



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

BIOTIPO FACIAL... SU IMPACTO EN EL ÉXITO DEL  
TRATAMIENTO DE ALINEACIÓN DENTAL.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE  
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

KAREN FUENTES SOSA

TUTOR: C. D. MAURICIO RICARDO BALLESTEROS LOZANO

MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

Este trabajo fue realizado por mí, pero nunca estuve sola, siempre hubo alguien a mi lado apoyándome, animándome, empujándome, presionándome, simplemente acompañándome o escuchándome; en resumen, todo lo que he necesitado y lo que ha implicado para mí y mis seres queridos el término de este proyecto.

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, Ninfa y Arturo pues han sido los principales interesados y mis enormes peldaños para la culminación de esta investigación, no lo hubiera logrado sin ustedes, los amo.

Ninfa y Arturo, mis hermanos, imposible olvidar las innumerables ocasiones que se desvelaron conmigo haciéndome compañía o explicándome otras maneras de realizar un trabajo como éste. Incluso haciendo de niños, choferes, oídos, despertadores, en fin, siendo mucho más que mis hermanos. Los amo.

Tini, gracias por todas las ocasiones que me ayudaste con Santi, por escucharme, por confiar en mí, por estar conmigo, entre mil cosas más, son tantas, que no acabaría. Sabes que en mi vida has desempeñado un papel mucho más importante que sólo mi tía, te agradezco y te amo por ello.

Armando, has ocupado un lugar clave en este proceso, y eso te lo agradeceré infinitamente; gracias por estar siempre a mi lado y ser un apoyo siempre que lo necesité; gracias por recordarme el lado divertido de la vida, te amo.

Santiago, mi pingo precioso, has sido el principal motor que impulsó y aceleró la realización de este proyecto. Gracias por llenar con tu alegría cada uno de mis días, y con tus sueños, complementar los míos, te amo.

Roxana, gracias por enseñarme y ayudarme a quitar obstáculos y vencerme a mí misma.

Blanca e Hilda, mis increíbles amigas, durante la realización de este proyecto, han estado conmigo; muchas gracias, las quiero mucho.

Carmen, Elizabeth, Nancy, Sue, Mary y Chris; agradezco a cada uno por estar conmigo en algún momento de la realización de este trabajo.

Doctor Mauricio, gracias por dirigir mi tesis y ayudarme con este proyecto tan importante para mí.

Finalmente, a todos ustedes, familia y amigos solo necesito decirles: infinitas gracias, porque entre ustedes y yo, el día de hoy...

¡Lo logramos!

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>8</b>
<b>NACE LA CRANEOMETRÍA</b>	<b>14</b>
<b>LOS RAYOS X SON DESCUBIERTOS</b>	<b>18</b>
<b>INVENCIÓN DEL CEFALOSTATO Y DESCUBRIMIENTO DE LA CEFALOMETRÍA</b>	<b>21</b>
<b>SE COMPLETA LA BASE PARA LA CREACIÓN DE LOS PRIMEROS ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS.</b>	<b>25</b>
<b>PROGRESO DE LOS ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS</b>	<b>31</b>
ANÁLISIS DE TWEED	31
ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO DE DOWNS	32
ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO DE STEINER	37
ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO DE RICKETTS	42
ANÁLISIS DE McNAMARA	47
ANÁLISIS DE JARABAK	49
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>53</b>

## INTRODUCCIÓN

Por medio de la ciencia se ha calculado que las líneas evolutivas de los seres humanos y de los chimpancés se separaron hace 5 a 7 millones de años.

La estirpe humana continuó ramificándose dando origen a nuevas especies, todas extintas hoy, a excepción del *Homo sapiens*.

Desde tiempos remotos, se ha intentado clasificar a la especie humana, creando normas y estándares diversos con base en diferentes ejes de referencia, por ejemplo, en la antigüedad se llegaron a tomar en cuenta factores geográficos, psicológicos y físicos.

Algunas clasificaciones, las más antiguas, sólo tomaban en cuenta los aspectos geográficos (como la ubicación de la tribu o grupo social) y los físicos (como el color de piel), otras consideraban también el aspecto psicológico, incluso determinaban si un grupo social era más avanzado evolutivamente que otro llamándolo “superior”.

Fueron surgiendo clasificaciones que consideraban sólo al cuerpo humano, posteriormente relacionaban a la cabeza con respecto a éste. Lo que dio pie a que se considerara sólo a la cabeza desde diferentes ángulos (frontal, lateral y desde arriba).

Las clasificaciones fueron más allá, pues nacieron otras que ya no consideraban ni siquiera a la cabeza, únicamente la cara.

El día de hoy se pueden encontrar clasificaciones que consideran cada rasgo facial por separado; es decir, existe una clasificación dedicada sólo a la nariz, ojos, mentón, labios, etc.

Cada persona posee un conjunto de rasgos faciales “único”; no existen dos caras iguales. Los rasgos faciales pueden ser sólo similares; por ejemplo, la nariz en dos personas podría percibirse igual, sin embargo, es importante resaltar que en primer lugar, se observa a la nariz aislada del resto de la cara y, por otro lado, aún tomando en cuenta exclusivamente esta parte de la cara, existen diferencias, como la longitud de base a punta, la apertura y diámetro de las narinas o el grosor del septo entre éstas, etc.

Al realizar la comparación de dos personas, aún tratándose de gemelos, se consideran al mismo tiempo todos los rasgos que conforman la cara (ojos, cejas, frente, línea del cabello, pómulos, pestañas, labios, mentón, orejas). Se forma entonces una cantidad infinita de combinaciones y rostros distintos, es por esto que no pueden existir dos rostros iguales, aún entre gemelos.

Sin embargo, dentro de la infinita diversidad de caras y formas, existen hoy procedimientos y técnicas que permiten clasificar todas y cada una de las combinaciones de una manera sencilla y eficaz.

## **OBJETIVOS**

Facilitar las bases científicas para la realización de un análisis certero enfocado a determinar el patrón facial del paciente.

Explicar de manera clara y precisa el procedimiento para definir fácilmente el patrón facial en un paciente.

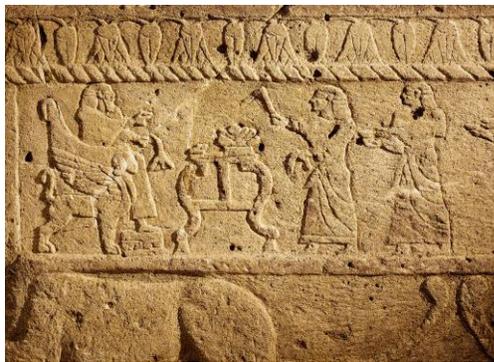
En el futuro, esta investigación puede servir como guía al clínico para establecer un diagnóstico certero, el primer paso para ejecutar un tratamiento de alineación dental exitoso.

## MARCO TEÓRICO

Los intentos por clasificar al hombre en diferentes razas proporcionaron las bases para que surgiera después el propósito de clasificarlo con base en sus características faciales.

Hace cinco mil años en la India ya se representaba una diferenciación racial clara en los rasgos de los hombres.

En las manifestaciones artísticas y en los textos literarios egipcios se veía una clara voluntad por marcar las diferencias con respecto a las poblaciones con las que limitaban al sur, al este y al norte. <sup>(1)</sup>



Sarcófago del rey Ahiem I. Necrópolis de Biblos. Museo Nacional, Beirut <sup>(2)</sup>



Figurilla votiva hallada en el templo de los obeliscos de Biblos. Museo Nacional, Beirut <sup>(2)</sup>

Los griegos resaltaban diferencias tanto físicas como psíquicas entre las poblaciones de Europa y las de Asia; y muchas otras menores, asentadas en estos continentes.

En Egipto, desde el año 3000 a.C., los artistas desarrollaron sistemas complejos de proporciones y unidades de medición a partir del propio cuerpo humano, tales como la mano, el dedo, un codo (se le denominaba así a la distancia del codo a la punta del pulgar), entre otras. Expresaban las proporciones corporales en múltiplos de la unidad de medida utilizada.

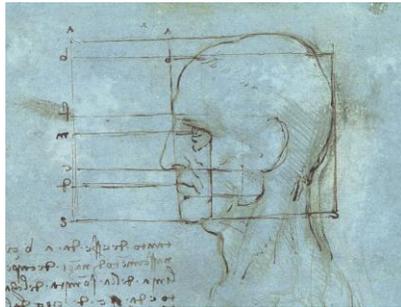
En Roma y en la Grecia Clásica, los artistas se basaban en *cánones* o reglas sencillas para representar la que ellos consideraban como la figura humana “ideal”.

Sin embargo, había diferencias entre las culturas sobre la definición de las proporciones corporales, y eso hacía difícil establecer “cánones”.

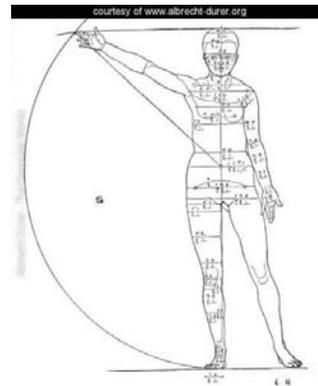
En el siglo V a.C. el escultor griego Polycleitus, en su obra *Lancebearer*, dividió el cuerpo verticalmente en quince porciones y atribuyó a la cabeza dos de esas quince porciones. Un siglo después, el escultor Lyssipus atribuyó a la cabeza una octava parte de la altura corporal total. Esta proporción también la utilizó el escritor romano Vitruvius en el siglo I a.C., él además dividió la cara verticalmente en tres secciones iguales: superior, nasal e inferior. Esta división proporcional y vertical de la cara aún se utiliza en la actualidad, especialmente por ortodoncistas.

Los cánones fueron reutilizados después en el Renacimiento, por artistas como Leonardo Da Vinci, Albrecht Dürer. Quienes desarrollaron amplios sistemas que utilizaban proporciones sencillas para el cuerpo y especialmente para la cara y la cabeza.

