



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LA PROPORCIÓN ÁUREA EN EL DIAGNÓSTICO
ESTÉTICO EN ORTODONCIA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ROSALINDA SOSA AYALA

TUTOR: Esp. MARÍA TALLEY MILLÁN



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.

[Escriba aquí]

AGRADECIMIENTOS

A mí Madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mí Padre, a quien siempre llevare en mi corazón, ya que siempre me apoyo e impulso.

A todos los profesores que me acompañaron a lo largo de este proceso, quienes me guiaron y forjaron como profesional.

A mí Tutora la Esp. María Talley Millán, por enseñarme que siempre se puede ser mejor, por su tiempo, consejos y apoyo, durante la elaboración de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Odontología.

¡POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU!

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
1. ANTECEDENTES HISTORICOS	6
1.1 Egipto	7
1.2 Grecia.....	8
1.2.1.1 Euclides.....	9
1.2.1.2 Policleto.....	9
1.2.1.3 Pitagoras.....	9
1.3 Renacimiento.....	9
1.3.1.1 Filius Fibonacci.....	14
1.4 Siglo XX.....	14
2. HISTORIA DE LA PROPORCIÓN ÁUREA.....	16
2.1 La proporción aurea.....	16
3. LOS NUMEROS Y LA PROPORCIÓN ÁUREA.....	18
3.1 Número irracional.....	18
4. LA PROPORCIÓN UREAEN LA NATURALEZA, EL CUERPO HUMANO.....	20
4.1 Proporción áurea en la naturaleza.....	20
4.2 Proporción áurea en el cuerpo humano.....	21
4.3 En brazos y manos.....	23
4.4 Proporción áurea en la cara.....	24
4.4.1 Angle, Case Y Kingsley.....	27
4.4.2 Ricketts.....	27
5. PROPORCIÓN ÁUREA EN CEFALÓMETRIA.....	32

5.1	Puntos y planos cefalómetros intervinientes en proporción áurea.....	32
	A. Proporciones áureas basales.....	37
	B. Proporciones áureas relaciones verticales.....	38
	C. Proporciones áureas en la mandíbula.....	39
	D. Proporciones áureas en relaciones maxilo-mandibulares.....	40
6.	PROPORCIONES ÁUREAS EN LA ESTÉTICA DENTAL.....	41
6.1	Relación entre la amplitud binaria y bimolar.....	42
7.	ANÁLISIS EN DENTICION MIXTA A PARTIR DE LA PROPORCIÓN ÁUREA	44
	CONCLUSIONES.....	50
	BIBLIOGRAFIA.....	51

INTRODUCCIÓN

La proporción áurea se encuentra presente en todo el Universo. Desde tiempos antiguos ha estado en diversas culturas representando un ícono de elementos como la belleza y la estética. Consiste en un número que posee muchas propiedades interesantes; fue descubierto como una relación entre partes de un cuerpo, tales como caracoles, nervaduras de las hojas de algunos árboles, proporciones humanas, incluyendo las faciales y dentales, logrando dividir las en tercios exactos de forma horizontal y vertical. Así, cuando se trata de lograr simetría, armonía y balance en la alineación dentaria, la relación entre cara y dientes debe mantener, en lo posible la proporción áurea (1.618ϕ) para mejorar el resultado y cumplir o superar las expectativas del paciente. Se ha reconocido el rol determinante del atractivo facial en la incorporación social del ser humano, de ahí la importancia de poder contar con criterios diagnósticos más efectivos en la evaluación de sus alteraciones. La proporción áurea es una herramienta sugerida en la actualidad para el diagnóstico de las alteraciones estéticas en ortodoncia. Estas relaciones se encuentran en mediciones dentales, faciales y cefalométricas, lo que justifica su empleo en el campo general en Odontología. Su uso ofrece un grupo de ventajas significativas en la evaluación estética de los pacientes. Con la cual el Dr. Ricketts señaló que se podía por primera vez darle un carácter objetivo al concepto de la estética facial en la evaluación ortodoncia.

El presente trabajo tiene como objetivo mencionar la relación de las proporciones áureas en el diagnóstico estético en ortodoncia, mismas que se han descrito en publicaciones científicas.

El sentido de la proporción, pasó de Egipto a Grecia, y posteriormente a Roma. Las más bellas esculturas y construcciones arquitectónicas están basadas en dichos cánones. ²

El busto pintado de la princesa Nefrita esposa del Rey Amenos IV (periodo Amaran 1350-34 a.C.) es una de las piezas del arte egipcio antiguo más conocida. Su nombre significa “Ha llegado la belleza”. Si se observa y analiza sus proporciones se le considera un rostro atractivo y bello. ³



Fig.1.2 Busto pintado de la princesa Nefertiti.

1.2 Grecia

Es en Grecia, lugar donde se tiene noticia como primer antecedente, en relacionar a la armonía y estética facial. Los filósofos griegos y antiguos matemáticos lucharon por definir las leyes de la belleza. Siendo así, que en el pensamiento griego, la proporcionalidad tenía una importancia fundamental que se expresaba en los elementos de la naturaleza, en el hombre, en sus construcciones y en la relación con lo divino. Esta idea de la proporción, como fundamento de la armonía y de la simetría, se manifestaba en una proporción geométrica y estética que sobresalían en todas las alternativas del conocimiento. ²

Los griegos buscaban formas para describir la belleza acorde a una colección de líneas y ángulos matemáticos. En la arquitectura y en la escultura desarrollada por los griegos, el cuerpo humano fue considerado el ejemplo más perfecto de simetría, pero no sólo en estas áreas se expresaba esta tendencia, pues todo su esfuerzo cosmovisiones, buscaba situar al hombre en el centro del universo, privilegiando el desarrollo físico y espiritual en un contexto armónico. ⁴

1.2.1 Euclides

La primera definición precisa de lo que más tarde se conoció como proporción áureas realizó alrededor del año 300 a.C. por el fundador de la geometría como sistema deductivo formal, Euclides de Alejandría, y fue descrita como uno de los 13 elementos. ⁴

Euclides definió una proporción derivada de la simple división de una línea en lo que denominó su <<media y extrema razón>>. En palabras de Euclides: “Se dice que un segmento está dividido en media y extrema razón cuando el segmento total es a la parte mayor como la parte es a la menor”. ⁵



Fig.1.3 Euclides matemático y geómetra griego.

1.2.2 Policleto

Policleto (450-420, a.C.), escultor griego del periodo clásico, realizó un cuidadoso estudio sobre las proporciones del cuerpo humano, un canon de la belleza ideal masculina basada en estrictas proporciones matemáticas. Sus figuras poseen una marcada musculatura y los rostros cuadrados más que ovalados, con frentes anchas, narices rectas y barbillas pequeñas. Existen replicas en mármol de sus estatuas más famosas, tales como el Doríforo, que se encuentra en el Museo Arqueológico de Nápoles, Italia⁶.

1.2.3 Pitágoras

Pitágoras nació alrededor del 570 a.C. en la Isla de Samos en el mar de Egeo, cerca de Asia Menor, y emigró entre el 530 y 510 a.C. a Crotona⁷, conocida como la Magna Grecia. Pitágoras vivió en Egipto durante 22 años, donde habría aprendido de los sacerdotes egipcios matemáticas, filosofía y temas religiosos. Tras la invasión de Egipto por parte de las tropas persas, Pitágoras fue llevado Babilonia junto a otros sacerdotes egipcios. Allí pudo entrar en contacto con la tradición matemática mesopotámica. Para los pueblos egipcios y babilónicos, las matemáticas proporcionaban prácticas herramientas en forma de <<recetas>> diseñadas para cálculos específicos⁶.

1.3 Renacimiento

En esta época se comienza a tomar en cuenta la parte médica como la artística; las medidas proporcionales reales; logrando avances en el arte y la anatomía. Es cuando artistas como Leonardo da Vinci y Miguel Ángel se preocupan en estudiar las proporciones humanas para crear arte, y

relacionándolas con conocimientos de anatomía les permiten la realización de sus obras clásicas, basándose en conocimientos de los cánones egipcios y griegos.

Una de las obras de arte más admiradas por el mundo es la escultura El David, de Miguel Ángel, que se considera frecuentemente como una manifestación de la perfección. Esta obra pone de manifiesto que muchas de las diferentes proporciones, dentro de lo que se consideró perfección en esa época, vienen dadas por la proporción áurea⁷.



Fig. 1.4 El David, de Miguel Ángel.

El David, de Miguel Ángel. Marco Vitrubio Polio, arquitecto e ingeniero romano, es quien escribió dos siglos después de Platón, diez libros, que contienen conocimientos sobre lo arquitectónico greco-romano. Platón explica que es imposible combinados cosas sin una tercera; hace falta una relación entre ellas que los ensamble, la mejor unión para esta relación es el Todo. La suma de las partes, como Todo, es la más perfecta relación de proporción⁷. Vitrubio acepta el mismo principio, pero dice que la simetría consiste en el

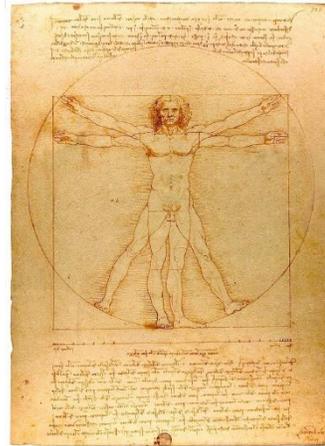


Fig. 1.6 El Hombre de Vitruvio.

