

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ORTODONCIA

**LA PROPORCIÓN DIVINA:
CIENCIA Y ARTE APLICADAS A LA ORTODONCIA**

Trabajo especial de grado presentado
ante la ilustre Universidad Central de
Venezuela por la Odontólogo María
Margarita Moreno Figueroa para optar al
título de Especialista en Ortodoncia

Caracas, Abril de 2008

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
POSTGRADO DE ORTODONCIA

**LA PROPORCIÓN DIVINA:
CIENCIA Y ARTE APLICADAS A LA ORTODONCIA**

Autor: _____
María Margarita Moreno Figueroa

Tutor: _____
Enrique García Romero

Caracas, Abril de 2008

VEREDICTO

Aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por el siguiente jurado examinador:

Firma _____

Prof. Enrique Garcia Romero

C.I

Firma _____

Prof. Oscar Quirós

C.I

Firma _____

Prof. Aulio Caires

C.I

Observaciones _____

Caracas, Abril de 2008

DEDICATORIA

A Dios por siempre estar presente en mi vida; A mis padres Carlos y María Margarita por su amor ilimitado, apoyo incondicional y por quien hoy soy; A mi sobrino Santiago, por llenar mis días de alegría y motivarme a culminar esta gran meta; A todos los que de una u otra manera han participado en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Enrique García Romero por ser ejemplo y guía durante mi desarrollo profesional; por su generosidad con sus conocimientos y experiencias; por sus invaluable enseñanzas, su orientación y constante motivación en la realización de este trabajo.

A mis Padres, por creer en mí e incentivarme a seguir hasta el final con este proyecto de vida profesional tan trascendente. Gracias por toda su cooperación y sobretodo por el amor que me transmiten.

A toda mi Familia: mis Abuelos, mis hermanos Carlos y Ale por brindarme su comprensión, paciencia y entusiasmo durante este largo camino; a Ma. Astrid por su apoyo durante este proyecto; a mi Tia Morella por sus consejos y palabras, por transmitirme su filosofía de vida tan especial, y por simplemente estar ahí en todo momento.

A la Dra. Saturno por tan bellas palabras alentadoras y reconfortantes; significan mucho para mí, por venir de una persona de tan ejemplar trayectoria en lo profesional y personal.

Al profesor Oscar Quirós por sus valiosas enseñanzas y por brindarme su ayuda durante la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros, en especial a Adriana Agell por su desinteresado apoyo durante toda esta etapa; ella es quien me extendió una mano justo cuando más lo necesité.

A todas aquellas personas que han estado a mi lado en diferentes momentos de este recorrido; cada uno tiene un peso importante en mi vida y mi corazón. Gracias a todos ustedes hoy consigo este logro!

LISTA DE CONTENIDOS

VEREDICTO	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
LISTA DE CONTENIDOS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XIV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
1.PRINCIPIOS ESTÉTICOS.....	4
1.1. Concepto de Estética, Belleza y Armonía	4
1.2. Evolución histórica de la estética.....	6
1.3. La Estética Facial	11
1.4 Ecuación de la Belleza.....	14
2. LA PROPORCIÓN DIVINA	19
2.1. Concepto de la Proporción Divina	19
2.2 Antecedentes históricos de la Proporción Divina	21
2.3. Aplicación de la Proporción Divina.....	32