También Dürer y Da Vinci inventaron cada quien su propia manera de dividir la cara en tres porciones; sin embargo, aunque fue de forma independiente, eran similares entre ellos y también con respecto a Vitruvius, difiriendo sólo en la ubicación de la marca que separaba la porción frontal de la nasal. <sup>(3)</sup>



Proporciones de la cabeza, de Leonardo Da Vinci <sup>(4)</sup>



Dibujo de una mujer en movimiento, de Albrecht Dürer <sup>(5)</sup>

Hasta el día de hoy se sigue deliberando sobre las diferencias existentes entre los diferentes grupos humanos, pero es a partir del siglo XVIII que con el surgimiento del concepto de raza, se empiezan a elaborar clasificaciones más precisas.

Francois Bernier, médico francés, en 1648 propuso dividir la humanidad en cuatro grupos raciales: europeos, orientales, negros y japoneses. <sup>(3)</sup>

Linneo, en 1735, en su obra titulada *Systema naturae*, resaltó cuatro subespecies, consideradas con base en las cuatro partes del mundo conocidas en ese momento; además, describió sus características físicas, culturales y psíquicas: el *Homo sapiens europaeus* tenía piel blanca, cabello rubio, ojos azules, era de ingenuo carácter pero ingenioso y era gobernado por la ley, el *Homo sapiens asiaticus*, cuya piel era de color amarillo, con cabello castaño, lampiño, de humor melancólico y grave, y cuya única ley sería la opinión ajena y el sentido del honor; El *Homo sapiens afer*, tenía su piel negra, cabellos crespos, nariz chata y labios gruesos, de carácter indolente, gobernado por el arbitrio; por último; El *Homo sapiens americanus*, con su piel roja, cabellos negros y lacios, nómada, libre y jovial, gobernado por los hábitos. <sup>(3)</sup>

Posteriormente, en 1775, Johann F. Blumenbach (considerado como el padre de la antropología moderna) en su obra "*De generis humani varietate nativa*", pudo dividir a la raza humana en cinco variedades distintas, cuyas diferencias estaban consideradas por su ubicación geográfica y morfología: *caucasiana* o blanca, *mongola* o amarilla, *etíópica* o negra, *malaya* o de color tierra, *americana* o roja. Sin embargo, en 1795, en su tercer edición, resaltó que estas variedades estaban interrelacionadas y que sus diferencias eran sólo de grado.

Después fueron propuestas gran cantidad de clasificaciones. <sup>(3)</sup>

Prichard en 1836 y Morton en 1839, únicamente dividieron la raza malaya de dos formas distintas.

Geoffroy Saint-Hilaire inició una etapa de marcado interés por las poblaciones marginales.

Thomas Huxley en 1865, extendió el número de razas a once, tiempo después lo redujo a cuatro (australoides, negroide, mongoloide y xantocroide).

George Cuvier, quien fundó la anatomía comparada moderna, redujo el número de razas humanas a sólo tres, basado en el color de piel: blancos, amarillos y negros; esta sería la base para los antropólogos de la escuela francesa.

Al mismo tiempo, los antropólogos de Gran Bretaña fundaron sus bases en la clasificación de Huxley.

Los antropólogos de Alemania tomaron como base las clasificaciones de Müller y Haeckel, ambos tomaron en cuenta también la lengua hablada para

dividir las razas y, tratándose de aspectos meramente culturales, esas clasificaciones resultaron inciertas.

El norteamericano Pickering, además, dividió las cinco variedades que había identificado Blumenbach en once razas diferentes, tomando en cuenta no sólo las diferencias morfológicas, sino también la ubicación geográfica. Concluyó que las razas más diversificadas eran las que vivían en territorios geográficos aislados.

Posteriormente se clasificaron como razas superiores, las más extensas: la blanca, la amarilla y la negra; las razas inferiores eran las minorías y poblaciones con escasa extensión territorial. <sup>(3)</sup>

En otro intento, Stratz clasificó a los humanos por medio de círculos concéntricos tomando como base los estadios evolutivos, en el centro los australianos, que para él eran parecidos a los antepasados de la humanidad, con un estadio evolutivo previo a las diferenciaciones raciales; en los siguientes círculos colocó los que llamaba diferentes estadios de la diferenciación: khoisanidos, con características preanunciantes de las razas más diferenciadas y los papúas, que mostraban su desarrollo hacia la raza negroide. En un siguiente círculo ubicó a los americanos, indonesios y polinesios, pues representaban un estadio posterior a la diferenciación de las razas negras, pero aún no se observaban diferencias entre las razas negras y amarillas; en el último círculo intermedio dejó a los representantes de los estadios más antiguos de las razas superiores: los esquimales para los amarillos, los negritos para los negros, y los veddah y los anios para los blancos. En el círculo más externo, situó a las poblaciones más diferenciadas de estos tres grupos, nombrándolas con base en su color de piel: xantodermos (amarillos), melanodermos (negros), leucodermos (blancos).

Más adelante, se empezaron a considerar también las características sanguíneas, dando lugar a clasificaciones tan amplias y complejas que era difícil utilizarlas; actualmente se considera más importante la distinción de los tipos que la definición de la posición taxonómica. <sup>(3)</sup>

El genetista Dobzhansky, parte de una idea muy diferente, pues él afirma que las diferencias interraciales son verificables objetivamente, mientras que el número de las razas que cada quien decide reconocer depende, de cuestiones de conveniencia. Considera que reconocer cinco razas (como Blumenbach lo marcaba) es restrictivo, pues se pierden de vista poblaciones muy características y; lo contrario, considerar un centenar es demasiado. <sup>(1)</sup>

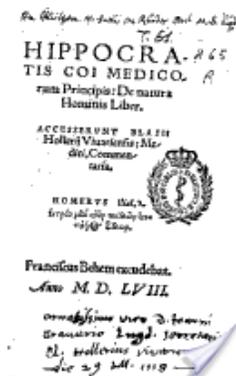
Actualmente, las razas ya no son tipos abstractos, sino poblaciones regidas por las Leyes de Mendel, que cambian a lo largo del tiempo. Dobzhansky ha identificado 34. En su clasificación no existen jerarquías, de las cuales cuatro han surgido durante los últimos cuatrocientos años. <sup>(1)</sup>

## NACE LA CRANEOMETRÍA

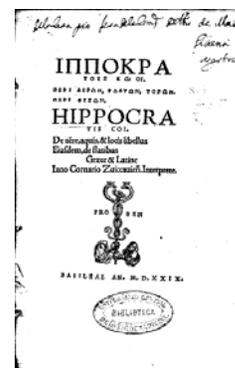
De manera similar, se fueron dando conocimientos que fueron encaminando el desarrollo de la antropología a otra rama: la craneometría.

Herodoto (484-425 a. C.), por medio de sus *Historias*, reveló datos importantes acerca de los habitantes de Libia, Egipto, Grecia, Asia Menor, Etiopia y Escitia. En dos ocasiones habla de las diferencias entre el cráneo humano egipcio y el de los persas, siendo el de los primeros un cráneo con paredes más gruesas que el de los segundos; esto lo atribuye a la influencia del medio y las costumbres, pues los egipcios acostumbran afeitar la cabeza de los niños y exponerlos al sol sin llevar sombrero, mientras que los persas les cubrían la cabeza, y no los dejaban salir de sus habitaciones.

Entre las obras de Hipócrates, dos interesan más a los antropólogos: *De natura hominis* y *De aere, aquis et locis*. Él apoyó la teoría de que el entorno influye en los caracteres físicos del ser humano, resaltó las diferencias entre quienes habitan climas distintos. Afirmaba que ésto se debía a diferencias en el lugar: humedad, sequedad y otras. En las montañas, por ejemplo, eran altos y vigorosos; en los países secos y sin árboles vivían nerviosos, delgados y más bien rubios; en las llanuras con abundantes pastos habitaban humanos pequeños, rechonchos y con mucha grasa y pelo negro. <sup>(6)</sup>



Libro de acceso no restringido<sup>(7)</sup>  
en el sitio de google play



Libro de acceso restringido<sup>(8)</sup>  
en el sitio de google play

Vesalius, en el siglo XVI, encontró los primeros datos sobre craneología antropológica, comparando la forma craneal de genoveses, turcos, griegos y germanos; hizo referencia incluso a técnicas de deformación cefálica para explicar las diferencias observadas; pero su trabajo no fue trascendental. <sup>(6)</sup>

En 1603 Albrecht Dürer realizó varios dibujos, proponiendo un sistema de clasificación con respecto al perfil: recto, cóncavo y convexo. <sup>(9)</sup>

Al tiempo que se va tratando de clasificar al hombre, se comete un error al estudiar al cráneo humano de forma individual y no integrándolo en similitudes grupales.

Adriaan van der Spieghel (1578-1625) hizo el primer intento práctico de agrupar las distintas formas craneales, basado en 4 diámetros:

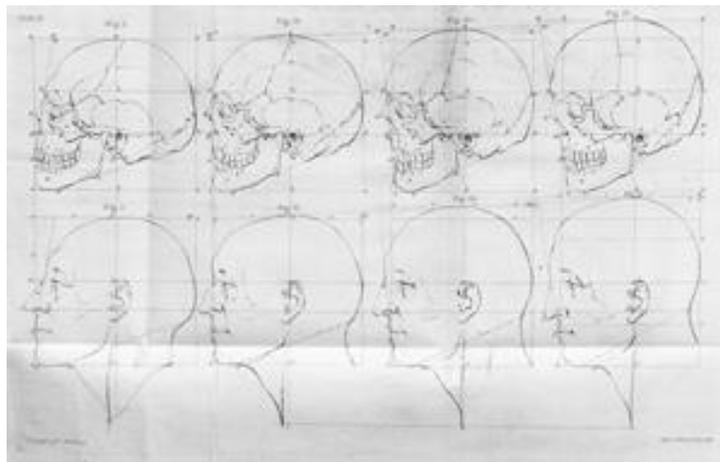
1. diámetro facial, del mentón a la frente
2. diámetro transversal, de un temporal al otro
3. diámetro vertical, del vértex al agujero occipital
4. diámetro oblicuo, del vértex a la apófisis mastoidea

Si las cuatro dimensiones eran iguales, se trataba de un cráneo bien proporcionado, si el primer diámetro era diferente, se trataba de cabezas largas o cortas; si el segundo era desigual, eran anchas o estrechas; si los dos diámetros restantes variaban se trataba de cabezas altas y bajas.

Louis J. M. Daubenton se interesó por la ubicación del orificio occipital tanto en carnívoros como en humanos y creó el ángulo occipital para poder determinarla, formado por la intersección de dos planos: el foramen magnum y el que va del opistion al borde inferior de las órbitas. Esta técnica está fuera de uso, pero fue el primer intento de utilizar valores métricos para el conocimiento de variaciones en el cráneo.

