERIOR  
MÁXIMO (desde los puntos  
glabella a opistocración) = 19 cm.

Figura 76. Medición del diámetro anteroposterior máximo.



Figura 77. Medición del diámetro transverso máximo



Figura 78. Resultado de la fórmula del Índice Craneal de Mayoral

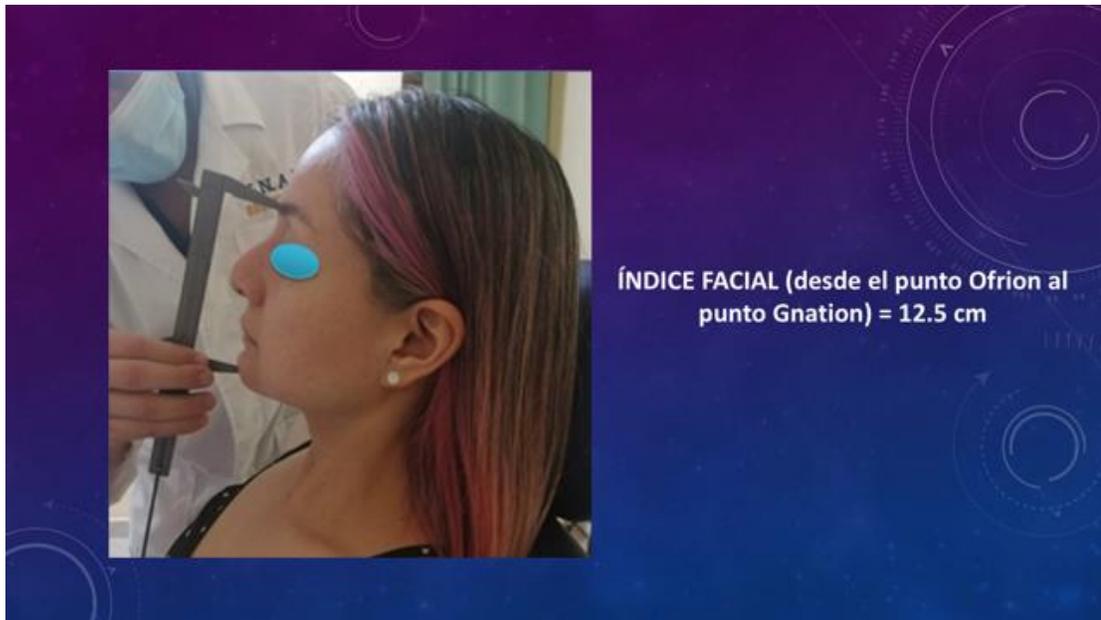


Figura 79. Índice facial ofrion-gnation

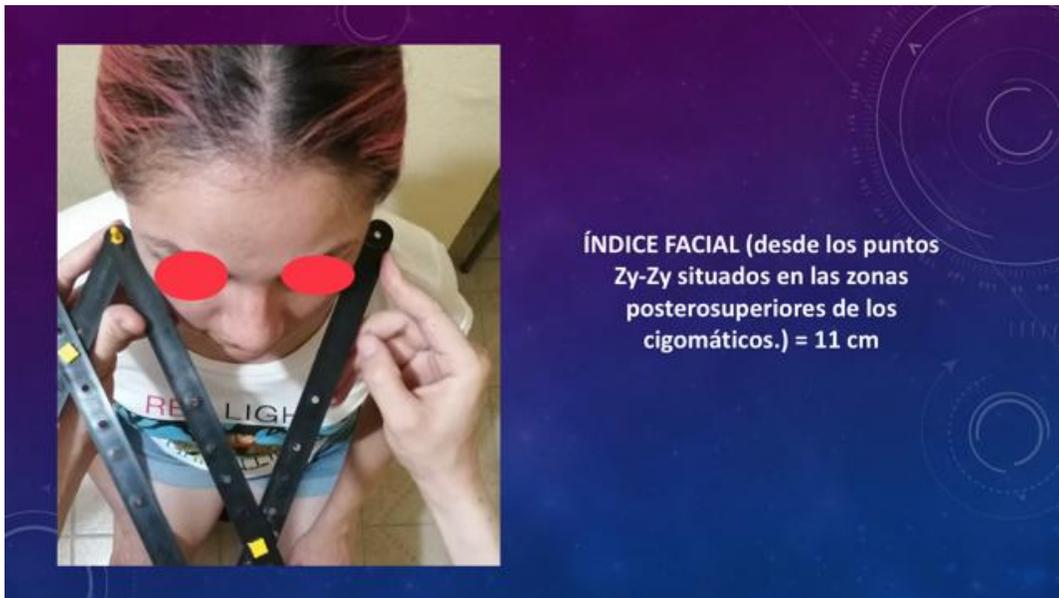


Figura 80. Índice facial Zy-Zy



Figura 81. Resultado del índice facial: Mesoprosopo