También se le conoce como el Canon de las proporciones humanas, símbolo de la simetría básica del cuerpo humano y, por extensión, del universo en su conjunto. El Hombre Vitruviano El dibujo está realizado en lápiz, tinta y acuarela, mide 34.3 x 24.5cm. ⁹ (Fig. 7). Da Vinci estudió la belleza humana, además de inspirarse en los estudios hechos por Vitruvio retomando los análisis en cuanto a la sección áurea y las proporciones humanas para hacer el famoso dibujo.⁸

Las ideas sobre la armonía y la proporción humana tomaron un nuevo impulso durante el Renacimiento italiano. Fray Luca Paccioli, matemático y sacerdote, publica su libro *De Divina Proportione* (La divina proporción, sosteniendo que es una de las múltiples razones o cocientes que podían expresar una proporción numérica⁹.

En su libro en el capítulo quinto sintetiza las siguientes correspondencias que guarda la proporción áurea con los atributos de la Divinidad:

1. Es una sola unidad y no más; es el supremo epíteto de Dios mismo.
2. La Divina Proporción corresponde con la Santísima Trinidad, y de igual modo una misma proporción se encontrará siempre entre tres términos.
3. Así como Dios es indefinible, también la Divina Proporción.
4. Dios nunca puede cambiar y está en todo, así la Divina Proporción.
5. Así como Dios confiere al Ser la virtud celeste, llamada quintaesencia, y mediante ella a los otros cuerpos simples: tierra, agua, aire y fuego, que tienen forma propia: cubo, icosaedro, octaedro, tetraedro; atribuyéndole a la Divina Proporción el dodecaedro.¹⁰

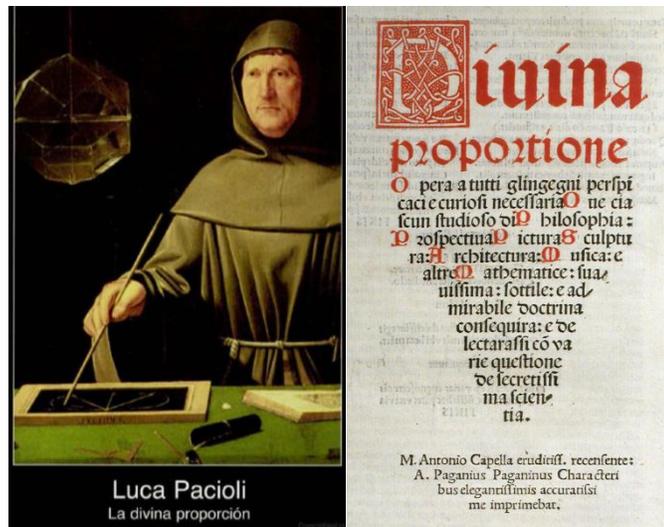


Fig.1.7 Luca Paccioliy su libro “Divina proportione”.

1.3.1 Filius Fibonacci

En 1202, Filius Fibonacci cambia el uso de la numeración romana por la arábica. Él propone, en base a la observación realizada de la reproducción de los conejos, que su multiplicación no seguía una progresión geométrica ordinaria y que su población se incrementaba en una proporción aritmética, en base a la cual refiere el factor $\Phi=1.618$ veces el número tomado como una unidad. ¹¹

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...



Fig. 1.8 Filius Fibonacci

1.4 Siglo XX

Los conocimientos matemáticos de la proporción áurea ya estaban madurando, y se retomaron cuando Adolfo Zeising (1810-1876) redescubrió y confirmó con sus experimentos de 1850 que esta proporción está presente en el cuerpo humano. Trató de imponer la cuantificación del cuerpo con base en sus propias medidas, de acuerdo con una relación de proporciones que se encuentra constantemente en la naturaleza. ¹²

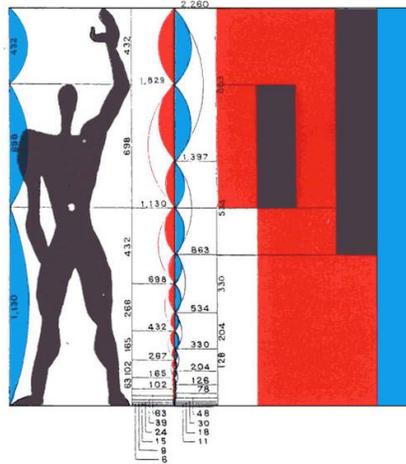


Fig1.9 El Modulor.

El arquitecto Le Corbusier, escribió distintos libros en lo que expone sus ideas de una manera que complementa sus propios proyectos. Entre los años 1942 y 1948, desarrolló lo que actualmente conocemos como el Modulor. Éste es un sistema de medidas, en el cual cada magnitud tiene relación con las demás según la proporción áurea, la cual se relaciona con las medidas del cuerpo humano. ¹²

2. HISTORIA DE LA PROPORCIÓN ÁUREA

2.1 La proporción áurea

Para comprender la proporción áurea importante conocer la serie de Fibonacci, y así explicar la notoria armonía que surge de esta serie de relaciones, que comparadas resultan de una proporcionalidad constante representada por Phi: 1.618, que, aplicado a las medidas de líneas, figuras, y/o cuerpos, guardan una misma relación áurea.⁴

La proporción áurea ha sido descubierta también en la geometría del arte Mesoamericano, lo cual nos cuestiona si realmente se utilizaba una metodología o fue instintivamente empleada en tales diseños. La pintura, la geometría, la escultura, se suman a las áreas donde esta proporción ha jugado un papel relevante, al igual que en la naturaleza y los animales, teniendo una belleza armónica inexplicable.⁷

La proporción áurea es conocida también como extrema razón, proporción o relación dorada, número dorado y divina proporción.²² Si cortamos una línea en dos segmentos desiguales, donde el mayor sea igual proporcional al Todo, es decir, a la línea, como el menor lo es al mayor, obtenemos una proporción de asimetría armónica llamada sección áurea. Es así como se establece una relación de tamaños con la misma proporcionalidad entre el Todo dividido en mayor y en menor.⁴

La proporción áurea es representada por la letra griega ϕ (Phi) por Mar Barr en 1900 en honor al escultor Fidias (autor del templo El Partenón), este número corresponde a la cifra 0.618. Explicándolo de otra manera: si a 1, nuestra unidad, le restamos el número áureo, en este caso 0.618 obtendremos 0.382. Si a 0.618 le restamos 0.382, obtenemos 0.236, y si sumamos las diferencias obtenidas, 0.382 y 0.236, encontramos como resultado 0.618.¹²

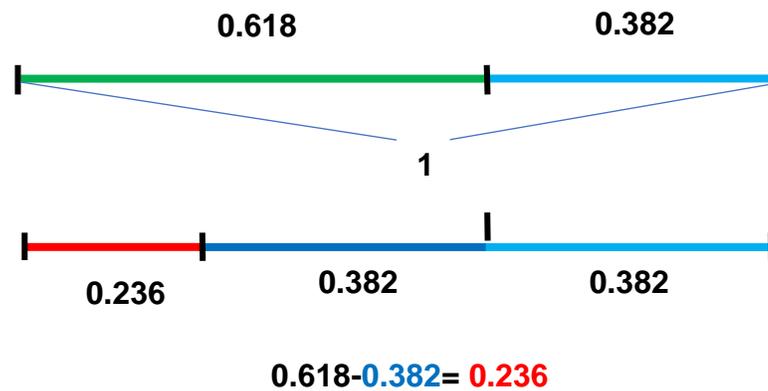


Fig.2.1 Representación de proporción áurea

El 1, la unidad, equivale al 100%, 0.618, al 61.8%, y si el 0.618 lo tomamos como el 100%, el 0.382 (equivalente al segmento menor del Todo) corresponderá al 61.8%, es por ello que existe la proporcionalidad entre el segmento menor con respecto del mayor, y el mayor con respecto al todo.⁴ Esta relación se ha determinado en diferentes áreas de la ciencia como una manifestación esencial del balance y la proporción.⁹

3. LOS NÚMEROS Y LA PROPORCIÓN ÁUREA

Conforme han pasado los siglos, la mente humana ha ido madurando y comprendiendo que lo que vemos en el mundo se puede expresar de una forma numérica para poderlo explicar y representando. Así los números son símbolos y conceptos de ideas, que los hombres han establecido para representar cantidades, las cuales no solamente se utilizan en las matemáticas como ciencia, sino también sirven para organizar cualquier cosa.