Peter Camper (1722-89), otro pionero de la craneometría, utilizó un método de proyecciones utilizando principalmente la norma lateral tanto en cráneos como en personas vivas.

Su mayor aportación científica es la descripción del ángulo facial en 1780, que determina el grado de protrusión de la mandíbula; Se forma por la intersección del plano de Camper y la Línea Facial. <sup>(9, 10)</sup>



Dibujos realizados por Peter Camper. <sup>(10)</sup>

De acuerdo con Camper, el europeo tiene un ángulo facial de 80°; el negro, 70°; el orangután, 58°; y el macaco, 42°. Según Companioni, Camper fue el primero en relacionar la cara con el cráneo. <sup>(9)</sup>

Von Ihering describió el plano de Frankford en 1872, aunque fue aceptado en Alemania hasta 1884, doce años después, en el Congreso Antropológico. Este plano orienta a la cabeza de forma natural en el plano horizontal, y se sigue utilizando actualmente.

Blumenbach, de quien ya se ha hablado, en su obra *Decades craniorum*, utilizó la norma *verticalis*. Prichard propuso incluso una clasificación basado en su estudio de la norma *frontalis* (prógnata y retrógnata). Richard Owen utilizó otro modo nuevo de estudiar el cráneo (el cuarto): el modo o norma

*inferior o basilar*. La norma *posterior* la utilizó Laurillard (1837) para sus investigaciones. Todas estas normas se utilizan en la actualidad. <sup>(6)</sup>

Posteriormente se realizaron un gran número de estudios del cráneo; Jan van der Hoeven en 1837 estableció un método basado en 11 medidas; durante su vida logró reunir 918 cráneos.

S. G. Morton creó su obra *Crania americana*, publicada en 1839 y su *Crania Egyptiaca* en 1844. J. Aitken Meigs, creó una monografía craneométrica llamada *The Mensuration of the Human Skull*. Thurman y Davis en 1856, publicaron *Crania Británnica*. En San Petesburgo, 1859, se editó la *Crania selecta*, de K.E. von Baer. Andres A. Retzius en 1842, realizó comparaciones de cráneos de diferentes razas humanas y por primera vez es establecida la relación entre anchura y longitud craneal para obtener un valor relativo, que es conocido hoy como Índice cefálico horizontal. Y fue Von Baer, siguiendo la técnica de Retzius, quien calculó la relación entre longitud y altura craneal, conocida como Índice Cefálico Vértico-longitudinal.

En este periodo también salieron a la luz, trabajos sobre estudios craneométricos de gran importancia, y en 1861 los trabajos de Paul Broca.

En 1920, Nicola Pende nombró una nueva ciencia: la Biotipología. Pero hasta 1950 la definió como la ciencia del hombre-individuo; o, bien, la ciencia de la persona o ser humano concreto, como un total, con unidades diferenciales en su morfología, fisiología, psicología y psicocorporales. Para Pende, el biotipo era el conjunto de estas cuatro unidades, afirmaba que el biotipo era regido por las leyes de herencia biológica y de la evolución, que éstas establecían la constitución somática y psíquica, y tenían efectos sobre las tendencias y disposiciones genéticas, pero también eran influenciadas por el ambiente. <sup>(6)</sup>

## LOS RAYOS X SON DESCUBIERTOS

El descubrimiento de los rayos X fue fundamental para el desarrollo de nuevas técnicas de medición y estandarización en el ser humano.

En el campo de la física, en la segunda mitad del siglo XIX, se darían ciertos hechos que proporcionarían un gran avance en el conocimiento de la medicina. En esos años existía un marcado interés por el estudio de la electricidad. J. Plucker y J. Hittorf lograron emitir rayos catódicos a partir del calentamiento del cátodo de tubos rellenos de gases enrarecidos y también determinaron que esta radiación producía sombras de los objetos sólidos al ser colocados en su trayectoria, además de notar que esta radiación eléctrica desviaba su trayectoria en presencia de un campo magnético.



Tubo de Crookes con flores, activado. <sup>(11)</sup>

de presión, por la presencia de la radiación y el calentamiento de los cuerpos utilizados, pensamiento que lo llevo a la teoría de que los rayos catódicos estaban compuestos por partículas. <sup>(11)</sup>

Sobre la naturaleza de estos rayos catódicos existían dos teorías: la defendida por los físicos alemanes y la que validaban los físicos ingleses.

Los físicos alemanes defendían la teoría de que los rayos catódicos, como la luz ordinaria, consistían de movimientos ondulatorios del éter. Mientras que

los físicos ingleses defendían la teoría de que los rayos consistían en partículas emitidas por el cátodo y que poseían carga eléctrica negativa.

Para poder descartar una teoría y afirmar la otra, había que realizar estudios experimentales, lo cual era muy difícil, pues estos rayos y sus efectos estaban confinados a lo que sucediera dentro del tubo, ya que terminaban en la pared de dicho tubo. <sup>(11)</sup>

En 1892 Hertz descubrió que estos rayos eran capaces de atravesar placas metálicas muy finas.

En 1893, Phillip Lenard, inició sus investigaciones sobre los rayos catódicos, cuya finalidad era averiguar cómo hacer para sacarlos del tubo. Apoyándose en el descubrimiento de Hertz, diseñó una variante del tubo de Crookes, que no era completamente de vidrio, sino que en el extremo de salida le colocó una “ventana de aluminio,” así, cuando los rayos catódicos llegaron a ésta, lograron atravesarla y salir fuera del tubo. Lenard pudo observar dos características sobre estos rayos: la primera, que eran invisibles al ojo humano; la segunda, que no alcanzaban a salir más de 10 cm fuera del tubo, pues más allá de esa distancia, las sales de fósforo ya no brillaban.

Con base en estos nuevos conocimientos, experimentó con diversas sustancias y materiales, y llegó a hacer varios descubrimientos. En las radiaciones electromagnéticas la capacidad de absorción varía mucho, dependiendo de la sustancia, su espesor y del tipo de radiación. En los rayos catódicos parecía depender de la densidad de la sustancia utilizada.

Finalmente, pudo determinar algo completamente diferente, el factor común era el peso de los materiales, al comparar dos cosas con el mismo peso, los rayos eran absorbidos de igual manera, cualquier cosa más ligera absorbía menos y a la inversa; pero la capacidad de absorción era siempre proporcional a la masa del objeto comparado. <sup>(11)</sup>

Con respecto a las teorías de la naturaleza de los rayos, Lenard descubrió que cuanto menos aire hubiera en la habitación fuera del tubo, mejor la atravesaban estos rayos, lo que reforzaba la teoría de que se trataba de “vibraciones del éter” <sup>(12)</sup>

El 8 de noviembre de 1895, Wilhelm Conrad Röntgen, durante uno de sus experimentos para estudiar los rayos catódicos, tuvo la idea de colocar una cubierta gruesa oscura alrededor del tubo Lenard que estaba utilizando y notó que una placa de bario-platino brillaba con un reflejo de luz verde fosforescente; esta placa se encontraba a 9 pies de distancia del tubo. Röntgen determinó que esa fluorescencia se debía a unos rayos invisibles (al desconocer sus propiedades, los denominó rayos X) creados en el tubo



Lenard y que podían atravesar la cubierta de papel oscuro que envolvía al tubo. Por medio de experimentos pudo determinar que los rayos podían atravesar casi todos los materiales, excepto el hueso y metales.

Una de las primeras imágenes plasmada es la de la mano de su esposa Bertha, incluso se nota la silueta del anillo de matrimonio.

Primera radiografía, tomada por Roentgen <sup>(13)</sup>

Este descubrimiento y sus consecuentes investigaciones sobre los rayos X fueron los motivos por los que recibió el premio Nobel en 1901; el primero que se entregó en la historia. <sup>(13, 15)</sup>

J. J. Thomson, tomando la teoría de que los rayos estaban compuestos de corpúsculos, pudo descubrir el electrón en 1897. <sup>(14)</sup>

Einstein dejó fuera cualquier duda sobre la naturaleza de los rayos X al explicar el efecto fotoeléctrico. <sup>(14)</sup>

## INVENCION DEL CEFALOSTATO Y DESCUBRIMIENTO DE LA CEFALOMETRÍA

Mientras la radiología continuaba su camino por la ciencia física, en la ciencia médica se tradujo en importantísimos avances.

Roentgen hizo su gran descubrimiento en tiempos previos a la Primera Guerra Mundial, además, Alemania estaba en contra de mantener el conocimiento y sus hallazgos confinados al uso propio; en muchas partes del mundo y por muchas empresas se realizaban aparatos de rayos X.

Con la guerra como telón de fondo, los rayos X se utilizaban para localizar balas alojadas dentro del cuerpo o para observar fracturas, etc.; por otro lado, también fueron utilizados de forma desmedida para otros fines comerciales que nada tenían que ver con la medicina. Por supuesto, no tardaron en aparecer los daños por su uso cotidiano, como la pérdida de cabello, erupciones extensas en la piel o presencia de cáncer (motivo por el cual Roentgen falleció).<sup>(13)</sup>

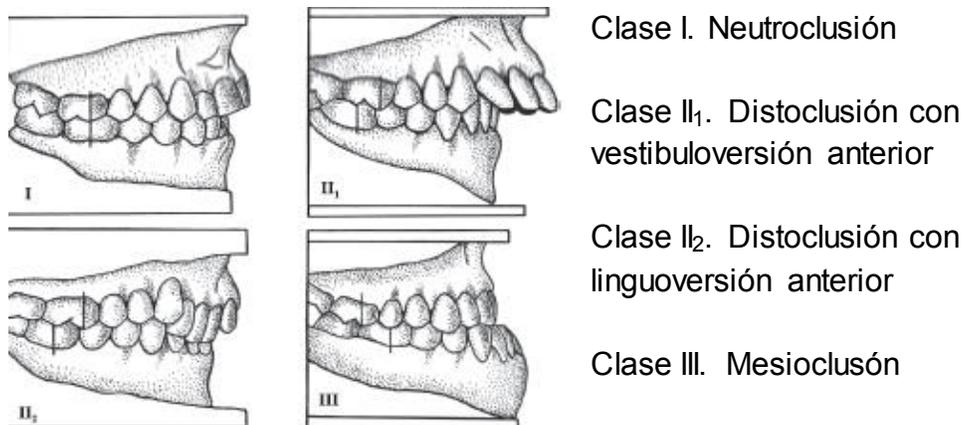
En odontología, ya se realizaban mediciones tanto en cráneos, como en tejidos blandos; este descubrimiento permitió que unos años después surgiera la ciencia para el estudio del cráneo y sus dimensiones: la cefalometría.