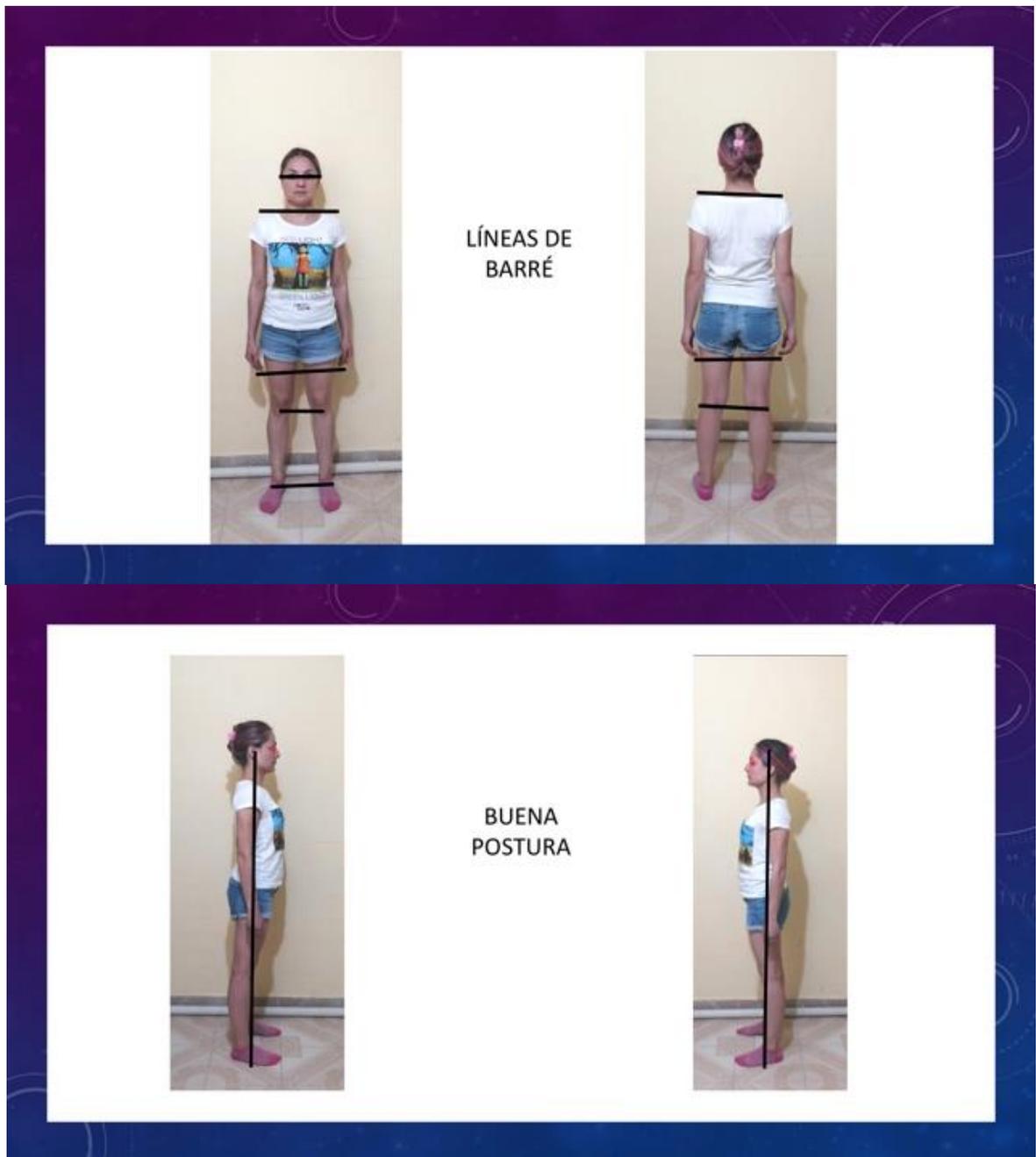


Figura 82. Análisis postural. Líneas de Barré. Frontal, posterior, lateral derecho y lateral izquierdo.

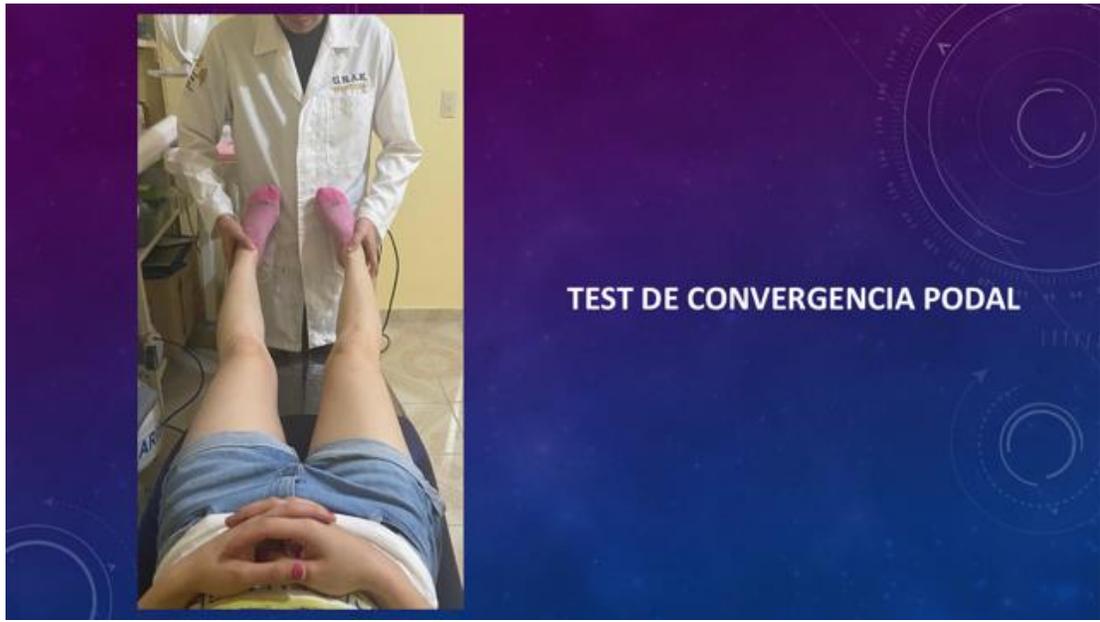


Figura 83. Test de convergencia podal.