Según Schnerider, la evolución del pensamiento en torno a los números ha llevado a mentes destacadas de la historia a prestarle real interés a la proporción áurea, con lo que su estudio se ha profundizado. Han sido tan grandes las aportaciones de estas personas que inclusive han llegado a cambiar parcial o totalmente el nombre de los números que se refieren a la proporción, dejando una huella más de su paso por la tierra. ¹³

3.1 Número irracional

Un número irracional es un número que no se puede escribir en fracción, pues sus decimales aumentan progresivamente sin repetirse; nunca terminan. ⁴

Phi(φ)

Phi(φ) es también conocido como el *número de oro* o *número áureo*, es un número interminable su valor aproximado y reducido es 1.618. Se trata de una constante matemática que fue descubierta por los griegos como una proporción o relación entre las partes de un cuerpo o cuerpos. ⁹

El número áureo representa la proporción que existe entre dos segmentos, de tal manera que el segmento menor es la mayor lo que *el mayor es a la totalidad*, La fórmula es:

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{(a + b)}{a}$$

De suerte que el segmento ab es 1.618 veces a y a es 1.1618 veces b . Inversamente, b es 0.618 veces a , y a es 0.618 veces ab . Una explicación más sencilla de la proporción áurea podría ser esta: tomamos una línea y la dividimos en dos secciones de tal forma que la división generada en este corte coincida exactamente en una relación de proporción igual al primer corte. La relación entre la parte a y la parte b es tal, que la razón y la proporción que a guarda con a y b . Dicho de otro modo: ab guarda con a la misma proporción que a guarda con b (si $a= 1.0$: $b= 0.0618$).de tal manera que si separamos los dos segmentos y colocamos una ates o después del otro y los dividimos, de las dos formas el resultado es;1.618.¹¹

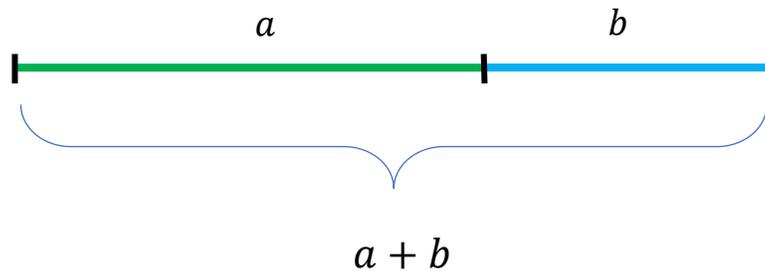


Fig.3.1 Proporción que a guarda con a y b .

4. PROPORCIÓN ÁUREA EN LA NATURALEZA, EL CUERPO HUMANO.

4.1 Proporción áurea en la naturaleza

Existen muchas propiedades y numerosas curiosidades sobre la serie de Fibonacci y la proporción áurea, ya que están relacionadas en la naturaleza. La naturaleza ha creado toda clase de intrincados diseños matemáticos, incluyendo una variedad de espirales. Existen diversos ejemplos, la mayoría de las flores tienen un número de pétalos que coincide con la serie, esto es 3, 5, 8, 13, 21 pétalos. ¹³



Fig. 4.1 Ejemplos de la serie de Fibonacci en flores.

También en los girasoles encontramos esta serie, sus semillas, ubicadas en la gran parte central de las flores, tienen una implantación en espiral: hay dos líneas de espiras, las que giran a la izquierda y las que giran a la derecha. ⁵

- En el caracol Nautilus presenta un diseño en espiral que crece según la famosa serie 16 Girasol y caracol Nautilus.

- En las escamas de las piñas se encuentran disposiciones similares de espirales opuestas (cinco en una dirección y ocho en otra) en una relación.



Fig.4.2 Ejemplos de la naturaleza en la cual se observa una serie de implantación en espiral.

4.2 Proporción áurea en el cuerpo humano

El hombre se sitúa espontáneamente en el centro de las cosas que lo rodean y así descubre la simetría, la asimetría, relaciona los tamaños, las equivalencias, las medidas y proporciones de éstas diferencias; la proporción áurea vendría a ser entonces un equilibrio de éstas proporciones. Las proporciones en el cuerpo humano nos ayudan a identificar una mujer o un hombre cuando es armónico o no. El cuerpo humano ha sido estudiado y se ha visto que la altura de éste, puede ser seccionado por la proporción áurea, la cual resulta al dividir el centro del ombligo y de ahí se forman dos medidas.

4

Las proporciones en el cuerpo humano están presentes desde recién nacidos hasta que se alcanza un crecimiento pleno. De gran interés es la proporción de los dedos de los pies y de las manos, de los brazos a la cabeza,

la gama de huesos que componen nuestro cuerpo, ojos, corazón, por citar algunos. ⁸

Si se divide la altura total de una persona ideal y se divide secuencialmente en proporciones áureas, se marcan en el cuerpo los tamaños proporcionales que nuestros ojos y cerebro captan como correctos. En la figura 4.3 se muestra un adulto bien proporcionado dividido en múltiples segmentos en proporción áurea. ⁴

Las siguientes partes conllevan, en cuerpos ideales, una relación en proporción áurea:

- Rodillas
- Ombligo
- Pecho
- Mentón
- Cabeza

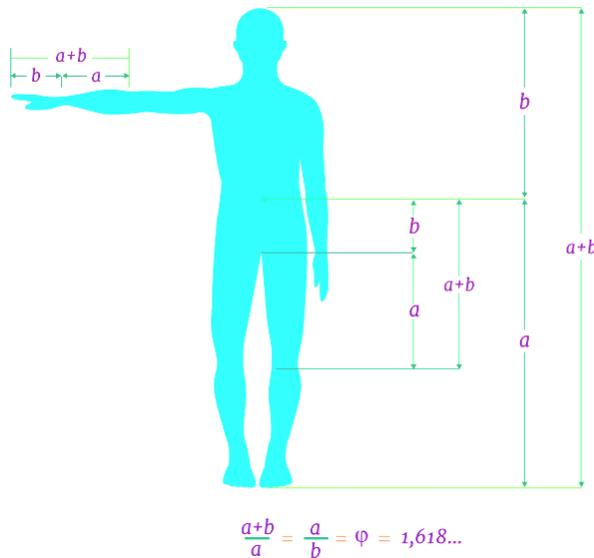


Fig. 4.3 Adulto bien proporcionado dividido en múltiples segmentos en proporción áurea.

4.3 En brazos y manos

Policleto (440-30 a.C.) fue uno de los primeros que explico la relación entre el tamaño de los dedos de la mano misma.

Posteriormente se vio que tanto los dedos con la mano, como ésta con el brazo (Lawlor, 1982), se encuentra en proporción áurea pues mantienen una proporción áurea pues mantienen una relación de 1.618, respectivamente. ⁴

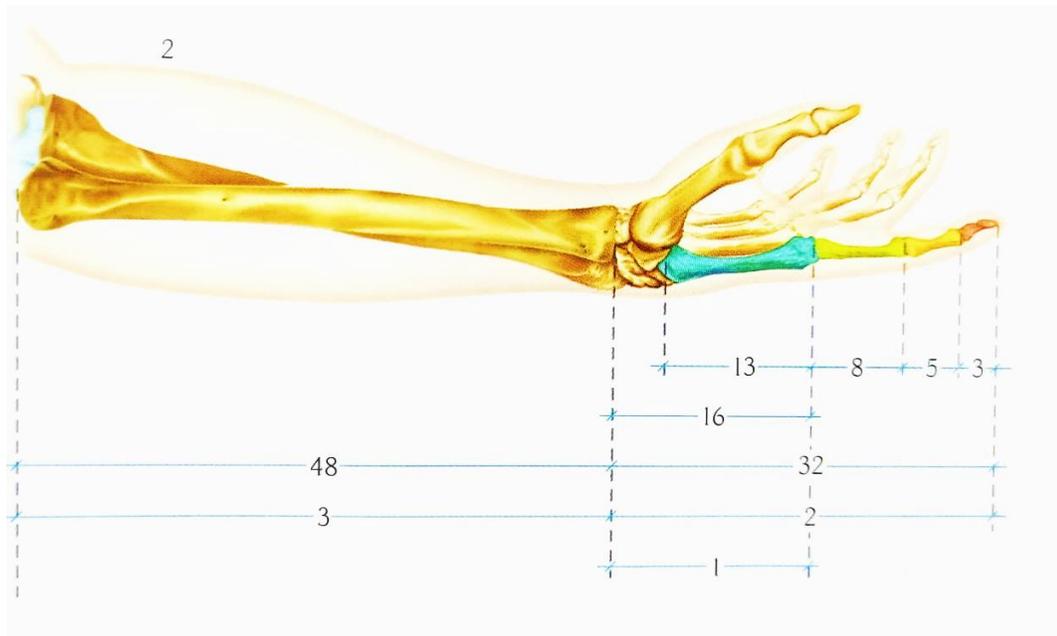


Fig. 4.4 Proporción áurea en relación al brazo.