2.3.1 La Proporción Divina en los Números	32
2.3.1.1 Los Números de Fibonacci	34
2.3.1.2 Las Formas Áureas	36
2.3.2 La Proporción Divina y la música.....	40
2.3.2 La Proporción Divina en el Arte	44
2.3.3 La Proporción Divina en el Cuerpo Humano	47
2.3.4 La Proporción Divina en el Cosmos y la Naturaleza.....	53
2.4 El Divisor Áureo.....	60
3. UTILIDAD DE LA PROPORCIÓN DIVINA EN LA ORTODONCIA	61
3.1 Diagnóstico	61
3.1.1 Análisis Facial	61
3.1.2 Análisis Dentario y de la Sonrisa	69
3.1.3 Análisis cefalométrico	82
3.1.4 Predicción de Crecimiento	91
3.2. Planificación de Tratamiento.....	97
3.3. Detalles de Finalización y Contención	105
III. CONCLUSIONES	109
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hombre Vitruviano por Cesariano	10
Figura 2. Apolo de Belvedere.	12
Figura 3. Sección Dorada	20
Figura 4. Doríforo, copia romana de Policle.....	22
Figura 5. Zeus Olímpico.....	23
Figura 6. Atenea Partenos	24
Figura 7. Hombre Vitruviano por Leonardo Da Vinci	28
Figura 8. Análisis de la cara de Helen Wills por Matila Ghyka ..	30
Figura 9. Edificio de la ONU en Nueva York	31
Figura 10. Cría de conejos descrita por Fibonacci.....	34
Figura 11. Espiral Logarítmica.....	37
Figura 12. Rectángulo dorado	38
Figura 13. Pentágono Áureo.....	39
Figura 14 . Monocordio	40
Figura 15. Acorte perfecto en el Cuatro	41
Figura 16. El “Jubilus Alleluja” y “Tu Patris sempiternus”.....	43
Figura 17. El Violín es construido en Proporción Divina.....	44
Figura 18. Tetraktys Pitagórica.....	45
Figura 19. Proporción Divina entre las falanges y entre Cúbito- Radio	51
Figura 20. El puño y el espiral logarítmico	51

Figura 21. Proporciones doradas en el cuerpo humano.	52
Figura 22. Proporción Divina en la Naturaleza	55
Figura 23. Formas Áureas en la lechuga y en una cayena	55
Figura 24. Flor de Cera	56
Figura 25. Espirales en el centro de un Girasol	57
Figura 26. Vuelo de halcones en espiral logarítmico	58
Figura 27. Recreaciones artísticas de la Vía Láctea.....	58
Figura 28. Ciclón Catarina	59
Figura 29. Nautilus.....	59
Figura 30. Divisor Áureo	60
Figura 31. Puntos en tejido blando utilizados para la Proporción Divina	62
Figura 32. Representación de la Proporción Divina desde Trichion, ala de la nariz y mentón a la izquierda. A la derecha, sin modificar el divisor áureo, la proporción se cumple desde Trichion al ojo y mentón.	63
Figura 33. Relación dorada desde el ojo, a la nariz y al mentón. Proporción inversa con el ojo, la boca y el mentón	64
Figura 34. Proporción Dorada entre ala de la nariz, canto lateral del ojo y comisura labial. Proporción inversa entre ala de la nariz, comisura labial y mentón	65
Figura 35. Proporción Dorada entre el ancho de la nariz, el ancho de la boca y a la vez con los cantos laterales de los ojos.	66

Figura 36. Labio superior en proporción divina con el labio inferior. Longitud del filtrum del labio superior cumple la proporción dorada con el grosor de ambos labios.	67
Figura 37. Proporción divina a nivel del plano oclusal.	68
Figura 38. Trazado lineal que relaciona la sonrisa con la cara .	69
Figura 39. Sonrisa con líneas de referencia: bordes incisales y labio inferior	70
Figura 40. Proporción Divina en el ancho de los incisivos superiores	73
Figura 41. Divisor áureo en el ancho de los incisivos	74
Figura 42. Proporción divina unilateral haciendo uso de la rejilla del Dr. Levin	75
Figura 43. La Proporción Divina en una oclusión normal.....	76
Figura 44. Forma de arco normal y el triángulo dorado	77
Figura 45. Proporción Divina en la longitud de la corona de los incisivos.....	80
Figura 46. Divisor áureo para la planificación de cierre de diastema central	81
Figura 47. Plantilla para planificar y lograr la proporción divina en los dientes anterosuperiores	82
Figura 48. Proporción Dorada S-N con S-Ba.....	84
Figura 49. Proporción Dorada N-CC con CC-Ar.....	85
Figura 50. Proporción Dorada desde Gl a Pt a O	85