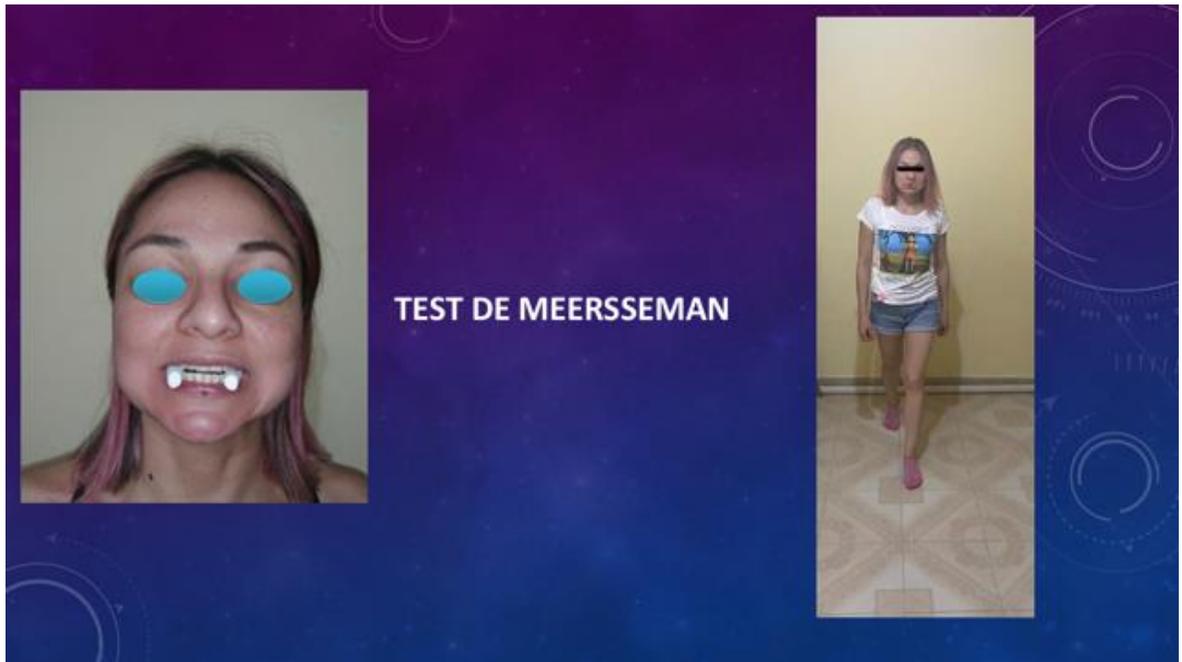


Figura 84. Test de Meersseman.



Figura 85. Test de convergencia podal después de realizar el test de Meerseman.

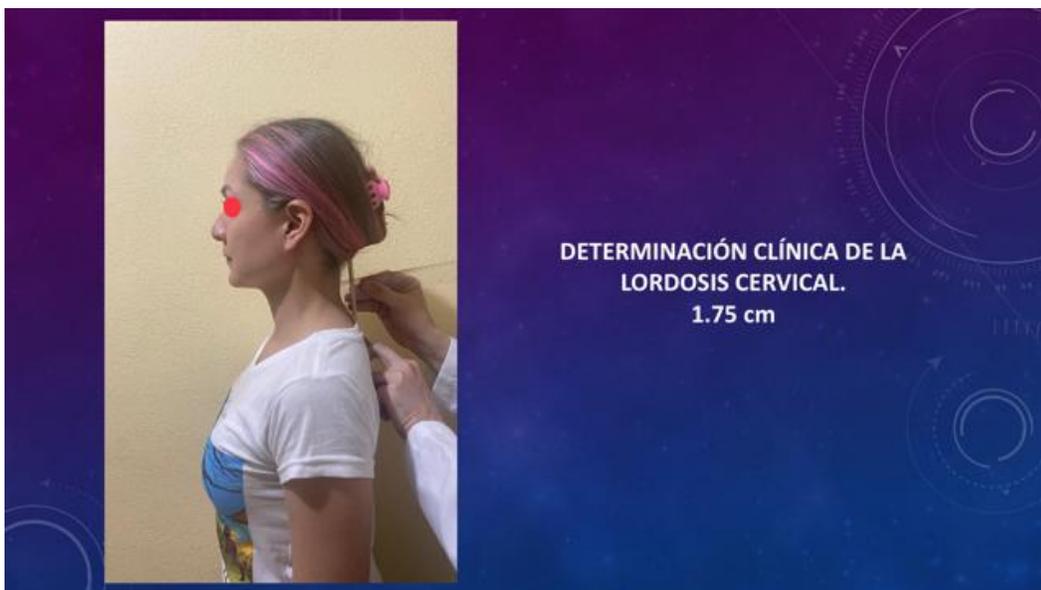


Figura 86. Determinación clínica de la lordosis cervical

## **7. CONCLUSIONES.**

La importancia del análisis craneal y facial es fundamental para el diagnóstico en ortodoncia y ortopedia craneofacial. Es por eso que para dar una mejor atención odontológica es importante conocer la estructura corporal (somatotipo) y las características de la cabeza (cráneo y cara).