La cefalometría, aunque aún no llevaba ese nombre, ofrecía dos ventajas:

- ♦ Hizo posible realizar las mediciones craneométricas en individuos vivos; en los casos de pacientes en etapa de crecimiento, se podían observar los cambios que este crecimiento generaba.
- ♦ Se podían observar las estructuras óseas que estaban cubiertas por tejidos blandos, lo que también permitía que se pudieran relacionar entre ellas.

Berglund, en 1914, fue el primero en relacionar el perfil de los tejidos blandos con el perfil óseo. <sup>(15)</sup>

El surgimiento de la cefalometría también representó una revolución acerca de los conocimientos en ortodoncia, pues la clasificación de Angle, que era el método más generalizado, sólo consideraba la posición dentaria, sin tomar en cuenta que gran parte de las veces se trataba de un problema óseo o bien, una combinación de ambos (tanto el óseo como el dental). Generando así que otra gran parte de investigadores se dieran a la tarea de buscar la relación de las bases óseas de los pacientes.

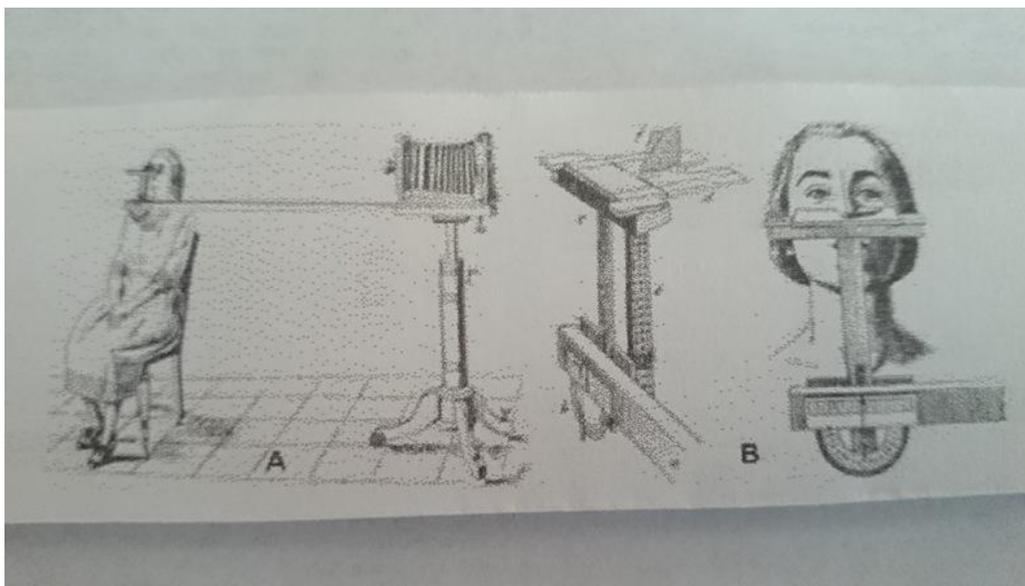


Esquema de la clasificación de Angle (sólo se está considerando el problema dental) <sup>(16)</sup>

Lischer, por ejemplo, utilizaba la fotografía, trazando el perfil en una plantilla cuadrículada. Estudió el ángulo mandibular y notó que cuando era muy obtuso, coincidía con pacientes que presentaban mordida abierta y mesioclusión; y que los ángulos más próximos a los 90° correspondían a pacientes con neutroclusión y distoclusión.

En 1922, Paul Simon publicó un sistema de mediciones que él llamó el método Simon, que consistía en la utilización de un sistema tridimensional

que incorporaba planos específicos: el de Frankfort, el sagital y el orbitario. Él afirmaba que el plano orbitario debía pasar por la cúspide del canino superior, sin importar la edad del paciente. Los modelos y fotografías que utilizaba estaban orientados según los planos mencionados, sin olvidar tomar en cuenta el plano mandibular, pues lo consideraba fundamental para el diagnóstico. Simon ideó un aparato capaz de orientar a la cabeza que respetara este sistema y que además ofrecía otra ventaja: era posible crear estándares, pues los pacientes quedaban siempre a la misma altura y distancia con respecto a la cámara. <sup>(9,15, 17)</sup>



Aparato de Simon, lo llamó aparato fotostático <sup>(15)</sup>

A.J Paccini estandarizó las imágenes radiográficas. Anteriormente se colocaba al sujeto de estudio a 60 cm del tubo de rayos X, provocando gran deformación de la imagen plasmada; problema que se resolvió con Paccini, quien colocaba al sujeto de estudio a dos metros del tubo emisor de rayos X.

En 1923, el Dr. Ubaldo Carrea publicó su trabajo “perfil delineado”. Colocaba una tira de plomo en todo el perfil del paciente, siguiendo el plano sagital; así obtenía el perfil de los tejidos blandos y el del cráneo bien delimitados. Creó

una clasificación de los maxilares en los tres sentidos del espacio, la cual ya contemplaba las relaciones dentarias. <sup>(9)</sup>

Wingate Todd, profesor de anatomía en la Escuela de Medicina de la Universidad de Western Reserve en Cleveland, Ohio, realizó el primer cefalostato para investigar la maduración y el crecimiento óseo; estudió a más 800 niños desde su nacimiento hasta la pubertad, realizando anotaciones clínicas y estudios radiográficos minuciosos.

Sin embargo, la historia le concede la creación del cefalostato al Dr. Holly Broadbent, discípulo de Todd, en 1931.

También en 1931 Hofrad en Europa y Paccini, crearon, sus propios cefalostatos para el mismo fin.

Thompson fue el primero en utilizar el cefalostato para la clínica odontológica protésica y reparadora. <sup>(9)</sup>

Actualmente, se define a la cefalometría como la conjunción de dos términos griegos: *kephale* (cabeza) y *metron* (medida); es decir, la serie de procedimientos cuya finalidad es medir la cabeza, cuantificar y describir las estructuras involucradas en la maloclusión padecida, ya sean las óseas, las dentales o las de tejidos blandos.

## **SE COMPLETA LA BASE PARA LA CREACIÓN DE LOS PRIMEROS ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS.**

Al día de hoy, la cefalometría hace posibles muchas más cosas que antes:

- Estudiar el crecimiento del cráneo
- Estandarizar las estructuras maxilofaciales
- Evaluar la morfología del paciente
- Diagnosticar el padecimiento maxilofacial del paciente
- Poder examinar la evolución del tratamiento
- Realizar posibles cambios (si fueran necesarios) en el tratamiento
- Evaluar el resultado final del tratamiento

El diagnóstico previo al tratamiento personaliza el tratamiento de alineación dental y la corrección de la maloclusión específica, padecida. Un tratamiento específico para el paciente otorga la seguridad de que los resultados obtenidos serán exitosos y estables. <sup>(18)</sup>

En 1922, Spencer Atkinsons hizo los primeros análisis cefalométricos encontrados en la literatura. Relacionó al primer molar superior permanente con la llave cresta que recae en éste, nombrándola cresta llave de Atkinsons.

A.J Paccini, en 1922, fue el primero en utilizar la cefalometría para investigar el crecimiento del cráneo humano. Estudios que plasmó en su tesis titulada “Radiografías antropométricas del cráneo”, por la que obtuvo el premio Leonard Research Prize; (otorgado por la Sociedad Americana de Radiología). Fue el primero en utilizar el término “cefalometría” y pudo trasladar ciertos puntos antropológicos a la radiografía: gonion, pogonion, nation y espina nasal anterior. Colocaba a los pacientes a dos metros de distancia del cefalostato, de esta forma, la deformación al plasmar la imagen radiográfica era menor.

En 1931, Holly Broadbent creó una técnica de radiografía cefalométrica, cuya finalidad era medir las estructuras óseas y sus relaciones para estudiar las maloclusiones y desproporciones esqueléticas. <sup>(18)</sup>

Brodie, en 1934, dividió a la cabeza en cuatro segmentos: nasal, craneal, maxilar y mandibular.

Posteriormente, se presentaron en ambos continentes muchísimas técnicas cefalométricas; cada una prometía ser la mejor que se había desarrollado en la historia de la cefalometría.

Actualmente, el análisis cefalométrico se define actualmente como el proceso en el que se marcan ciertos puntos y planos, luego se determinan distancias y ángulos, finalmente se llega a un diagnóstico integral sobre el origen de la maloclusión del paciente, que es la base del plan de tratamiento.

Realizar el análisis cefalométrico simplifica la descripción de la interrelación de cinco componentes funcionales de la cara: <sup>(19)</sup>

- cráneo y base craneal
- maxilar óseo
- dentición y los procesos alveolares superiores
- mandíbula ósea
- dentición y los procesos alveolares inferiores.

Antes de explicar los análisis cefalométricos, es necesario recordar los puntos anatómicos. En esta investigación aparecen por orden alfabético y sólo se mencionan los utilizados para los análisis tratados en este trabajo.

Los puntos de referencia son los siguientes: (19,20, 21, 22)

- Punto A (**A**) (subespinal). Es el punto más profundo de la curvatura anterior de la espina nasal, es decir, del contorno anterior del proceso alveolar maxilar.
- Punto **A6** (Molar superior). Un punto sobre el plano oclusal, ubicado perpendicularmente a la superficie distal de la corona del primer molar superior,
- Antegonial (**Ag**). Punto más posterior de la escotadura antegonial.
- Punto B (**B**) (supramentoniano). En la mandíbula, es el punto más profundo de la curvatura anterior del proceso alveolar, es decir, del contorno anterior del proceso alveolar.
- Punto **B6**. (Molar inferior). Punto sobre el plano oclusal, ubicado perpendicularmente a la superficie distal del primer molar inferior.
- Basion (**Ba**). Es el punto más anterior e inferior del foramen magnum (agujero occipital)
- Condylion (**Co**). Punto más posterior y superior de la cabeza del cóndilo.
- Punto **D**. Centro de la sínfisis mandibular.
- Punto **E**. En la línea S-N, es el punto que cruza con la perpendicular trazada desde el borde más distal del cóndilo mandibular.
- Espina nasal anterior (**ANS**). En el proceso espinoso maxilar, la punta más anterior de la proyección radiopaca del piso de la cavidad nasal.
- Gnation (**Gn**). En la curvatura del mentón óseo, es el punto más inferior y anterior. Muchas veces coincide con el menton (M), otras quedan separados, quedando el Gn un poco delante del punto M. Barahona y Benavides lo describen como la intersección de los planos facial y mandibular.
- Gonion (**Go**). Es el punto más inferior, posterior y saliente del ángulo mandibular. Aunque nuevamente Barahona y Benavides difieren describiéndolo como el cruce los planos mandibular y de la rama.