Si dividimos el largo de la mano en secciones de 1.618, se vara que hay tres falanges en cada uno de los dedos: en donde el más grande es igual a la ⁴suma de las otras dos más pequeñas, y donde las falanges de todos los dedos se relacionan entre sí de acuerdo con la regla de proporción áurea: en esta operación se ve muy claramente la serie de Fibonacci. ⁴

4.4 Proporción áurea en la cara

La necesidad de conocer las proporciones constantes de la cara no obedece solamente a intereses artísticos, sino que también es muy útil en la medicina. Quienes más interés han puesto en ello junto con los cirujanos plásticos, son los cirujanos maxilofaciales, protesistas y sobre todo los ortodoncistas, pues además de trabajar en rehabilitar la función de los órganos, también se preocupan por el resultado estético. Por ello muchos han incorporado, con fines prácticos los cánones de los antiguos maestros (como el de los tercios o el de los quintos) y en los últimos años, el conocimiento de la proporción áurea.

Lo anterior es para reconocer las proporciones que determinan el atractivo de cada individuo. Este entrenamiento se asienta en los preceptos enseñados por Policleto, ligeramente modificados desde entonces, cuya base es el canon de los tercios y de los quintos. ⁹

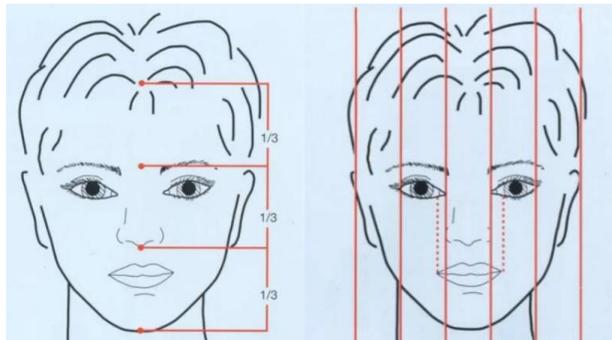


Fig.4.5 Ejemplo de división en tercios y en quintos.

Los análisis faciales que estamos acostumbrados a revisar son los mismos que utilizan pintores, caricaturistas o cirujanos. Aunque en la pintura se puede trabajar así, en el área médica hay que considerar que todos los

rostros son diferentes, por lo que deben coordinar las medidas preestablecidas de cada uno y conocer los alcances del tratamiento.

La forma más común de evaluar el rostro de una persona es medirlo en centímetros milímetros, o analizarlo por tercios o quintos; con ellos se puede describir perfectamente, pero no se indica si está o no proporcionados.

Al analizar una cara humana se observa que es una estructura simétrica, pues la anatomía, la armonía, el balance y la proporción muestran que la naturaleza tiene vínculos que pueden referirse matemáticamente, con el fin de comprenderlos, describirlos y repetirlos.¹⁰

En la cara hay diversas líneas de orientación, horizontales y verticales, tomamos como referencias las estructuras anatómicas que son visibles.

Una línea media vertical que corre desde el centro de la glabella, pasa a través del puente de la nariz, del filtrum y por el tubérculo labial superior divide a la cara en dos mitades, la derecha y la izquierda; normalmente existe una simetría dinámica entre las dos mitades.³

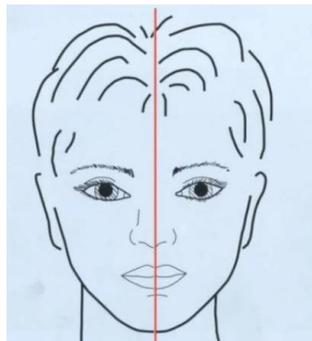


Fig.4.6 Línea media vertical.

En la fase inicial del tratamiento, el trazado lineal facial, tanto vertical como horizontal, servirá como elementos de anclaje de los sectores dentarios anteriores y posteriores. ³

La cara se puede dividir horizontalmente en cuatro partes de tamaño proporcional entre sí.

- La primera división de la cara es el área entre el nacimiento del pelo y la línea interpupilar.
- La segunda sección es el área que va desde la línea interpupilar a la línea interalar.
- La tercera división es la zona que va de la línea interalar hacia la línea comisural.
- La parte inferior se extiende desde la línea comisur al extremo de la barbilla.

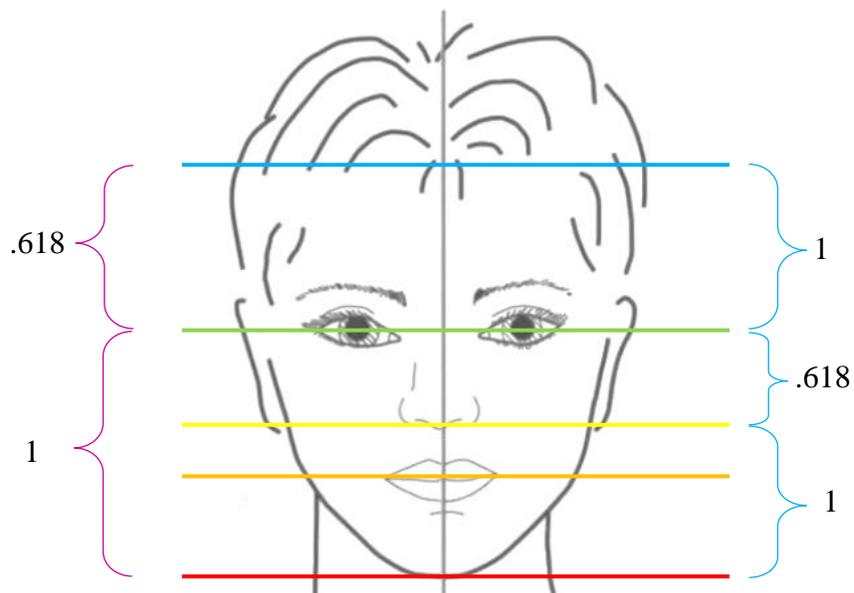


Fig.4.7 División de la cara horizontalmente.

4.4.1 Angle, Case y Kingsley

Fueron los principales ortodoncistas que se interesaron en la estética del rostro y trabajaron sobre los perfiles faciales, tomando como ideal la escultura de Apolo de Belvedere, por su gran belleza corporal facial, que obedece a los cánones griegos de la estética, en los cuales abunda el perfil bucal totalmente recto (Downs, Graber y Vanarsdall).⁸

Recordemos que estos primeros estudios no surgieron para ser utilizados en odontología; sin embargo, algunos profesionales los han adaptado con buenos resultados, alejándose del empirismo, a un punto de vista matemático.

4.4.2 Ricketts

Ricketts mostró formalmente a los ortodoncistas la importancia de la proporción áurea en la cara, a través de algunos artículos en donde hace una relación de las proporciones ya utilizadas desde épocas remotas y de otras nuevas que identifico en la aplicación clínica de estos conocimientos han sido sumamente lentos, pero algunos cirujanos han demostrado la precisión de estos conocimientos y los han hecho viables como auxiliares de diagnóstico.⁶

El Doctor Ricketts encontró una relación progresiva en proporción áurea en los siguientes puntos:

A lo ancho de la cara:

1. Entre los ojos, nariz y boca, comenzando con la nariz.
2. La boca se encuentra en relación áurea con la nariz.

3. Los ojos están en proporción áurea con la boca, lo que hace *phi* al cuadrado con la nariz.
4. El ancho de la cabeza está en proporción con la distancia interocular.

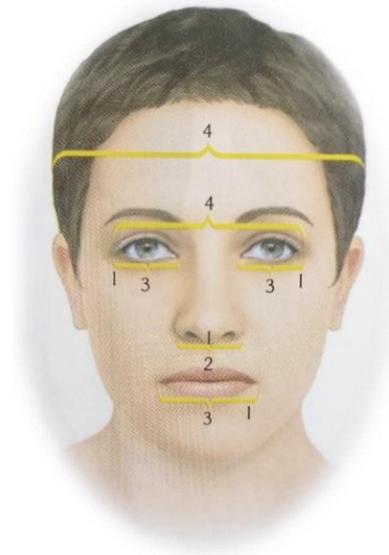


Fig.4.8 División (Ancho de la cara).

A lo alto de la cara:

5. El total del alto de la cara está en relación áurea con trichion a las comisuras de los ojos y de la comisura de los ojos a mentón.
6. Una medida inversa a la anterior nos muestra que el ala de la nariz con mentón está en relación áurea con la distancia del ala de la nariz con trichion.

También indica haber encontrado un segundo grupo de proporciones entre el ojo y el mentón de tejidos blandos:

7. El espacio del ojo al ala de la nariz está en relación áurea con la distancia entre el ala de la nariz con mentón.

8. La reversa de la anterior señala que el espacio de stomion a mentón está en relación áurea con stomion al ojo.
9. Visto de frente, el labio superior presenta una proporción áurea con respecto al labio inferior. ¹⁹

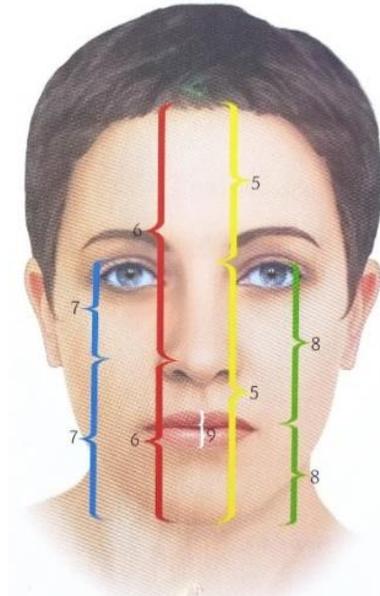


Fig. 4.9 Proporciones en tejidos blandos (Alto de la cara).