El complejo craneofacial se desarrolla a partir de la tercera semana de vida embrionaria; derivado de las tres capas germinativas (endodermo, mesodermo y ectodermo), en donde el ectodermo formará la notocorda y esta su vez formará al tubo neural el cual dará origen al cráneo. El desarrollo de lo que será la cara proviene de los arcos faríngeos en la cuarta semana. Es importante conocer la anatomía ósea y embriología del complejo craneofacial para no cometer fallas en el diagnóstico y tratamiento.

El éxito en el diagnóstico en ortodoncia y ortopedia craneofacial es fundamentado por el apoyo de los auxiliares de diagnóstico, los cuales conjuntamente nos ayudarán a determinar las causas que impiden la armonía craneofacial. Por esta razón el odontólogo debe ser hacer de estos análisis un hábito al elaborar el diagnóstico y plan de tratamiento.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Graber T. M, ORTODONCIA Teoría y práctica, 3ª edición, editorial Nueva editorial Interamericana, México, F. F. 1985.)
2. Noyers, F. B.: the teaching of orthodontia as Dr. Angle viewed it. D cosmos, 73:802-808,1931.
3. Proffit W, Fields H, Sarver D, Ackerman J; Ortodoncia contemporánea, quinta edición, editorial Elsevier, España 2014
4. Guterman T. Correlación entre los componentes del somatotipo y la composición corporal según fórmulas antropométricas. Estudio realizado con 3092 deportistas de alto nivel. Introducción [Internet]. Efdportes.com. [cited 2023 Apr 9]. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd84/somato.htm>.
5. Planas Silva, Pedro, Rehabilitación neuro-oclusal: Rno / Caracas: Actualidades Medico Odontologicas Latinoamerica, 2000
6. Wikipedia contributors. Cephalic index [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Available from: [https://en-m-wikipediaorg.translate.google/wiki/Cephalic\\_index\\_x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=es&x\\_tr\\_hl=es-419&x\\_tr\\_pto=sc](https://en-m-wikipediaorg.translate.google/wiki/Cephalic_index_x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es-419&x_tr_pto=sc)
7. Mayoral J. Mayoral G. Mayoral P, Ortodoncia. Principios fundamentales y práctica. 4ta edición, editorial Labor, Barcelona; 1983.
8. Daljit S. Gill, Farhad B. Naini; Ortodoncia. Principios y práctica, 1ª edición
9. Viola E, Viola BE. Policleto: El doríforo [Internet]. Flickr. [cited 2023 Apr]. Available from: <https://www.flickr.com/photos/8449304@N04/8230603496>

10. Sobrehistoria.com. [cited 2023 Apr 17]. Available from: <https://sobrehistoria.com/wp-content/uploads/2018/01/hombre-de-vitruvio-imagen-pixabay.jpg>
11. Gomez de Ferraris M, Campos Muñoz A; Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental, 4<sup>ta</sup> edición, editorial Médica Panamericana, Madrid España 2019
12. Arteaga S.M, García Peláez M.I. Embriología humana y biológica del desarrollo. 3<sup>á</sup> edición, editorial Médica Panamericana, México 2021.
13. White T.C, Gardiner J.H, Leighton B.C, Introducción a la ortodoncia, primera edición, editorial Mundi, Argentina.
14. Rexhepi Agron M, Brestovci Behlul. Cephalofacial Differences Between Males 18 Years of Age and 20-30 Years of Age. Int. J. Morphol. [Internet]. 2021 Ago [citado 2023 Feb 13] ; 39( 4 ): 989-993. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022021000400989&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022021000400989&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022021000400989>.
15. Tortora G.J. Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología, 15<sup>á</sup> edición, editorial Médica Panamericana, México 2018.
16. Prometheus : texto y atlas de anatomía / Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher ; ilustrado por Markus Voll, Karl Wesker ; versión española Alexandra Mandry Edición Quinta edición Datos de publicac. México : Editorial Médica Panamericana, [2022]
  - o ©202
17. Perio-Celda M, Martínez-Soriano F, Rotheron Jr A.C; Atlas Rotheron de cabeza, cuello y cerebro; 1<sup>a</sup> Edición, editorial Amolca, México 2022.
18. Sport AV. Somatotipo y su clasificación. ¿Cómo se calcula? [Internet]. Aptavs.com. Apta Vital Sport; 2021 [citado el 14 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://mx.aptavs.com/articulos/conoces-tu-somatotipo>