Figura 51. Proporción Dorada ANS-PNS con PNS-Borde posterior Md. También se cumple de A-Borde anterior Md y de allí a pared faringea posterior.....	86
Figura 52. La mandíbula cumple la Proporción Divina desde Co-Xi con Xi-Pm. También el ancho y la altura de la rama cumplen la proporción	87
Figura 53. Desde CC-Go se cumple la proporción dorada con CC-Gn. Igualmente la distancia CC al cruce ANS-Xi y de allí a Gn. También del plano vertical Pt a mesial del primer molar y de allí al borde incisal.....	88
Figura 54. Proporción divina entre: (A) Desde Fh al punto A y de allí a Pm. (B) Desde el canto lateral del ojo al piso nasal y de allí a Mentón. (C) El incisivo inferior cumple la proporción desde su borde incisal a Pm y a A	89
Figura 55. Proporción Divina entre Da-Da y Da-Z.....	89
Figura 56. Proporción Divina entre: ancho y alto de la cavidad nasal; de Ar-Ar y Pi-Ar; J-J con Nc-Ar; y Ar-Ar con J-J	90
Figura 57. Proporción Divina entre el ancho de los molares inferiores y el ancho de la mandíbula.....	91
Figura 58. Crecimiento arquial de la mandíbula.	93
Figura 59. Localización del punto EVA.....	94
Figura 60. Radio verdadero.....	95
Figura 61. Ubicación del compás en Eva y Pm ubicar punto Tr..	95

Figura 62. Construcción del arco con compás	96
Figura 63. Análisis Facial Inicial	100
Figura 64. O.V.T del tratamiento	101
Figura 65. Análisis Facial Final	102
Figura 66. O.V.T superpuesto sobre la radiografía cefálica lateral final	103
Figura 67. Análisis Facial comparativo	104
Figura 68. Ancho intermolar en proporción divina con al ancho intercanino	108

RESUMEN

Desde épocas muy antiguas, como la de los egipcios, los griegos y los romanos, se aplicaron las proporciones como elemento artístico, lo que ayudó a satisfacer pautas canónicas establecidas para las proporciones ideales. Numerosos filósofos e investigadores han tratado de probar que la belleza se puede expresar matemáticamente y, así, encontrar leyes naturales exactas que guíen los valores subjetivos de la vida. Sin embargo, creer esto obedecería a un deseo de extrema simplificación y sería depender solo de reglas numéricas. Hay ciertas cualidades desarrolladas por las proporciones que poseen armonía visual óptima; éstas son las que brinda la Proporción Divina, la cual es una constante que matemáticamente define el radio entre las dimensiones de las longitudes más grandes y más pequeñas de un segmento, basada en una progresión aritmética o en la cifra 1.618, y la misma se encuentra en los números, el cosmos y la naturaleza, el arte, la música y el cuerpo humano. Esta curiosidad matemática se introdujo en la odontología para realizar el análisis dentofacial y además, poder aplicar normas estéticas de una manera rápida, sencilla y práctica. Esto podría ser utilizado para diagnosticar y tratar pacientes en ortodoncia, para obtener resultados armónicos y estéticos agradables. El objetivo de este trabajo especial de grado es definir, analizar y determinar la aplicación de la Proporción Divina como una herramienta adicional en el diagnóstico y planificación de tratamiento en Ortodoncia.

I. INTRODUCCIÓN

La armonía facial es un aspecto esencial para el profesional que busca plasmar los conceptos de belleza e incluso rehacer su rumbo de acuerdo con las variaciones culturales, étnicas y raciales y sus cambios a través de todos los siglos. Por lo tanto, estos conceptos influyen continuamente en los objetivos de sus tratamientos.

El perfil griego considerado ideal a principios del siglo XX, sería en cierta forma incompatible con los conceptos recientes de armonía facial en los días actuales, en los que el estándar de belleza valora los labios más prominentes y voluminosos, que otorgan una mayor expresividad al tercio inferior de la cara. Desde los inicios de la Ortodoncia como ciencia, Angle eligió la cara de Apolo de Belvedere como ideal de belleza (1907), reconociendo así la importancia de la cara dentro de los objetivos terapéuticos.

Evaluar la relación facial del paciente significa analizar morfológicamente la cara, a través de la disposición espacial de su estructura esquelética. Así se determina si la cara es geoméricamente normal, con los maxilares bien relacionados entre sí, denotando equilibrio facial, o si presenta alguna discrepancia.

La proporción es un principio estético de la belleza esencial, es el estudio de la armonía de las estructuras en el espacio, que se define como proporción y correspondencia de las partes de un todo y se desarrolla a través del ritmo y la repetición.

Existe una proporción clásica entre distintos tipos de longitudes y volúmenes denominada Proporción Divina, que consiste en una constante que matemáticamente define el radio entre las dimensiones de las longitudes más grandes y más pequeñas de un segmento.