Se menciona también la existencia de la proporción áurea en el análisis de la vista de perfil, como se muestra en la figura 4.10, donde se forma un cuadrado cuyos bordes están en:

- Trichion.
- Mentón.
- Punta de la nariz.
- Base del tragus de la oreja.

Orientada sobre el plano de Fráncfort, emergen tres rectángulos áureos:

1. Trichion – ojo.
2. Ojo – boca.
3. Nariz – mentón.

Más adelante, la comisura del ojo secciona los rectángulos, y así marca que la deformación de estos se debe al tamaño de la nariz; si es más larga o más corta, los rectángulos no tendrán proporción áurea (Ricketts).

Por todo lo anterior, puede emplearse como guía o apoyo para objetivos de equilibrios y armonía estructural. ¹⁷

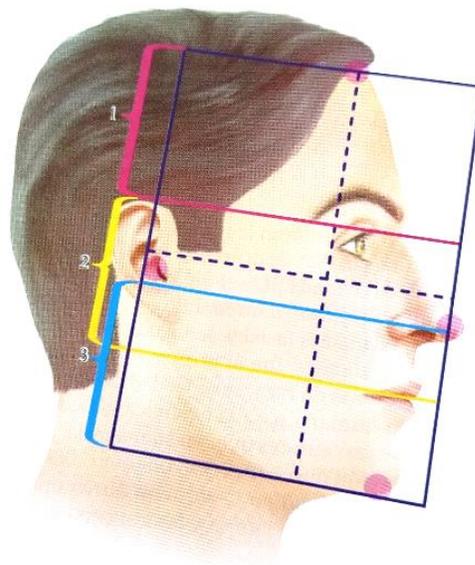


Fig. 4.10 Rectángulo Áureo con relación al plano de Fráncfort.

Este tipo de rectángulos también representa la denominada simetría dinámica, pues se trata de una proporción capaz de ofrecer una mayor atracción para el observador que cualquier otro tipo de simetría (Goldwyn).

En cuanto a los perfiles, los retrusivos confieren una sensación de senilidad precoz, mientras que la protrusión dentoalveolar debe estar íntimamente

vinculada con la estabilidad muscular propia de cada individuo, que relacione la inclinación de los incisivos contra la fuerza de los labios y la lengua. No es por estética que buscamos perfiles que se adecuen al canon, aunque lograr una inclinación que permita una estabilidad futura de los dientes en la boca produce automáticamente un perfil facial balanceado y rítmico. ¹⁸

La naturaleza y la percepción humana están acostumbradas a recibir la imagen de una persona en correcta proporción, y mientras no sobrepase los límites aceptados por las desviaciones estándar, nuestra mente las captará armónicamente proporcionadas. ⁵

La belleza reside no en la proporción de los elementos constituyentes, sino en la proporcionalidad de las partes, como escribió Policleto. Dicha relación es captada por la mente humana, la cual prefiere caras balanceadas y simétricas, frente a las asimetrías por lo que se puede hablar de simetría estática, simetría dinámica y proporción facial, como claves en una estética facial aceptable (Peck). ¹²

5. PROPORCIÓN ÁUREA EN LA CEFALOMETRIA.

Ricketts, fue uno de los iniciadores del estudio de la proporción áurea en la odontología, publicó un estudio titulado “The Golden Divider”, en dicho estudio empleó una combinación por ordenador de 30 hombres peruanos, en los cuales ubicó y midió Líneas Cefalométricas que al ser divididas daban el número Φ .¹⁹

5.1 Puntos y planos cefalométricos intervinientes en proporción áurea:

- **Punto Nasión (N):** Se localiza en la intersección de las suturas internasal y frontonasal.

Cefalométricamente, constituye el punto más anterior de la línea de unión del hueso frontal con los huesos propios de la nariz, representando por lo tanto el límite anterior de la base del cráneo. Es interesante recordar que el trazado del perfil anterior del hueso frontal y de los huesos propios se interrumpe exactamente en este punto, facilitando su localización.

- **Punto Silla (S):** Se localiza en el centro geométrico de la silla turca, en el hueso esfenoides.

Se enmarca Cefalométricamente como el punto medio de la concavidad ósea donde se aloja la glándula hipófisis. Su estabilidad, al encontrarse en la base del cráneo, y fácil localización al situarse en el plano medio sagital, lo convierte en zona de referencia en la superposición de sucesivos trazados Cefalométricos.

- **Punto Basi3n (Ba):** Representa el punto m3s anterior del foramen magno en la base del hueso occipital.
- **Punto Centro del Cr3neo (Cc):** Se ubica en la intersecci3n del plano Basi3n- Nasi3n con el eje facial.
- **Eje Facial:** Une el punto Pt con Gn, describe la direcci3n del crecimiento del ment3n.
- **Punto Articular (Ar):** Es el punto ubicado en la intersecci3n del borde posterior de la rama con la ap3fisis basilar del occipital.
- **Punto Espina Nasal Anterior (ENA):** Se traza sobre el extremo m3s prominente de la premaxila en el plano sagital medio. Este punto forma parte de la regi3n m3s anterior del suelo de las fosas nasales.
- **Punto Espina Nasal Posterior (ENP):** Se sitúa en la zona m3s posterior del hueso palatino. Debido a la superposici3n de diversos elementos anatómicos, es un punto de complicada ubicaci3n.

La intersecci3n de una l3nea perpendicular al v3rtice de la fosa pterigomaxilar con el plano que define el paladar duro delimitan segun Jacobson su localizaci3n.

- **Punto R:** Punto seleccionado en la porci3n distal del ramo ascendente de la mand3bula, que se ubica en la intersecci3n del plano palatino con el borde posterior de la rama de la mand3bula.

- **Punto Protuberancia Menti (Pm):** Es un punto ubicado en el contorno anterior del mentón, localizado en donde la sínfisis de la mandíbula cambia de cóncava a convexa.
- **Plano Vertical Pterigoideo (PtV):** Este plano se obtiene trazando una línea perpendicular a Frankfort que sea tangente al punto Pt.
- **Punto Pterigoideo (Pt):** Constituye el punto más posterosuperior de la fosa pterigomaxilar, localizándose en la zona más superior del agujero redondo mayor.
- **Punto Centroide Mandibular (Xi):** Representa el centro geométrico de la Rama. Para determinar su ubicación se siguen los siguientes pasos:
 1. Se trazan el plano de Frankfort (Porción- Orbital) y el plano vertical pterigoideo (PtV).
 2. Se localizan los puntos R1, R2, R3, R4:

R1: Se ubica en la parte más profunda del borde anterior de la rama. **R2:** Se ubica sobre el borde posterior de la rama a la misma altura de R1.

R3: Se ubica en la parte más profunda de la escotadura sigmoidea.

R4: Se ubica sobre el borde inferior de la mandíbula exactamente por debajo de R3.
 3. Se trazan dos líneas perpendiculares a Frankfort que pasen una a través del punto R1 y otra a través del punto R2. A continuación se trazan otras dos líneas perpendiculares al plano PtV que pasen una a través del punto R3 y otra a través de punto R4 respectivamente. Con esto se obtiene un rectángulo.

4. A continuación, se trazan dos líneas diagonales a partir de los vértices superiores, cruzándose por el centro del rectángulo. 5. El punto de intersección de estas dos diagonales será el punto Xi.

- **Punto Condilion (Co):** Punto más superior y posterior de cóndilo mandibular.
- **Punto Incisal del Incisivo Inferior (I):** Está situado en el punto medio del borde incisal del incisivo central inferior.
- **Punto Subespinal (A):** Utilizado inicialmente por Downs, se localiza en la zona más profunda de la concavidad anterior del hueso maxilar, representando límite entre sus porciones basal y alveolar.
- **Plano Horizontal de Frankfort (FH):** Sitúa la base del cráneo respecto al maxilar. Está formado por 3 puntos:

Dos puntos posteriores, Porion derecho e Izquierdo (punto más superior del conducto auditivo externo) y un punto anterior; Infraorbitario (borde inferior de la cavidad orbitaria). Se representa en el Cefalograma mediante la línea que pasa por los puntos Po y Or y cuyo límite se extiende desde el margen derecho al izquierdo. Al originarse en puntos situados en estructuras anatómicas laterales, posee el inconveniente de ser menos preciso y más vulnerable a las distorsiones y asimetrías faciales. Si la técnica radiográfica ha sido adecuada, será paralelo al plano del suelo.