19. Análisis facial en ortodoncia interceptiva [Internet]. Ortodoncia.ws. [cited 2023 March 10]. Available from: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2013/art-19/>
20. Índice Cefálico [Internet]. Scribd. [cited 2023 Apr 17]. Available from: <https://es.scribd.com/document/514790058/Indice-Cefalico>
21. Muralidhar NV, Ranjan A, Jayashankar Rao JS, Sreeshyla HS, Nitin P. Cephalic index, facial index and dental parameters: A correlative study to evaluate their significance in facial reconstruction. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2021 Sep-Dec;25(3):537-542. doi: 10.4103/jomfp.jomfp\_68\_21. Epub 2022 Jan 11. PMID: 35281166; PMCID: PMC8859595.
22. Golalipour Mohammad Jafar, Jahanshahi Mehrdad, Haidari Kamran. Morphological Evaluation of Head in Turkman Males in Gorgan-North of Iran. *Int. J. Morphol.* [Internet]. 2007 Mar [citado 2023 Feb 13]; 25( 1 ): 99-102. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022007000100013&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022007000100013&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022007000100013>.
23. Karamanoff Velásquez ES, Vergara Núñez C, Dra X, Matías R. UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DEPARTAMENTO DEL NIÑO Y ORTOPEDIA DENTOMAXILAR ÁREA DE ORTODONCIA ASOCIACIÓN DE AUTOPERCEPCIÓN ESTÉTICA EN EL ADULTO JOVEN, PROPORCIONES ÁURICAS E ÍNDICE FACIAL [Internet]. Uchile.cl. [cited 2023 Apr 7]. Available from: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131947/Asociaciòn-de-autopercepciòn-estética-en-el-adulto-joven%2C-proporciones-áuricas-e-%C3%ADndice-facial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Canut B,J. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2ª edición. Ed. Masson. Barcelona, España 2000.

25. Coello Castillo JA, Rouzaud Sandoval TM. Relación de los captosres posturales y la desalineación corporal de trabajadores en un hotel de Quito. PUCE; 2018.
26. Loroño A. POSTUROLOGIA CLINICA Y POSTUROGRAFIA Diagnóstico diferencial en la patología crónica funcional [Internet]. Centrokineos.com. [cited 2023 Apr 5]. Available from: <https://www.centrokineos.com/downloads/posturologia-clinica-y-posturografia.-diagnostico-diferencial-en-la-patologia-cronica-funcional.pdf>
27. La Evaluación Postural Estática (EPE): propuesta de valoración [Internet]. Grupo Sobre Entrenamiento (G-SE). [cited 2023 Apr 4]. Available from: <https://g-se.com/la-evaluacion-postural-estatica-epe-propuesta-de-valoracion-bp-b57cfb26dadaba>
28. Miramón E. Análisis clínico postural. Test de convergencia podal y test de Meerseenman [Internet]. Youtube; 2021 [cited 2023 Apr 17]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=2T-M31I303M>
29. Maloclusión Clase I: Definición, clasificación, características clínicas y tratamiento [Internet]. Ortodoncia.ws. [cited 2023 Apr 17]. Available from: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2003/art-8/>

## 9. GLOSARIO

**Angiogénesis:** Formación de los vasos sanguíneos.

**Arcos branquiales:** Pequeñas bolsas que surgen durante el desarrollo embrionario a cada lado de la faringe. También se conocen como arcos faríngeos.