La Proporción Divina en Ortodoncia sirve de base para la evaluación del rostro, los dientes, las arcadas dentarias, las estructuras esqueléticas e incluso para predecir el crecimiento y los resultados de las terapéuticas planteadas. Son muchas las ventajas que ofrece para efectuar un correcto plan de tratamiento, en donde predomine la armonía como expresión de la belleza y la función. Es así como contaríamos con un análisis científicamente efectivo en el que se integren las matemáticas, el arte y la biología, que contribuya a dilucidar guías para obtener la integración de los principios estéticos en la composición dentofacial.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, decidimos plantearnos como objetivo del presente trabajo, realizar una revisión de la

literatura a fin de definir, analizar y determinar la aplicación de la Proporción Divina como una herramienta adicional en el diagnóstico y planificación de tratamiento en Ortodoncia.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. PRINCIPIOS ESTÉTICOS

1.1. Concepto de Estética, Belleza y Armonía

La estética es la disciplina que trata de lo bello y los diferentes modos de percepción y creación de las realidades bellas, si se entiende por este término aquello que despierta en el hombre una sensación peculiar de agrado ¹. Rufenacht ² define estética como el arte y la ciencia de relacionar formas y colores en un estado de armonía.

Etimológicamente la palabra estética procede de “aesthetikos” que significa “lo que se percibe mediante sensaciones”. Por lo tanto, la estética es la encargada de estudiar la belleza, con sus normas y métodos. También podría definirse como el conjunto de percepciones sensitivas que genera la contemplación de un objeto y la reacción de agrado y placer que se produce en el observador ¹.

Según el Diccionario Larousse Belleza se refiere a armonía física o artística que inspira placer y admiración ³. Rodríguez y cols la definen como la idea sobre la perfección de las cosas ¹. Para Pancherz y Matoula significa poder social y éxito, la cual tiene una influencia positiva en todas las áreas de la

sociedad ⁴. Eco⁵ define Bello como un adjetivo que utilizamos a menudo para calificar una cosa que nos gusta; equivale a ser bueno, y de hecho, en distintas épocas históricas se ha establecido un estrecho vínculo entre lo Bello y lo Bueno. Lucker⁶ la define como una característica cualitativa subjetiva, definida por el ojo de quién lo ve.

Se podría decir que la belleza es la propiedad de las cosas que nos hace amarlas, infundiendo en nosotros deleite espiritual. Esta se capta con los sentidos pero se conoce y se comprende a través del entendimiento ⁷.

Lo más bello aplica a aquello que genera el mayor grado de satisfacción a los sentidos y sugiere que el objeto placentero se aproxime o tienda hacia el concepto de “ideal” de cada persona. Hasta aquí, estética, belleza y arte pueden sumergirse en la ciencia como cosas que pueden ser medidas y que tienden a permanecer en una curva estadística con el pico de la curva aproximándose a lo más ideal ⁸.

Se sabe que el universo se comporta de una manera funcional y, además, esto lo capta la psiquis humana como bello y armónico. El concepto de belleza se relaciona con frecuencia a la armonía en proporción ⁹. El hablar de proporción, denota una noción de relación, porcentaje o medida en su

determinación e implica la cuantificación de normas que pueden aplicarse a cada realidad física ¹⁰. La proporción es un principio estético de la belleza esencial, es el estudio de la armonía de las estructuras en el espacio. La armonía se define como proporción y correspondencia de las partes de un todo y se desarrolla a través del ritmo y la repetición ^{3,7}.

1.2. Evolución histórica de la estética

La vida en la edad de piedra era extremadamente dura. Desgraciadamente no había mucho tiempo para prestar atención a la belleza, pues tenían suficiente con sobrevivir. Hace 35.000 años, en el paleolítico, el hombre comienza a desarrollar su sentido de lo bello, pues la supervivencia empieza a hacerse menos ardua. Este despertar a la sensibilidad tiene su representación en el arte primitivo, a través de pinturas, figuras y representaciones ¹.

La cultura griega es la primera en recoger el gusto estético de la época, la preocupación intelectual por analizar el sentido de la armonía y la proporción de las dimensiones. Fueron los filósofos griegos los que introdujeron el término estética y lo aplicaron al estudio de las razones por las que la persona o el objeto resultaban bellos o agradables a la vista ¹.