- **Punto Gnathion (Gn):** Constituye el punto más inferior y anterior de la cortical externa del mentón óseo. Se determina por la bisectriz del ángulo formado por la línea N- Pog (Línea Facial) y por la línea del borde inferior

del cuerpo de la mandíbula (Go - Me). El punto Gn se sitúa en el lugar en que la bisectriz corta la sínfisis mandibular.

- **Punto Mentoniano (Pm):** Punto más inferior del contorno de la sínfisis mentoniana. Generalmente se sitúa en la confluencia del margen inferior de la sínfisis y la línea de la base mandibular.
- **Punto Pogonion (Pg):** Es el punto más prominente del mentón óseo o sínfisis mandibular.
- **Punto Orbitario (Or):** Al constituir el punto más inferior del contorno de la órbita; también es conocido en la literatura como punto infraorbitario. Generalmente existe superposición de las imágenes al observar las dos orbitas en la telerradiografía, por lo que en el trazado del punto Or se refleja el promedio entre los límites de ambas.
- **Punto Gonion (Go):** Representa el punto más inferior y posterior del contorno del cuerpo mandibular, definido teóricamente como el punto medio entre los puntos más inferior y más posterior del contorno del ángulo goniaco. Es determinado por la bisectriz del ángulo formado por la tangente al reborde inferior del cuerpo mandibular y la tangente al margen posterior de la rama ascendente. La zona donde la bisectriz corta la mandíbula constituye la ubicación del punto Go¹².



Fig.5.1 Representación de puntos.

Así Ricketts definió las siguientes dimensiones cefalométricas en proporción áurea ($1.618 \Phi 1$):

A. Proporciones Áureas Basales:

- Distancia del Punto Nasion al Punto Silla con la Distancia del Punto Silla al punto Basion:

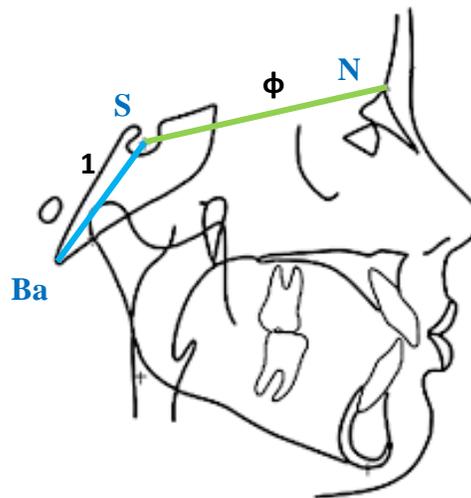


Fig.5.2 Representación de $(N-S) \Phi (S-Ba)$.

- Distancia del Punto Nasion al Punto Centro de Cráneo con la distancia del Punto Centro de Cráneo con el Punto Basion:

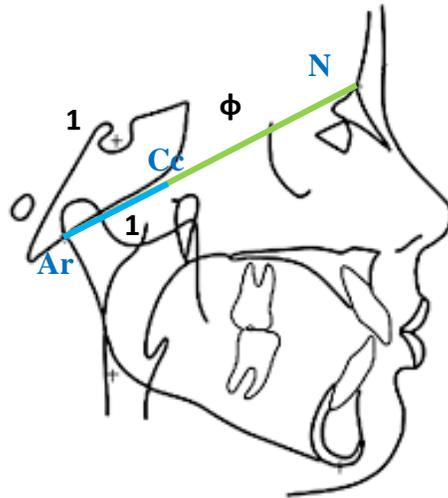


Fig.5.3 Representación (N-Cc) Φ (Cc-Ar).

B. Proporción Áurea en Relaciones Verticales:

- Distancia comprendida entre el Punto Protuberancia Menti al Punto A con la distancia desde el Punto A al Plano Horizontal de Frankfort:

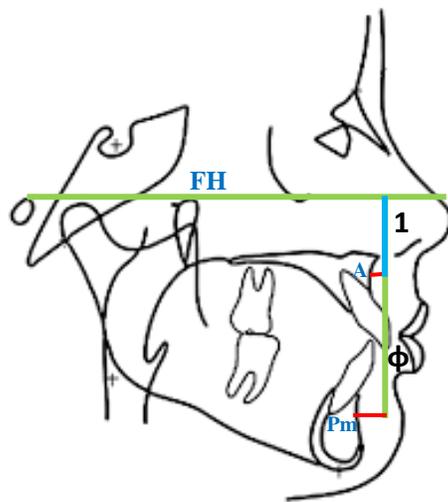


Fig.5.4 Representación (Pm-A) Φ (A-FH).

- Distancia comprendida entre el Punto Protuberancia Menti al Punto Incisal del incisivo inferior con la distancia desde el Punto Incisal del incisivo inferior al Punto Subespinal:

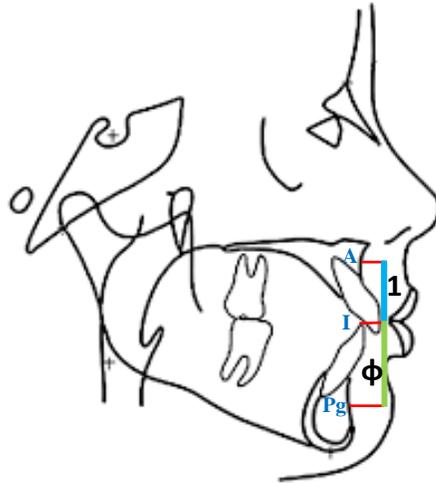


Fig. 5.5 Representación (Pm-I) Φ (I-A).

C. Proporción Áurea en la mandíbula

- Distancia comprendida entre el Punto Protuberancia Menti al Punto Centroide Mandibular con la distancia desde el Punto Centroide Mandibular al Punto Condilar:

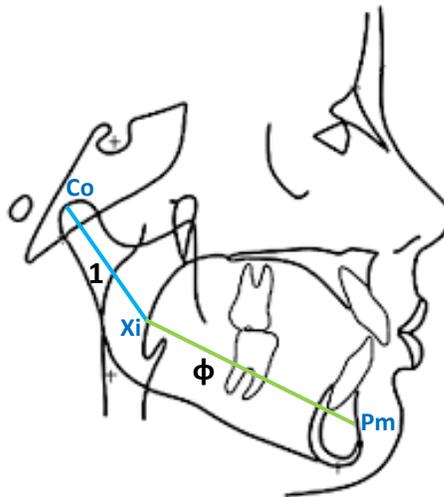


Fig. 5.6 Representación (Pm-Xi) Φ (Xi-Co).

- Distancia comprendida entre el Punto Gnation al Punto Centroide Mandibular con la distancia desde el Punto Centroide Mandibular al Punto Gonio:

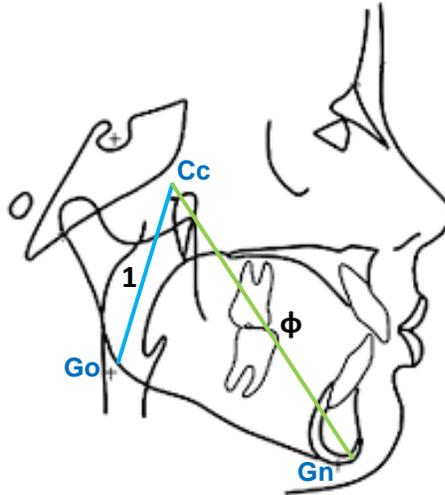


Fig. 5.7 Representación $(Gn - Cc) \phi (Cc - Go)$.

D. Proporción Áurea en relaciones Maxilo-Mandibulares

- Distancia comprendida entre el Punto Espina Nasal Anterior al Punto Espina Nasal Posterior con la distancia desde el Punto Espina Nasal Posterior al Punto R²:

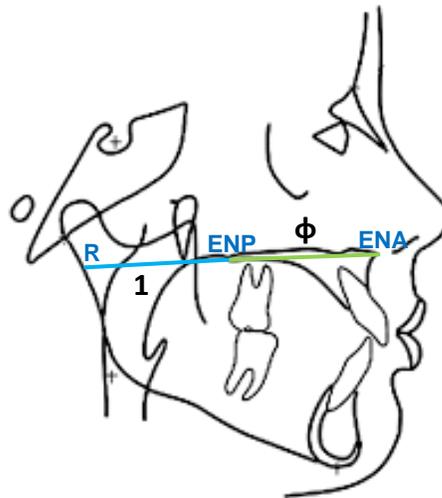


Fig. 5.8 Representación $(ENA-ENP) \phi (ENP- R)$.

6. PROPORCION ÁUREA EN LA ESTÉTICA DENTAL

Las reglas de la proporción áurea son un excelente punto de partida en cuanto a la identificación de los tamaños dentales. Debemos tomar en cuenta que este sistema de proporción trabaja en un solo plano de fotografía y no en tres dimensiones.