- Incisivo superior (**1**). Es la punta de la corona del incisivo central superior (el que se encuentra más anterior).
- Incisivo inferior (**1**). Es la punta de la corona del incisivo inferior que se encuentra más anterior.
- Punto **L**. En la línea S-N, es el punto que cruza con la perpendicular que nace en el punto Po.
- Menton (**M**). Es el punto más inferior de la sínfisis mandibular.
- Nasion (**N**). Se forma de la unión hueso frontal con el nasal, es decir, la sutura frontonasal, en su punto más anterior. En ocasiones se observa como una muesca irregular.
- Orbital (**O**). En el borde inferior de la órbita, es el punto más inferior.
- PM (Supragonion) Es el punto en el que la sínfisis mentoniana cambia de convexa a cóncava.
- Pogonion (**Po**). Es el punto más anterior, o más prominente de la sínfisis de la mandíbula (mentón óseo). Canut, se refiere a este punto con el nombre de pogonio y le concede las iniciales Pg, sin embargo en esta investigación la que sea utilizado es la de mayor coincidencia entre los autores.
- Porion (**P**). Se ubica en el meato auditivo externo, es el punto más alto.
- Pterigomaxilar o pterigoideo (**Pt**). Es el área radiolúcida de forma oval que se encuentra entre el borde anterior de la apófisis pterigoideo del hueso esfenoides y el borde de la superficie posterior del maxilar.
- Punto **R**. Broadbent introdujo este punto como referencia cefalométrica para registrar los trazados superpuestos. Es el punto medio en el cruce perpendicular en la intersección silla, bolton, nasion.
- Silla Turca (**S**). Centro de la cavidad ósea ocupada por las glándulas hipófisis. Se localiza en el punto medio de la silla turca del hueso esfenoides.
- Centroide mandibular (**Xi**). Centro geométrico de la rama mandibular.

→ El único punto de referencia del tejido blando utilizado en esta investigación es el labial inferior (**LI**). Es el punto más inferior sobre el margen del labio membranoso inferior.

Posteriormente, estos puntos se unen entre sí para formar varias líneas y planos que también se utilizan para formar ángulos, cuyo valor determina la normalidad o anormalidad de las partes analizadas y así poder dar un diagnóstico.

Las líneas y planos formados son: <sup>(19,20)</sup>

- **Eje condilar (Dc- Xi)**. Se forma al unir el punto condilar (Dc) y el centroide mandibular (Xi)
- **Eje del cuerpo mandibular (Xi-Pm)**. Surge de la unión del punto centroide mandibular (Xi) con el suprapogonio (Pm).
- **Eje facial (Pt-Gn)**. Se forma al unir los puntos Pt (pterigoideo) y Gn (gnation).
- **Eje Y**. Línea que une al punto Gn con el punto S.
- **Incisivo superior**. Línea que pasa sobre el eje longitudinal de uno de los incisivos centrales superiores, el que esté más inclinado hacia adelante, si es que no estuvieran igualmente alineados.
- **Incisivo inferior**. Línea que pasa sobre el eje longitudinal de uno de los incisivos centrales inferiores, (siguiendo el mismo parámetro que en el incisivo superior).
- **Línea N-A**. Línea que une el punto Nasion (N) con el punto A
- **Línea N-B**. Línea que une el punto Nasion (N) con el punto B
- **Línea E**.- Línea que va del mentón en el tejido blando hasta el tejido blando de la punta de la nariz.

- **Línea S.** Se forma con una línea que va desde el Po´ (pogonio cutáneo), termina en el punto medio de la S formada por el borde inferior de la nariz y el labio superior.
- **Línea S-N.** Es la línea formada de unir el punto S (Silla turca) con el N (Nasion). Representa la base anterior del cráneo.
- **Plano dentario (A-Po).** Formado por la unión de los puntos A y Po (pogonion)
- **Plano estético (Pn- Po´).** Formado por la unión del punto pronasal (Pn) Con el pogonion de tejido blando (Po´).
- **Plano facial (N- Po).** Resulta de unir Nasion (N) con Pogonion (Po).
- **Plano Frankfort (FH).** Este plano facial une los puntos O (orbital) y P (porion).
- **Plano mandibular.** Depende del análisis del que se trate, los de mayor frecuencia son: Uno tangente al borde inferior de la mandíbula; una línea entre gonion (Go) y nation (Gn); o una línea entre gonion y menton (M). Para Ricketts, resulta de unir menton (M) y antegonial (Ag). Para realizar un estudio longitudinal, no es relevante cual se utilice, siempre que haya constancia en el uso del mismo plano.
- **Plano oclusal.** Este plano dental inicia entre las superficies oclusales de los primeros molares permanentes y se extiende anteriormente, a un punto equidistante a los bordes incisales superior e inferior. Lo que significa que, como los incisivos sobrepasan verticalmente la altura de los molares, la cantidad de borde que la línea corta al pasar sobre el incisivo central inferior es del mismo tamaño que el borde cortado en el central superior.

Es fundamental destacar que los análisis cefalométricos se realizan sobre una radiografía lateral de cráneo, es decir que la imagen plasmada es de un paciente en posición de perfil y que los puntos de referencia esqueléticos se describen considerando el perfil del paciente.

## **PROGRESO DE LOS ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS**

A lo largo de esta investigación, se ha mencionado el constante intento de los científicos de crear estándares para clasificar al ser humano y cómo han tenido un gran avance para lograr este objetivo. Sin embargo, a partir de la creación del cefalostato este avance fue más acelerado y acertado.

Desde los estudios de Broadbent, Hofrad y Paccini, y luego de Atkinsons, se iba concibiendo la creación de análisis cefalométricos más precisos, con objetivos definidos e integrales, contemplando todos los aspectos que la ortodoncia toma en cuenta actualmente.

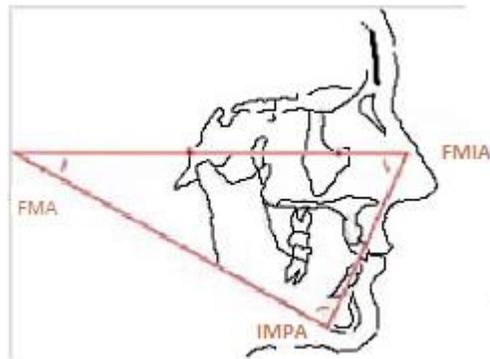
Es importante señalar, que hay variaciones en la literatura sobre la fecha en que fueron publicados los procedimientos cefalométricos, hecho que, aunque para la historia es relevante, para el aprendizaje y utilización de los procedimientos es un detalle sin importancia.

### **ANÁLISIS DE TWEED<sup>(19)</sup>**

Charles. H. Tweed presentó su análisis en 1946, le otorgaba una gran importancia a la estética facial; en una muestra de 95 individuos con un balance facial ideal, utilizó tres medidas angulares basadas en tres líneas, que hoy se conoce como el triángulo de Tweed:

5. FMA: Frankfort-Plano Mandibular; cuya norma es de  $25^{\circ}$ .
6. IMPA: Incisivo inferior- Plano Mandibular; con una media de  $90^{\circ}$ .
7. FMIA: Frankfort- Incisivo inferior; con un valor de  $65^{\circ}$

Cabe recordar que la suma de los tres ángulos internos de un triángulo, debe ser de  $180^{\circ}$



Triángulo de Tweed <sup>(18)</sup>

Tweed fue uno de los primeros en recomendar la extracción de los primeros premolares, decisión tomada con base en las medidas de los ángulos.

### **ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO DE DOWNS <sup>(19,20)</sup>**

En 1948, W. B. Downs desarrolló su sistema de análisis en la Universidad de Illinois.

Barahona y Benavides lo mencionan como el primer análisis utilizado en el diagnóstico ortodóntico. <sup>(19)</sup>

La base del análisis de Downs es el plano de Frankfort (FH), sin embargo no lo considera representativo de los cambios ocasionados por el crecimiento.

Utiliza cinco ángulos en el análisis esquelético para determinar la posición y el crecimiento de los maxilares.

1. Ángulo facial. Se mide en el cruce del plano FH (Frankfort) con la línea facial (N-Pg). Se obtiene así, la posición del mentón con respecto al plano de Frankfort, tratándose entonces de una mandíbula prógnata (si la medida es mayor) o retrógnata (si la medida resulta menor).

El valor medio del ángulo facial es de  $87.8^\circ$ . Sin embargo, esta medida también aumenta con el crecimiento, pues la mandíbula crece al ritmo del crecimiento general.

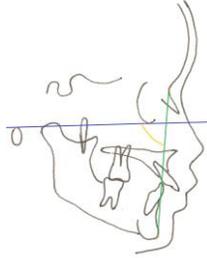


Ilustración realizada por la autora

2. Ángulo de convexidad. Éste relaciona un maxilar con el otro, mostrando la concavidad o convexidad del perfil; el valor de referencia es  $0^\circ$ . Utiliza el ángulo N-A y A-Pg, si A queda positivo, hay convexidad; si queda negativo, hay concavidad. A medida que va aumentando la edad, el perfil esquelético se va haciendo más cóncavo.

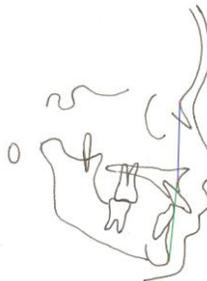


Ilustración realizada por la autora

3. En el cruce de las líneas A-B y N-Pg, el ángulo formado muestra la relación de la línea facial con las bases apicales maxilares y mandibulares. Al ser negativo, con el punto A por delante del punto B, se trata de una clase I; mientras más negativo sea este ángulo mayor será la maloclusión Clase II. Si se vuelve positivo, indicará que se trata de una maloclusión Clase III.