Describieron las primeras leyes geométricas que debían ser respetadas para que la armonía de la línea y el equilibrio de proporciones provocaran una sensación satisfactoria en el observador, estableciendo unos cánones de belleza que aún seguimos aplicando como guías firmes reguladoras de la estética, esenciales para poder alcanzar la armonía ¹.

En efecto, en la antigua Grecia la belleza no tenía un estatuto autónomo: incluso se puede decir que los griegos, al menos hasta la época de Pericles, carecían de una auténtica estética y de una teoría de la belleza. No es casual que casi siempre encontremos la belleza asociada a otras cualidades. Incluso en la edad dorada del arte griego la belleza aparece siempre asociada a otros valores, como la medida y la conveniencia ⁵.

En el período de ascensión de Atenas como gran potencia militar, económica y cultural, se crea una percepción más clara de la belleza estética. La época de Pericles, que tiene su culminación en las guerras victoriosas contra los persas, es una época de gran desarrollo de las artes, especialmente de la pintura y de la escultura ⁵.

Las razones hay que buscarlas sobre todo en la necesidad de reconstruir los templos destruidos por los persas, en la exhibición orgullosa del poderío

ateniense y en la protección otorgada por Pericles a los artistas. A estas causas extrínsecas hay que añadir el peculiar desarrollo técnico de las artes figurativas griegas⁵.

Los romanos tenían un concepto de la estética muy influenciado por los artistas y filósofos griegos. Se limitaron a copiar las obras y las ideas de los griegos, sin añadir nuevos conceptos¹.

La oscuridad de la época medieval silenció el valor de la estética que volvió a tener una fuerza acrecentada en el Renacimiento. La obra de Miguel Angel está muy identificada con la tradición griega y romana, caracterizándose por la naturalidad y la proporcionalidad¹.

Los sabios que investigaron las causas de lo universalmente bello y trataron de llegar hasta la fuente de la suprema belleza, convinieron que es uno de los grandes secretos de la naturaleza cuyo efecto vemos y sentimos todos. Se encuentra en la armonía total del ser con sus intenciones y de las partes con el todo. Nuestra idea de lo universalmente bello se mantiene indeterminada y se compone de concepciones individuales⁷.

El tema de la belleza es elaborado más tarde por Sócrates y Platón. El primero, según el testimonio de los Memorables de Jenofonte, parece que quiso legitimar en el plano conceptual la práctica artística, distinguiendo al menos tres categorías estéticas distintas: la **belleza ideal**, que representa la naturaleza a través de una composición de las partes; la **belleza espiritual**, que expresa el alma a través de la mirada, y la **belleza útil** o funcional ⁵.

Más compleja es la postura de Platón, de la que nacerán las dos concepciones más importantes de la belleza que se han elaborado a lo largo de los siglos: la belleza como armonía y proporción de las partes (derivada de Pitágoras), y la belleza como esplendor, expuesta en el *Fedro*, que influirá en el pensamiento neoplatónico. Para Platón, la belleza tiene una existencia autónoma, distinta del soporte físico que accidentalmente la expresa; no está vinculada, por tanto, a uno u otro objeto sensible, sino que resplandece en todas partes ⁵.

La belleza no corresponde a lo que se ve. Puesto que el cuerpo es para Platón una caverna oscura que aprisiona el alma, la visión sensible ha de ser superada por la visión intelectual, que exige el aprendizaje del arte dialéctico, esto es, de la filosofía. No a todos se les hace fácil captar la verdadera belleza. En compensación, el arte propiamente dicho es una falsa copia de la auténtica belleza y como tal no es educativo para los jóvenes: es mejor, por

tanto, expulsarlo de las escuelas y sustituirlo por la belleza de las formas geométricas, basada en la proporción y en una concepción matemática del universo⁵.