La proporción áurea se puede encontrar en los dientes anteriores: al dar el valor de 1 al ancho mesiodistal del incisivo, el lateral debe medir 1 y el brazo mesial del canino 0.618; mientras que la distancia de la comisura labial al canino debe medir 1, la distancia del canino al incisivo medirá 1.618.⁴



Fig.6.1 Proporción áurea en dientes anteriores.

Por otro lado, el resalte de los incisivos centrales superiores es muy importante en la armonía dental; debe ser simétrico y con un ancho de 81% de su altura total.

La longitud desde el borde incisal al borde gingival de los incisivos centrales superiores puede considerarse como una unidad (con valor de 1), que si multiplicada por 1.618, proporciona la longitud de la suma de los dos incisivos centrales y determina un rectángulo áureo.⁴

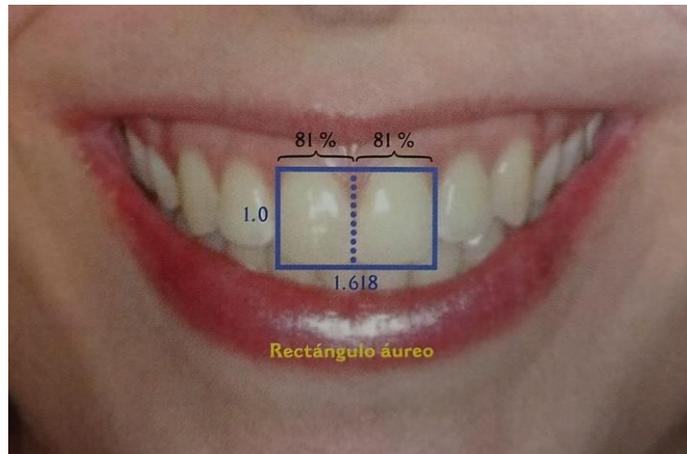


Fig. 6.2 Rectángulo áureo de incisivos centrales superiores.

6.1 Relación entre la amplitud bicanina y bimolar

Otra parte donde puede encontrarse la proporción áurea es en la relación existente entre la amplitud bicanina y bimolar: la primera se encuentra entre los caninos inferiores y la segunda entre los dos primeros molares inferiores sobre la cúspide mesiovestibular. La proporción entre estas dos distancias es uno de los factores por lo que se observa y puede cuantificar una buena oclusión, estable y estética. ⁴

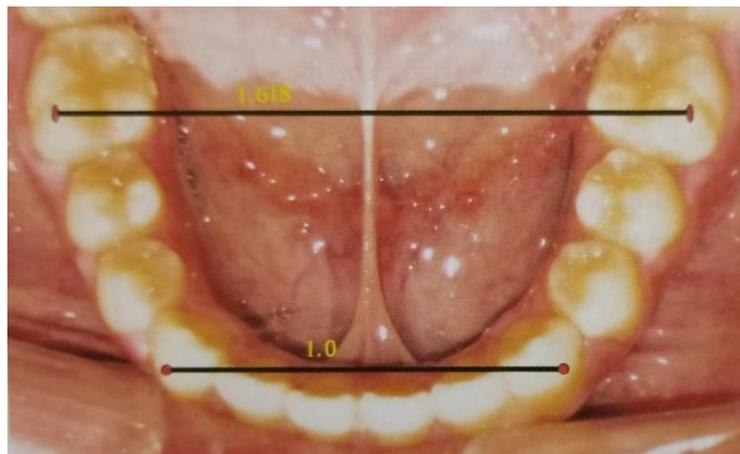


Fig. 6.3 Proporción entre la amplitud bicanina y bimolar.

Asimismo, los dientes superiores deben estar en proporción áurea en relación con los inferiores, tanto en la zona anterior como en la posterior. De esta manera es posible identificar el tamaño ideal de los dientes de acuerdo con los de sus antagonistas y obtener las dimensiones ideales de uno o más dientes faltantes.

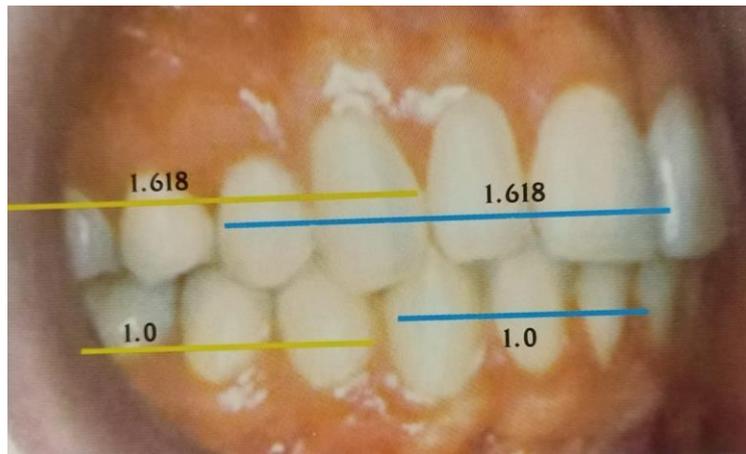


Fig. 6.4 Dimensiones ideales en anteriores y posteriores.

7. ANÁLISIS EN DENTICIÓN MIXTA A PARTIR DE LA PROPORCIÓN ÁUREA

Es importante recordar que todos los análisis en dentición mixta buscan predecir el tamaño de los dientes 3, 4 y 5 que aún no erupcionan, para saber si van a caber en el espacio que dejarán los dientes temporales, a su exfoliación.

Las observaciones realizadas al respecto indican que existe una constante relación de tamaños en proporción áurea entre los dientes temporales en modelos del mismo paciente durante su dentición mixta c , d y e , mas el tamaño del 6 que ya erupcionó (distancia b), con los dientes permanentes al término de su erupción (3, 4, y 5) de la arcada inferior (distancia a).⁴

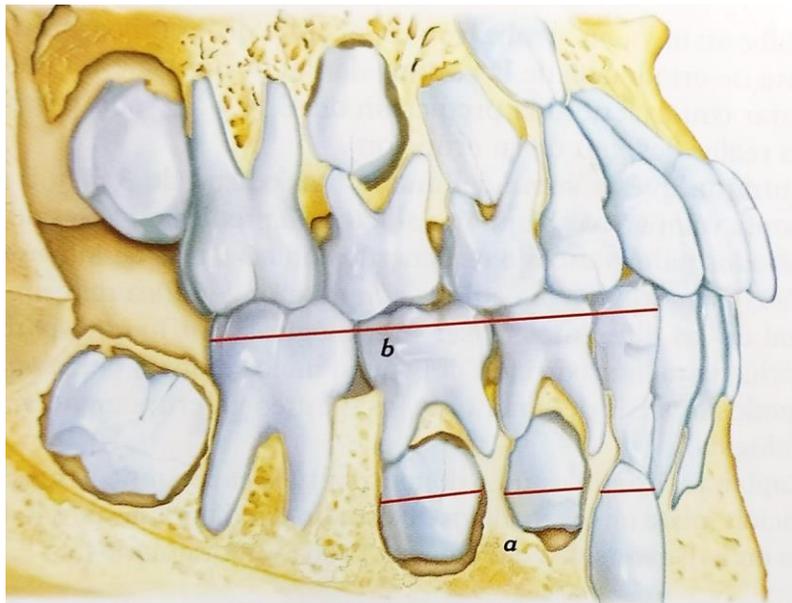


Fig. 7.1 Distancia a (3.4 y 5) y b (c, d, e y 6).

Si se suman los dientes c , d , e y 6 (distancia b), y se multiplica por 0.618 para sacarla proporción áurea, con ello se puede obtener la medida de los dientes 3 , 4 y 5 (distancia a).

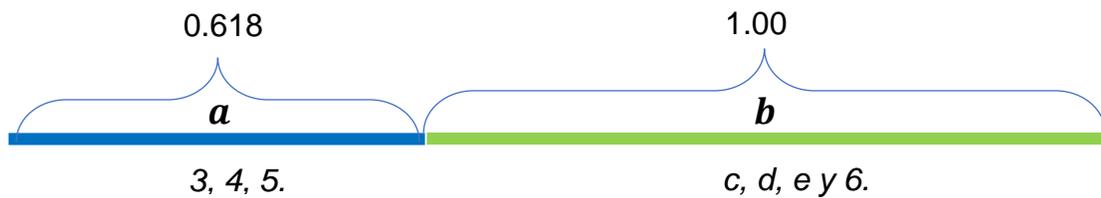


Fig. 7.2 Representación en distancias a y b en proporción áurea.

Para poder utilizar este método como un auxiliar de diagnóstico, seguiremos los siguientes pasos.

Primer paso

Se suman los tamaños mesiodistales de la proporción más grande de la ecuación de Euclides; es decir la distancia b . (Figura 7.4) Que incluye los dientes de la (tabla 7.3).

Tabla. 7.3 Primer paso.

<i>Diente</i>	<i>Medida</i>
<i>Canino temporal (c)</i>	
<i>Primer molar temporal (d)</i>	
<i>Segundo molar temporal (e)</i>	
<i>Primer molar permanente (6)</i>	
<i>Suma total</i>	<i>R1</i>



Fig. 7.4 Distancia (*c*, *d*, *e* y 6).