Ilustración realizada por la autora

4. Ángulo plano mandibular. Se forma relacionando el FH (plano de Frankfort) con una tangente que une Go con M (menton). Su valor medio es de  $21.9^\circ$ . Este ángulo determina la altura vertical de la rama mandibular.

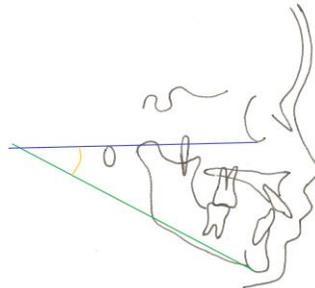


Ilustración realizada por la autora

5. Ángulo eje "Y"-FH. Comúnmente llamado "Eje Y de crecimiento"; se mide el ángulo formado por el cruce de FH con el eje Y (S- Gn); determina si hay crecimiento vertical u horizontal de la mandíbula. La norma para este ángulo es de  $59.4^\circ$ . En clases II, este ángulo es mayor, un valor normal, indica que el crecimiento fue el mismo tanto en sentido horizontal como vertical; si el valor es menor, indica que el crecimiento fue mayor en sentido horizontal.

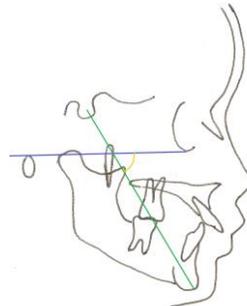


Ilustración realizada por la autora

En el análisis dental, relaciona los dientes entre sí y con sus bases óseas.

6. Ángulo del plano oclusal- plano FH. La norma es de  $+9.3^\circ$ , según Barahona y Benavides; Chaconas marca un valor de  $9.5^\circ$ . Este parámetro se utiliza para ver la inclinación del plano oclusal con respecto al plano de Frankfort. Su principal uso es que se debe mantener en su valor original durante todo el tratamiento de alineación dental, pues si cambiara, al finalizar el tratamiento, los músculos masticatorios tratarán

de regresar el plano de oclusión a su posición original, por lo tanto, el tratamiento no tendrá estabilidad al finalizarlo.

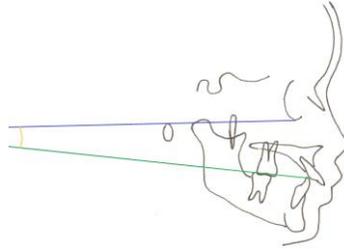


Ilustración realizada por la autora

7. Ángulo interincisal.  $\underline{1}$  a  $\bar{1}$ . Mide el grado de protrusión de los incisivos. Con un promedio de  $135.4^\circ$

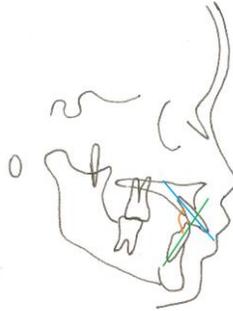


Ilustración realizada por la autora

8. Ángulo incisivo inferior- plano oclusal. Relaciona los incisivos inferiores (tomando como referencia el incisivo central inferior) con el plano oclusal, siendo su valor medio de  $14.5^\circ$

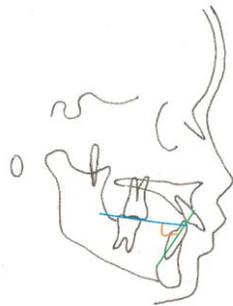


Ilustración realizada por la autora

9. Ángulo incisivo inferior- plano mandibular. Para observar el grado de prognatismo o retrognatismo del incisivo central inferior con respecto al plano mandibular, siendo su valor medio de  $91.4^\circ$ ; aunque de forma arbitraria se ha tomado un valor de  $90^\circ$

Downs difiere de Tweed al decir que el borde inferior de la mandíbula no se asocia directamente con el perfil y tiene un amplio rango de variación. Downs también considera que reposicionar los incisivos a  $65^\circ$  con el plano de Frankfort no se justifica por tres motivos:

- La relación realmente importante es la del diente con el perfil del paciente, no con un plano craneal (el FH)
- La localización del Porion tiene un margen de error de algunos milímetros
- Hay variabilidad del recorrido de FH

La inclinación del incisivo inferior es importante aunque también lo es la distancia actual del eje incisal a este plano.

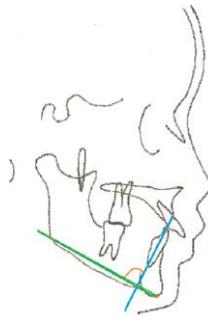


Ilustración realizada por la autora

10. Distancia de los dientes superiores a la línea A-Pg. Chaconas explica que esta medición muestra el grado de inclinación del incisivo superior. Normalmente mide 2.7 mm. Sin embargo Barahona y Benavides explican algo muy diferente. Si es positiva, se debe a que el eje incisal es anterior a esta línea, lo que indica un aumento en la protrusión dental maxilar. Lo contrario si es negativo. Su valor promedio es de  $+2.7^\circ$ .



Ilustración realizada por la autora

En 1951, Vorhies y Adams describen un método compuesto por dos polígonos. Este método sirve para determinar el patrón dentofacial y apreciar el progreso en el tratamiento del paciente, utilizando los valores calculados por Downs. En el polígono superior se describe el patrón esquelético y en el polígono inferior se describe el patrón dental.

La línea del centro representa el promedio, los valores que se encuentren a la izquierda se refieren a un balance facial retrognático; los valores de la derecha, a uno prógnata. Cuando el gráfico no es regular, es indicativo de falta de balance y armonía.

Los pacientes con dentición temporal son de dentición retrusiva, que se va haciendo ligeramente protrusiva con la erupción de los incisivos permanentes.

Downs afirma que la musculatura, tanto activa como pasiva, ejerce fuerzas que modifican a la posición dental.

El objetivo para Downs es crear una oclusión balanceada funcional, al tiempo que se mantiene el perfil facial balanceado.

### **ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO DE STEINER <sup>(21,22)</sup>**

Steiner presentó su método en 1953 (otro autor menciona que fue en 1950), pero fue revisado en 1959, esta revisión implicaba el mejoramiento del procedimiento, para aumentar su precisión y hacer más sencilla su utilización. La línea de referencia utilizada como base del análisis es la línea SN, elegida por el autor por su fácil localización. Aunque esta línea no es estable durante el crecimiento.

Este análisis se divide en tres apartados:

- Examen esqueletal
- Examen de los dientes con respecto a sus huesos basales
- Examen de tejidos blandos

### Examen esqueletal

1. Posición anteroposterior del maxilar superior. Steiner relaciona la posición del maxilar superior con respecto a la base del cráneo utilizando el ángulo SNA, formado por el cruce de la línea SN con la línea NA. Su valor promedio es de  $82^\circ$  para adultos y  $80^\circ$  para niños; algunos autores sólo mencionan la medida de  $82^\circ$ , con una variante de  $\pm 2^\circ$ . Un ángulo mayor implica que el maxilar está muy adelantado, y un ángulo pequeño indica que el maxilar está retraído.

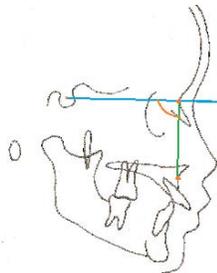


Ilustración realizada por la autora

2. Posición anteroposterior de la mandíbula. Para determinarla, Steiner utilizó el ángulo SNB, dado por la intersección de la línea SN con la línea NB. Su valor promedio es de  $80^\circ$  para pacientes adultos y de  $78^\circ$  para los niños; algunos autores sólo dan una media de  $80^\circ$ . Un ángulo pequeño determina una mandíbula retrógnata y una mandíbula prognata dará valores más grandes.



Ilustración realizada por la autora

3. Ángulo ANB. La diferencia entre el ángulo SNA y el SNB es de un valor promedio de  $2^\circ$ , lo que representa el “resalte” de la base maxilar con la mandibular.
4. Ángulo SND. Posición anteroposterior mandibular con la base del cráneo. Se hace el mismo procedimiento que los dos ángulos anteriores, solo que ahora con el punto D. Representa el grado de protrusión o retrusión de la mandíbula. Su valor es de  $76^\circ$ .



Ilustración realizada por la autora

5. Distancia SE. Se unen los puntos S y E, sobre la línea SN. Tiene un valor aproximado de 22 mm y ubica al cóndilo con la base del cráneo.

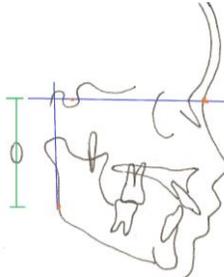


Ilustración realizada por la autora

6. Distancia SL. Se unen los puntos S y L, sobre la línea SN, se forma por la unión de los puntos S-L. Su valor medio es de 51 mm. Informa sobre el tamaño efectivo del cuerpo mandibular.

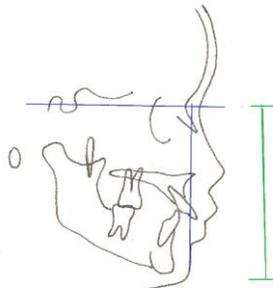


Ilustración realizada por la autora

7. Existe otro ángulo, el craneomandibular; formado por el plano mandibular y línea SN. Su valor medio es de  $32^\circ$ . Indica la orientación e inclinación del maxilar con respecto a la base del cráneo. Si el ángulo es mayor, existe una dirección de crecimiento vertical, y la distancia SL más corta e inversamente.

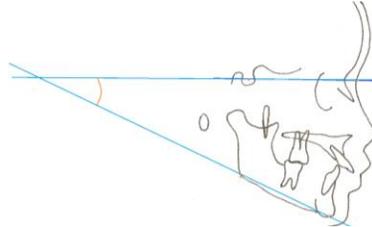


Ilustración realizada por la autora

### Análisis dental

#### *Incisivo superior con relación al maxilar*

8. Distancia 1-NA. Es la distancia entre el punto más vestibular del incisivo central y la línea NA. Determina la posición de los incisivos superiores, con respecto a su base apical y tiene un valor promedio de 4 mm



Ilustración realizada por la autora

9. Ángulo 1-NA. Es el que se forma por el cruce del eje axial del incisivo central superior con la línea NA. Para determinar el grado de angulación de los incisivos superiores con su base apical y tiene un valor promedio de  $22^\circ$ , aunque Chaconas marca  $25^\circ$ .