**Cigoto:** Célula que resulta de la unión de las células sexuales masculina y femenina y a partir de la cual se desarrolla el embrión de un ser vivo.

**Deglutir:** v. Hacer pasar alimentos o cualquier otra sustancia sólida o líquida de la boca al estómago mediante un conjunto complejo de movimientos voluntarios de la boca e involuntarios (reflejos) de la faringe, la laringe y el esófago.

**Ectodermo:** La más externa de las tres capas primarias del embrión. A partir del ectodermo se origina el sistema nervioso, los órganos de los sentidos especiales, la epidermis y los tejidos epidérmicos, como las uñas, el pelo y las glándulas.

**Embrión** Organismo en los estadios más precoces del desarrollo; estadio entre el momento de la implantación del huevo fecundado hasta el final de la séptima u octava semanas de gestación

**Equilibrio:** Estado de inmovilidad de un cuerpo, sometido únicamente a la acción de la gravedad, que se mantiene en reposo sobre su base o punto de sustentación.

**Estomatología:** rama de la medicina que estudia la morfología, estructura, función y enfermedades de contenido y revestimiento de la cavidad oral.

**Estomodeo:** Depresión superficial del ectodermo del embrión en desarrollo, que posteriormente formará la cavidad oral; boca primitiva.

**Glabella:** Área plana elevada en el hueso frontal entre los arcos superciliares; punto más anterior en el hueso frontal.

**Gnación:** Constituye en punto más inferior y anterior de la cortical externa del mentón óseo.

**Kinesiología:** Disciplina científica, rama de la anatomía, de la bioquímica, de la fisiología y de la biomecánica, que estudia la posición y los movimientos corporales en sus aspectos cinético y cinemático.

**Mesénquima:** tejido conectivo embrionario que migra desde las capas epidérmicas e hipodérmicas primitivas y, posteriormente, produce la capa mesodérmica. En esta capa empieza a formarse la yema dental embrionaria

**Notocorda:** Tira elongada de tejido mesodérmico que se origina a partir del nodo primitivo y se extiende sobre la superficie dorsal del embrión en desarrollo, por debajo del tubo neural, para formar el eje esquelético longitudinal primario del cuerpo de todos los cordados

**Oftalmología:** Rama de la medicina que se ocupa del estudio de la fisiología, anatomía e histología del ojo, así como del diagnóstico y tratamiento de los trastornos oculares.

**Otorrinolaringología:** Rama o especialidad de la medicina que se ocupa de las enfermedades de oídos, nariz y garganta.

**Placodas:** Secciones gruesas, planas del ectodermo embrionario en la superficie facial del embrión de donde se desarrollan los órganos de los sentidos

**Podología:** Campo de la salud que se ocupa del diagnóstico y tratamiento de las enfermedades y otros trastornos de los pies

**Saco vitelino:** Se trata de una estructura embrionaria con forma de saco adosada al embrión, cuya principal función es proporcionarle los nutrientes necesarios durante las primeras semanas de gestación. También le aporta oxígeno y se encarga de eliminar los desechos metabólicos.

**Sincondrosis:** Articulación cartilaginosa entre dos huesos inmóviles, como el esfenoideas y los huesos occipitales en la base del cráneo

**Somático:** Adjetivo derivado de la palabra griega soma («cuerpo»), por oposición a la mente. Relativo a la estructura del cuerpo, a diferencia de las

vísceras; en consecuencia, los nervios somáticos son los nervios asociados a la función musculoesquelética del organismo.

**Somitos:** Agregados cuboidales pares de células diferenciadas del tejido mesodérmico que se forman a lo largo del tubo neural del embrión para crear la columna vertebral y otros tejidos asociados

**Traumatología:** Disciplina científica, rama de la medicina, que se ocupa de la prevención, el estudio clínico, el diagnóstico, el tratamiento y la investigación de los traumatismos del aparato locomotor y las estructuras asociadas.