La historia de la estética ha demostrado que muchos artistas, como Cesariano, sufrieron un fracaso estético cuando intentaron hacer una composición “ideal” del cuerpo humano produciendo una desproporción entre brazos, piernas, manos y pies¹¹. (Fig. 1)

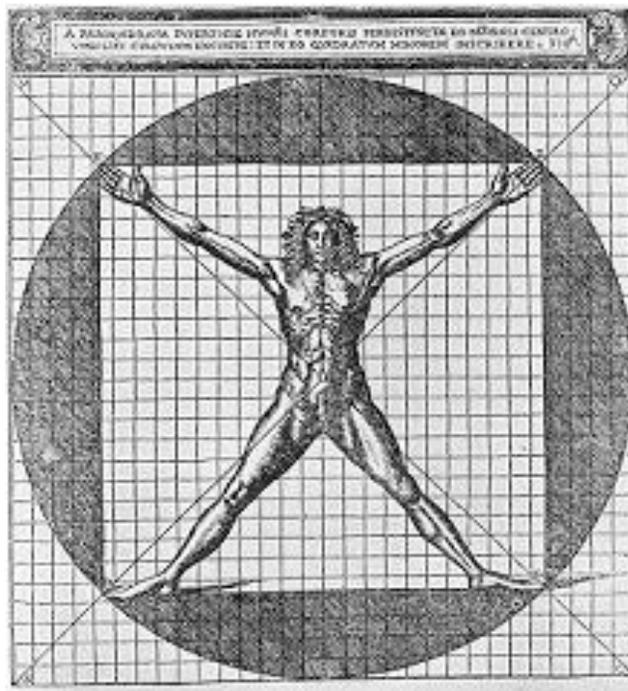


Figura 1. Hombre Vitruviano por Cesariano

Tomado de: <http://www.architettoigilio.it/page002.htm>

El gusto estético, aunque sea universal, está basado en un elemento muy subjetivo: la sensación que surge cuando los seres humanos encuentran las formas y los colores. Esta sensación es irracional e individual. El conocimiento estético se puede reducir a nada ya que no existen los criterios absolutos. La lógica, basada en las constantes humanas, es un instrumento que guía el funcionamiento de la intuición ⁵.

En los siglos XIX y XX, coincidiendo con el advenimiento de todas las técnicas audiovisuales se produce una revolución en los criterios estéticos ¹.

1.3. La Estética Facial

La armonía facial es un aspecto esencial para el profesional que busca plasmar los conceptos de belleza e incluso rehacer su rumbo de acuerdo con las variaciones culturales, étnicas y raciales y sus cambios a través de todos los siglos. Por lo tanto, estos conceptos influyen continuamente en los objetivos de sus tratamientos ¹².

El perfil griego considerado ideal a principios del siglo XX, sería en cierta forma incompatible con los conceptos recientes de armonía facial en los días actuales, en los que el estándar de belleza valora los labios más prominentes

y voluminosos, que otorgan una mayor expresividad al tercio inferior de la cara. Desde los inicios de la Ortodoncia como ciencia, Angle, eligió la cara de Apolo de Belvedere como ideal de belleza (1907), reconociendo así la importancia de la cara dentro de los objetivos terapéuticos ¹². (Fig. 2)

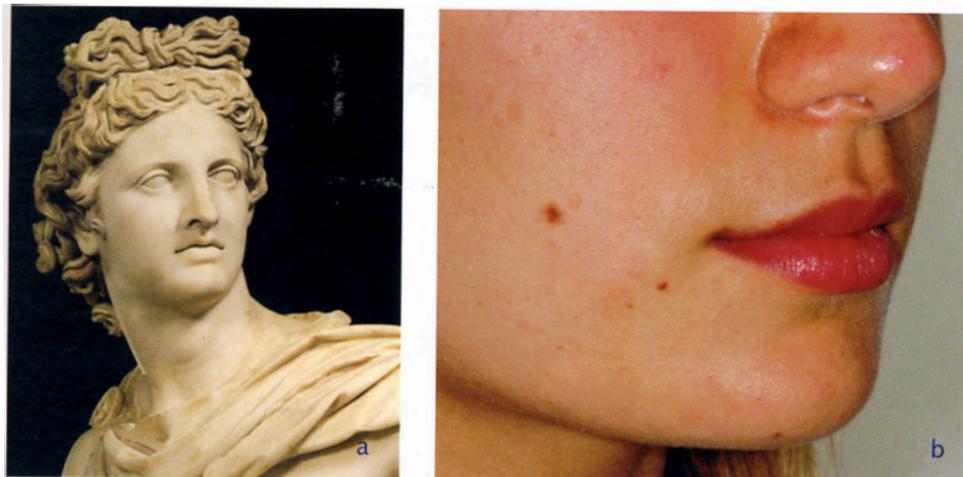


Figura 2. Apolo de Belvedere.
Tomada de Henostroza, 2006

Según Ricketts, nosotros tendemos a limitar el concepto de estética a belleza física, armonía estructural, equilibrio, integridad o al maravilloso término cualitativo de “gracia”. Sin embargo, algunas personas físicamente no atractivas hablan de belleza en relación a su carácter. Así, la estética no puede estar siempre limitada a lo físico porque la cara humana es muy expresiva y refleja los estados de ánimo de las personas ⁸.