Ilustración realizada por la autora

*Incisivo inferior con relación a la mandíbula.*

10. Distancia 1inf. -NB. Es la distancia entre el punto más vestibular del incisivo central inferior a la línea NB. Determina la posición de los incisivos inferiores con respecto a su base apical y tiene un valor promedio de 4 mm.



Ilustración realizada por la autora

11. Ángulo 1inf. -NB. Es el ángulo formado por la intersección del eje axial del incisivo central inferior con la línea NB. Para determinar el grado de angulación de los incisivos inferiores con su base apical, su valor promedio es de 25°.

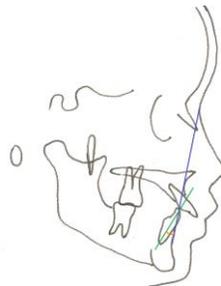


Ilustración realizada por la autora

12. Relación de Holdaway. Se mide la distancia entre el punto Pg y la línea NB; por otro lado, se mide la distancia entre el punto más vestibular del incisivo inferior y la línea NB. Ambas distancias deben ser iguales. Holdaway consideraba la igualdad de longitud de estas dos líneas, siendo su diferencia estándar de 2 mm.



Ilustración realizada por la autora

13. Para completar el estudio de los incisivos, Steiner utilizó el ángulo interincisivo de Downs, formado por el corte de los ejes axiales de los incisivos, ambos, superior e inferior. Informa de la angulación de los incisivos superiores e inferiores entre sí con respecto a la cara. Su valor es de  $131^\circ$  (otros autores dan un valor de  $130^\circ$ ).

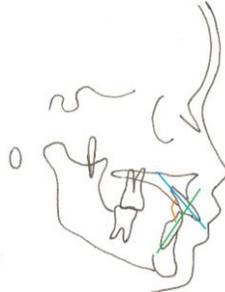


Ilustración realizada por la autora

14. Por último, el ángulo formado por el plano oclusal con la línea SN. Para ubicar los dientes en oclusión y el grado de inclinación con respecto a la base del cráneo; con un valor de  $14^\circ$ . Este análisis, a diferencia del de Downs, utiliza la línea SN, no el plano de Frankfort.

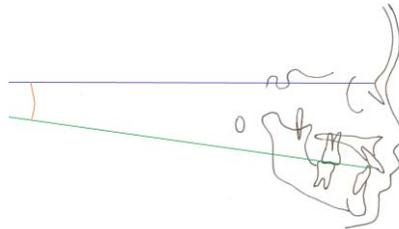


Ilustración realizada por la autora

### Análisis estético

Ambos labios deben tocar la línea S. Cuando la sobrepasan hay protrusión labial, si sucede lo contrario existe una retrusión labial.

### **ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO DE RICKETTS <sup>(19,22)</sup>**

Este análisis fue desarrollado en 1957, ha experimentado desde entonces un gran desarrollo hasta ser ahora un análisis complejo, que utiliza varias incidencias y decenas de puntos cefalométricos. Las principales líneas de

referencia utilizadas son la línea de Frankfort, la línea basion-nasion y la vertical pterigoidea.

Este método no sólo permite estudiar la situación actual del paciente, sino que también puede servir para predecir los efectos que tendrá el crecimiento en el paciente.

Los componentes principales de este análisis son:

1. Análisis cefalométrico de perfil.
2. Análisis cefalométrico frontal.
3. Predicción de crecimiento a corto plazo.
4. Predicción de crecimiento a largo plazo.
5. Principios de la utilización de la cefalometría computarizada.

De estos cinco componentes sólo se explicará el primero, del que sólo se comentará el análisis simplificado de Ricketts, que consta de 10 factores descriptivos establecidos para un paciente de nueve años de edad.

Estos diez factores se agrupan en cuatro áreas:

1. Posición del mentón en el espacio.
2. Posición del maxilar superior.
3. Posición de los dientes.
4. Análisis del perfil blando.

Descripción de los factores cefalométricos:

*Posición del mentón en el espacio.*

1. Eje facial. Ángulo formado con los planos basion-nasion y Pt-Gn. La norma clínica es de  $90^\circ \pm 3^\circ$ . Indica la dirección de crecimiento del mentón y expresa la relación proporcional entre la altura y la profundidad de la cara. Un ángulo menor indica un mentón retruido y un crecimiento

facial predominantemente en sentido vertical, contrario a esto, un ángulo mayor indica un mentón protrusivo y un patrón de crecimiento horizontal.

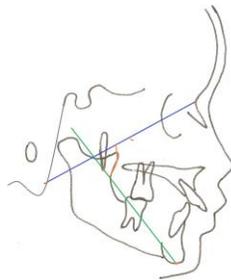


Ilustración realizada por la autora

2. Profundidad facial o ángulo facial (nombrado así por Canut, y por Barahona y Benavides, respectivamente). Es el ángulo formado por el plano facial (plano N-Po) y el plano de Frankfort (FH). La media es de  $87^\circ \pm 3^\circ$  (aumenta  $1^\circ$  cada 3 años). Localiza el mentón en el plano horizontal, indicando su posición espacial anteroposterior.

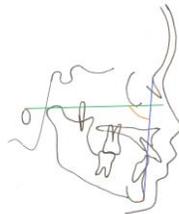


Ilustración realizada por la autora

3. Plano mandibular. Es el ángulo formado por el plano mandibular (M-Ag) con el plano de Frankfort (FH). La media es de  $26^\circ \pm 4.5^\circ$  (disminuyendo  $1^\circ$  cada 3 años). Expresa la posición horizontal y vertical del mentón. Si el valor de este ángulo es alto, se habla de una tendencia a presentar la mordida abierta de origen mandibular; un valor bajo implica una tendencia a presentar supraoclusión esquelética de origen mandibular.

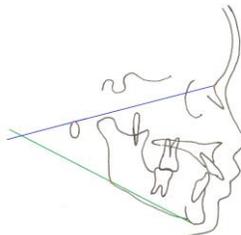


Ilustración realizada por la autora

4. Altura facial inferior. Es el ángulo formado por los puntos Xi, Pm y ANS, con vértice en Xi. Con una norma clínica de  $47 \pm 4^\circ$ . (constante con la edad). Cuando el valor es alto (hiperdivergente), indica una mordida abierta esquelética; cuando es bajo indica una supraoclusión esquelética (hipodivergente).

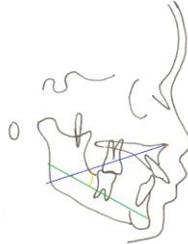


Ilustración realizada por la autora

5. Arco mandibular. Es el ángulo formado por el eje del cuerpo con el eje condilar. La norma es de  $26 \pm 4^\circ$  (aumenta  $0.5^\circ$  por año). Indica el grado de inclinación del cóndilo y del desarrollo mandibular. Si el valor es alto, se trata de una mandíbula cuadrada, de patrón prognático y tendencia a la supraoclusión esquelética. Un valor bajo indica un patrón vertical retrognático con tendencia a la mordida abierta esquelética de origen mandibular.



Ilustración realizada por la autora

### *Posición del maxilar superior*

6. Convexidad facial. Es la distancia horizontal del punto A al plano facial. Su valor medio es de  $+2 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  (disminuye  $0.2 \text{ mm}$  por año). Los valores altos indican una clase II esquelética, mientras que los bajos indican una clase III esquelética.



Ilustración realizada por la autora

### *Posición de los dientes*

7. Posición del incisivo inferior. Es la distancia del borde incisal del incisivo central inferior al plano dentario. La media es de  $+1 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ . Define el grado de protrusión o retrusión de los incisivos inferiores, y su posición relativa con su hueso basal de soporte.

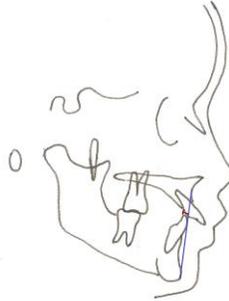


Ilustración realizada por la autora

8. Inclinación del incisivo inferior. Es el ángulo formado por el eje axial del incisivo inferior con el plano dentario. El valor medio es de  $22^\circ \pm 4^\circ$ . Describe su grado de inclinación.



Ilustración realizada por la autora

9. Posición molar superior. Es la distancia del punto coronario más distal del molar a la línea vertical pterigoidea. La norma clínica es igual a la edad  $+3 \text{ mm}$ . Determina si la clase de Angle molar se debe al molar superior o inferior.

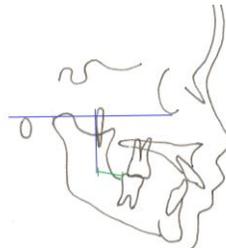


Ilustración realizada por la autora

### *Análisis del perfil blando*

10. Protrusión labial. Es la distancia del punto más anterior del labio inferior al plano estético. El valor promedio es de  $-2 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  (disminuye 0.2 mm por año). Expresa el equilibrio estético de los labios con el resto del perfil blando facial. Informa sobre el grado de protrusión o retrusión labial.



Ilustración realizada por la autora

### **ANÁLISIS DE McNAMARA <sup>(19)</sup>**

Este estudio, publicado en 1984, utiliza tres recursos:

- Estándares de Bolton
- Muestra de Ann-Arbor
- Muestra de Burlington

Junto con mediciones originales, combina elementos de métodos anteriores. Emplea el plano de Frankfort y la línea basion-nasion.

1. Uno de los fines que este estudio pretende es determinar la *posición del maxilar con respecto a la base craneal*. Del punto A a la línea NP (nasion perpendicular), La norma es de 0 mm.



Ilustración realizada por la autora

También evalúa el perfil de tejidos suaves del paciente, es decir, el ángulo nasolabial y el contorno del labio superior.

NP es una línea de orientación (determina la posición maxilar), sin embargo, su utilización tiene ciertas limitaciones. Como la maloclusión clase III, donde existe una base craneal anterior corta. De igual manera resulta utilizar el punto A cuando hay una excesiva lingualización de la corona, en una clase II división 2.