Se realiza la siguiente operación:

$$R1 \times 0.618 = R2$$

Otra forma más sencilla de conseguir el resultado dos ($R2$) es por medio de la tabla de conversiones a proporción áurea, en donde se busca el resultado uno ($R1$) sacando de la suma anterior. ⁴

Tabla. 7.5 Conversiones a proporción áurea.

Suma de c, d, e, y 6 ($R1$)	Predicción de los anchos de 3, 4 y 5 ($R1 \times 0.618$)
24	14.83
25	15.45
26	16.06
27	16.68
28	17.30
29	17.92
30	18.54
31	19.15
32	19.77
33	20.39
34	21.01
35	21.63
36	22.24
37	22.86
38	23.48
39	24.10
40	24.72
41	25.33
42	25.95
43	26.57
44	27.19
45	27.81
46	28.42
47	29.04
48	29.66
49	30.28
50	30.90

Segundo paso

Para saber si van a caber los dientes permanentes en el espacio que van a dejar los temporales al exfoliarse, se suma la distancia que existe desde mesial de canino temporal hasta distal del segundo molar temporal, es decir, el *espacio habitable*, como lo muestra la siguiente tabla (tabla 7.6), con esta suma se obtiene el resultado tres (*R3*) (figura 7.7).⁴

Tabla. 7.6 Segundo paso.

<i>Diente</i>	<i>Medida</i>
<i>Canino temporal</i>	
<i>Primer molar temporal</i>	
<i>Segundo molar temporal</i>	
<i>Suma total</i>	<i>R3</i>

Tercer paso

La distancia de tamaños se obtendrá restando el resultado tres al resultado dos:

$$R3 - R2 = \text{discrepancia}$$

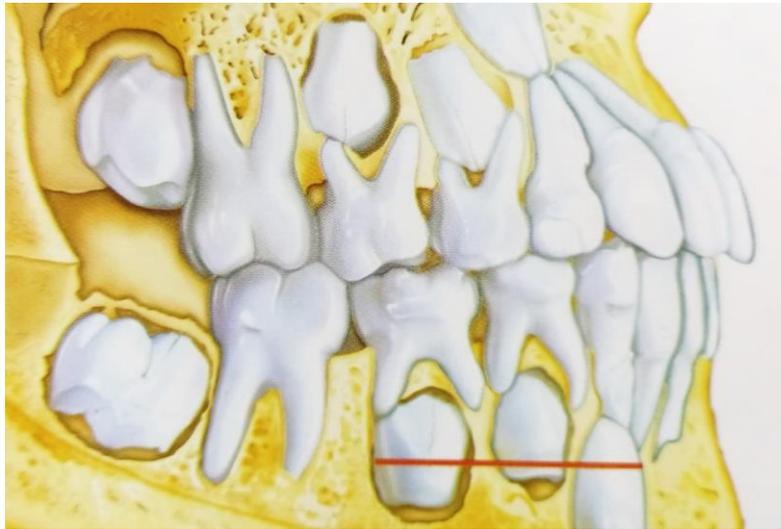


Tabla.7.7 Anchos de 3, 4 y 5.

Si la diferencia resulta en números positivos serán los milímetros que quedan libres para que puedan erupcionar los dientes permanentes. En cambio, si la diferencia resulta en números negativos, serán los milímetros que le faltan a los dientes permanentes para que puedan hacer erupción por ese espacio. ⁴

En la tabla 7.8, se muestra un resumen para elaborar de manera sencilla el diagnóstico en dentición mixta.

Tabla.7.8 Hoja de trabajo para el diagnóstico en dentición mixta.

Primer paso		Segundo paso		Tercer paso	Significado
<i>Diente</i>	<i>Medida</i>	<i>Diente</i>	<i>Medida</i>	<i>R3 – R2 = discrepancia</i>	
<i>C</i>		<i>c</i>			
<i>D</i>		<i>d</i>			
<i>E</i>		<i>e</i>			
<i>6</i>					
<i>Suma total</i>	<i>R1</i>	<i>Suma total</i>	<i>R3</i>		
<i>R1 X 0.618 = R2</i>					

8. CONCLUSIONES

En general el empleo de la proporción áurea como un método de diagnóstico en ortodoncia ofrece algunas ventajas, ya que en el área dental se trabaja con la función y la belleza de la cara.

Ocupa los tres campos diagnósticos de la ortodoncia, (dental, facial y cefalométrico) con relación entre ellos, por lo que permite una evaluación integral del paciente.

La proporción aurea es una proporción perfecta que se aplica en todas las manifestaciones de la naturaleza, entre otras, la que se refiera al aspecto odontológico, desde un punto de vista matemático.

El conocimiento de la proporción áurea se descubrió hace muchos siglos, sin embargo, no fue sino a mediados del siglo XIX que se llegó a la conclusión que el cuerpo humano y la naturaleza pueden ser descritos por dicha proporción, criterios utilizados hoy en día.

Es importante conocer, como profesionales de la salud, en métodos sencillos y probados, la interpretación correcta de la proporción áurea para aprovecharla como un auxiliar de diagnóstico de anomalías dentales y faciales. Para poder responder dudas de nuestros pacientes al analizar su rostro y su dentadura con el empleo de bases matemáticas tangibles como la proporción divina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Livio M. La proporción áurea: La historia de phi, el número más sorprendente del mundo. Barcelona. 7° Edición. Editorial Ariel. 2017.
2. Blanco Dávila, F. El arte en la medicina: Las proporciones divinas. Ciencia UANL. Vol. 7. N°. Abril-Junio 2004.
3. Burgé Cedeño J. La cara, sus proporciones estéticas. Clínica Central "Cira García".2018.
4. Marcuschamer Miller A. La Proporción Áurea en odontología. 1° Edición. Editorial Trillas. 2012.
5. Clinical. The updated application of the golden proportion to dental aesthetics. FMC. May 2011. Vol. 5.
6. MacCurdy E.: The Notebooks of Leonardo da Vinci. Ed Jonathan. Cape, London 2001.
7. Meisener, G. La proporción áurea: la divina belleza de las matemáticas. Países Bajos: 2019.
8. SAN ROMÁN C. Gilberto. Eficacia De Un Programa De Análisis Cefalométrico Computarizado Radiocef Studio 2 En El Diagnóstico De Alteraciones Esqueléticas Y Dentales En Radiografías Laterales De Cráneo 2016
9. OJEDA P. Laura. Aplicación de la proporción áurea en la evaluación vertical y horizontal de pacientes con clase II 1ra división, sometidos a un tratamiento ortodóntico 2015.
10. Fernández Sánchez, Jesús, and Omar Gabriel Da Silva Filho. 2009. Atlas Cefalometría y análisis facial. Madrid: Ripano 2000.
11. Zamora Montes de Oca, Carlos, and Sergio Duarte Inguanzo. Atlas de cefalometría. Caracas, Venezuela: Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica 2003.

12. Proporciones divinas en la sonrisa en un grupo de estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, Venezuela. Año 2013.
13. Samsonyanová L, Broukal Z. A Systematic Review of Individual Motivational Factors in Orthodontic Treatment: Facial Attractiveness as the Main Motivational Factor in Orthodontic Treatment. *Int J Dent* 2015.
14. Al-Marzok M, Abdul Majeed K, Ibrahim I. Evaluation of maxillary anterior teeth and their relation to the golden proportion in malaysian population. *BMC Oral Health* 2017.
15. Agrawal V, Kapoor S, Bhesania D, Shah C. Comparative photographic evaluation of various geometric and mathematical proportions of maxillary anterior teeth: A clinical study. *Indian J Dent Res* 2019.
16. Afroz S, Rathi S, Rajput G, Abdur Rahman S. Dental esthetics and its impact on psycho-social well-being and dental self confidence: A campus based survey of North Indian University students. *J Indian Prosthodont Soc* 2015.
17. Blanco Dávila, F. El arte en la medicina: Las proporciones divinas. *Ciencia UANL*. Abril-Junio 2004. Vol. 7. N° 2.
18. Burgé Cedeño J. La cara, sus proporciones estéticas. *Clínica Central "Cira García"* 2017.
19. Combrich y cols. *Arte, percepción y realidad*. Ed. Castellano. Madrid 2005.
20. Huygue, R y cols. *El arte y el hombre*. Ed. Salvat. Barcelona 1999.
21. Clinical. The updated application of the golden proportion to dental aesthetics. *FMC*. May 2011.
22. Blanco Dávila, F. El arte en la medicina: Las proporciones divinas. *Ciencia UANL*. Abril-Junio 2004. Vol. 7.

23. Podovan R. Proportion: Science, Philosophy, Architecture. E.E. & Fn Spon London 2002.
24. MacCurdy E.: The Notebooks of Leonardo da Vinci. Ed Jonathan. Cape, London 1997.
25. Panofsky E. The codex Huygens and Leonardo da Vinci's art theory. Ed. Warburg Institute, London 2009.