2. Para determinar la *relación intermaxilar*, se toma la longitud de la cara media y la mandíbula. La longitud de la cara media, se considera por la medida de una línea que va desde el punto Co (condylion) al punto A. La longitud de la mandíbula va desde el punto Go a gnation. Ambas medidas se correlacionan geoméricamente. Un aumento o disminución en la dimensión vertical puede alterar la relación máxilo-mandibular.

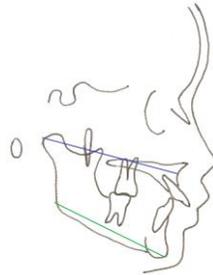


Ilustración realizada por la autora

3. Para evaluar la *dirección de crecimiento*, al trazar la línea Ba-Na y cruzarla con la línea que va de la parte posterior de la fisura pterigomaxilar a gnation; el ángulo formado por el cruce de estas dos líneas, es regularmente de 90°, su variación sería indicativo de crecimiento horizontal o vertical.

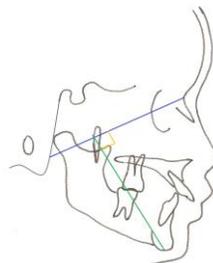


Ilustración realizada por la autora

4. El análisis del plano mandibular, se utiliza para determinar si hay aumento o deficiencia de la altura del segmento facial inferior. Es el ángulo formado entre el plano de Frankfort y el plano mandibular. Su promedio es de  $22^\circ$ .

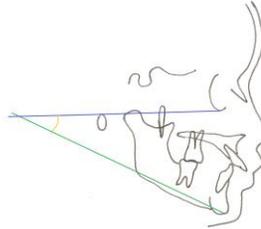


Ilustración realizada por la autora

### **ANÁLISIS DE JARABAK<sup>(20, 21, 22)</sup>**

Este análisis determina el crecimiento de forma cualitativa y cuantitativa en otras palabras, la dirección y capacidad de crecimiento; además de definir mejor la biotipología facial.

Jarabak cambió y actualizó el trabajo de Bjork, quien publicó una serie de estudios entre 1947 y 1963.

Bjork se dedicó a darle seguimiento a las estructuras craneofaciales durante el crecimiento. Realizó mediciones a 300 niños, de aproximadamente 12 años de edad, y a una cantidad parecida de soldados entre los 21 y 23 años de edad, en los que realizó aproximadamente 90 mediciones.

Cuando el paciente no posee un biotipo claramente definido, el polígono de Jarabak puede determinar eficazmente la reacción que tendrá el paciente ante el tratamiento.

Jarabak era partidario de obtener la mejor visión del caso con la menor cantidad posible de medidas cefalométricas. Para esto era necesario obtener un diagnóstico, para planificar el caso y evaluar posteriormente.

El crecimiento para Jarabak era divisible en tres categorías, tomando en cuenta la dirección de crecimiento.

- Crecimiento siguiendo el sentido de las manecillas del reloj, (CW)
- Crecimiento en dirección contrario a las agujas del reloj, (CCW)
- Crecimiento directo hacia abajo.

*Crecimiento que sigue la dirección de las manecillas del reloj (CW).*

La parte anterior de la cara está presentando un crecimiento hacia abajo (combinado con un crecimiento hacia adelante o hacia atrás), este crecimiento es mucho mayor que la parte posterior de la cara.

Es decir, un crecimiento vertical del maxilar superior y el crecimiento de los procesos alveolares superior e inferior, es mayor que el crecimiento de la zona posterior; todo este conjunto de factores resulta en el desplazamiento de la sínfisis hacia abajo.

*Crecimiento en dirección contraria a las agujas del reloj, (CCW)*

En este caso, las que crecen proporcionalmente más rápido son la altura facial posterior y la profundidad facial; ambas pueden estar aumentando hacia abajo y adelante o hacia abajo y atrás. La parte anterior de la cara presenta un notable menor crecimiento. El desarrollo vertical anterior es notablemente menor, pues la cavidad glenoidea y el cóndilo también crecen, por lo que ahora la sínfisis se desplaza hacia adelante.

*Crecimiento directo hacia abajo*

Es un crecimiento que sólo existe al haber un equilibrio tanto de la altura facial anterior como la altura de la parte posterior de la cara. En este caso, la sínfisis mandibular se mueve de forma casi directa hacia abajo.

## CONCLUSIONES

Al finalizar la realización de este trabajo, las conclusiones son:

La forma de clasificar a la especie humana y los criterios de clasificación dejaron de ser subjetivos, actualmente, dependen totalmente de mediciones y valores numéricos.

La necesidad de crear clasificaciones objetivas llevó a los científicos a realizar mediciones sobre cráneos, hecho que yo propongo como el primer peldaño en el camino del descubrimiento de la cefalometría.

El descubrimiento de los rayos X marcó profundamente la manera de realizar estas clasificaciones, creando un “antes” y un “después” en la historia de la cefalometría. Los rayos X fueron el segundo peldaño necesario para que los análisis cefalométricos surgieran.

La cefalometría fue únicamente la convergencia de ambos caminos que ya estaban en el proceso de mejorar, tanto de los rayos X como de la craneometría.

Existen numerosos análisis cefalométricos; en esta investigación se describen seis, pero existen muchos más.

Cada análisis cefalométrico es importante y no debe ser ignorado, pues al realizar un análisis integrado, es decir un análisis que los utiliza todos, diferentes perspectivas permiten entender la problemática particular de cada paciente.

Al combinar los análisis cefalométricos, o bien, considerarlos a todos, es posible obtener una media sobre los resultados arrojados. Obteniendo de este modo valores que permiten una clasificación más certera y apegada a la realidad, que cuando se hace uso de un solo análisis.

Como resultado, el caso particular del paciente y su problemática son revisados y estudiados desde numerosas perspectivas. Esto hace más difícil que haya lugar a errores y permite un diagnóstico más certero.

Finalmente, los objetivos de este trabajo se han cumplido, pues el clínico es capaz de realizar un análisis integrado utilizando esta investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Melotti, U., El hombre entre la naturaleza y la historia. La dialéctica de los orígenes. Barcelona, España. editorial Península. 1981. Pp. 110-119
2. Parodi, M. J., Biblos, la ciudad del papiro. Historia NG nº 112, [http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/historia/grandes\\_reportajes/8199/biblos\\_ciudad\\_del\\_papiro.html](http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/historia/grandes_reportajes/8199/biblos_ciudad_del_papiro.html)
3. Kolar, J. C., Salter, E. M. Craniofacial anthropometry, practical measurement of head and face for clinical, surgical and research use. Springfield, Illinois. Charles C. Thomas Publisher, 1997, Pp. 3-6
4. <http://www.drawingsofleonardo.org/>
5. <http://www.albrecht-durer.org>
6. Comas, J. M., Manual de Antropología Física. México. UNAM. 1983. Pp. 19-20, 34-36, 316
7. <http://books.google.com.mx/books?id=epDcb4vjB0wC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
8. [https://play.google.com/store/books/details/Hip%C3%B3crates\\_Hippocratis\\_Coi\\_De\\_aere\\_aquis\\_locis\\_lib?id=qf\\_qpYTpM38C&hl=es-419](https://play.google.com/store/books/details/Hip%C3%B3crates_Hippocratis_Coi_De_aere_aquis_locis_lib?id=qf_qpYTpM38C&hl=es-419)
9. Companioni B., A.; Rodríguez Q., M.; Días de Villegas R., V; Otaño L., R; Bosquejo histórico de la Cefalometría Radiográfica. Rev Cubana Estomatol, 2008 Jun; 45(2). Hallado en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072008000200009&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072008000200009&lng=es)
10. <http://library.missouri.edu/exhibits/anatomy/phrenology.html>

11. Sanmiguel, R.E. Radiología, Un Siglo de Desarrollo. cinvestav.mx, 2007, enero- marzo, hallado en:  
[http://www.cinvestav.mx/Portals/0/SiteDocs/Sec\\_Difusion/RevistaCinvestav/enero-marzo2007/radiologia.pdf](http://www.cinvestav.mx/Portals/0/SiteDocs/Sec_Difusion/RevistaCinvestav/enero-marzo2007/radiologia.pdf)
12. Philipp Lenard- Facts. nobelprize.org. Nobel Media AB 2013, hallado en  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1905/lenard-facts.htm](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1905/lenard-facts.htm)
13. Lubkin, G. Noviembre 8, 1895: Roentgen Discovery of X-Rays. Aps News, 2001, Series II, vol. 10, página 2. hallado en:  
<http://www.aps.org/publications/apsnews/200111/upload/nov01.pdf>
14. Villaseñor, L. M. La física de las partículas elementales. cecti.com, publicación cuatrimestral, 2011, 12, hallado en:  
<http://www.revistacecti.com/wp-content/uploads/2011/12/EL-RINCON-DEL-LITOFAGO-LA-FISICA-06-.pdf>
15. Brucher S. C., Padró S.M.J., Exactitud del FHAB como test Diagnóstico para determinar la clase esquelética, Universidad de Chile, facultad de odontología. Santiago- Chile 2012., hallado en:  
<http://www.ino.cl/otec/upload/tesis/5.pdf>
16. Carbó A., J. A. Anatomía dental y de la oclusión. La Habana, Cuba. Editorial Ciencias Médicas. 2009. Capítulo 11.
17. Aguila J. Manual de Cefalometría. Caracas: Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latino americanas, C.A; 1996.
18. Olmos B., V.; Olmos I., V.; Olmos B., I.; Historia de la cefalometría. Gaceta Dental. Publicación mensual. 10 de septiembre de 2011. hallado en: <http://www.gacetadental.com/2011/09/historia-de-la-cefalometria/>

19. Barahona C., J.B., Benavides S., J., Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. Revista.colegiodentistas.org. Publicación semestral, vol. 2, no. 1, 2006, hallado en:  
<http://revista.colegiodentistas.org/index.php/revistaodontologica/article/view/24/50>
20. Chaconas, S. J., Orthodontics, México, El Manual Moderno, 1982. Pp. 36- 66
21. Mayoral, J., Mayoral, G., Mayoral, P., Ortodoncia, principios fundamentales y práctica. 6ª edición, Barcelona, España, Editorial Labor, 1990. Pp. 208- 213
22. Canut B., J.A., Ortodoncia clínica. Barcelona, España, Salvat Editores, 1989. Pp. 175 - 179
23. Tenenbaum, M. Ortodoncia. Buenos Aires, Argentina, Editorial Inter-Médica, 1991. Pp.