El concepto de belleza facial es esencialmente subjetivo. En el siglo XVI, el artista Albrecht Dürer¹³ dijo: “Yo no se que es belleza, pero yo se que ésta afecta muchas cosas en la vida”. Dürer explicó que, a pesar de que el concepto de belleza facial está inmerso en la subjetividad, el término de proporción facial puede ser tomado objetivamente. El sostenía que caras humanas desproporcionadas no son estéticas, mientras que caras proporcionadas son aceptables pero no siempre bellas^{13,14}.

Desde una edad temprana se nos aconseja no “juzgar un libro por su cubierta” y pensamos que “la belleza es algo sólo superficial”. Investigaciones^{15,18} han revelado que la apariencia facial tiene una influencia penetrante y no trivial, en la forma como las personas son vistas y tratadas en cada aspecto importante de la vida social. Las impresiones iniciales, basadas en la apariencia facial, tienden a ser sumamente influyente sobre los resultados de las interacciones sociales y sobre la calidad de vida^{15,16}.

El mayor factor que define el atractivo de una persona es la cara; la boca y los dientes son fundamentales en la estética facial^{16,17}. Los seres humanos tienen una habilidad innata común para determinar los ideales de belleza; pudiendo así discriminar entre una cara bella y una fea. Incluso los bebés prestan más atención a caras bellas que a las menos atractivas¹⁸.

Una apariencia atractiva tiene una influencia importante en el día a día de nuestras vidas. Las personas bellas son consideradas más amigables, más inteligentes, más interesantes y más sociables ¹⁸.

Muchos autores están convencidos que una cara perfectamente simétrica tiene una influencia definitiva en el atractivo de la misma; pero, así como la simetría contribuye al atractivo, esto no es un factor determinante. Caras muy asimétricas son menos atractivas ¹⁸.

Según Muzj ¹⁹ es evidente que la armonía en la cara expresa una perfección de forma que se relaciona con normalidad y su encanto es incuestionable.

1.4 Ecuación de la Belleza

En el libro “El hombre que calculaba”, Malba Tahan²⁰ escribe un capítulo acerca de la belleza de la mujer. El mismo relata la historia de uno de los hombres más populares de Bagdad para la época, 1321, llamado Hassan Maurique, quien conversaba con Beremís, un calculista. Se trataba de una resolución de un nuevo problema, que parecía muy complicado ya que el matemático se encontraba indeciso, analizando figuras y aplicando fórmulas sin llegar a un resultado satisfactorio.

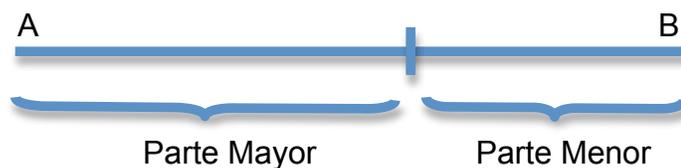
El problema era que Hassan, capitán de guardia, resolvió casarse con una joven llamada Zaira, hija del mercader Abul Lahabe, de Basora, y el mismo no quería arriesgarse a pedir a la jovencita en casamiento sin asegurarse previamente si ella era hermosa o estaba desprovista de encantos. Ya había recurrido a todos los artificios imaginables para descubrir el rostro de Zaira, pero sin resultado. No quiso, sin embargo, guiarse únicamente por las informaciones de las viejas “catbeth” las cuales eran mujeres muy viejas que frecuentaban los harenes y llevaban información a los pretendientes sobre los atributos y dotes de las jóvenes, las cuales generalmente exageraban las virtudes de las mismas. Ante ese inconveniente, Hassan pidió a Beremís, lo auxiliase para resolver el problema ²⁰.

Según Beremís, la Matemática dispone de recursos maravillosos. Con esta ciencia puede el hombre calcular hasta la belleza de una mujer. Con la ayuda de una relación geométrica se puede determinar si una joven es hermosa o fea, es decir si sus formas son perfectas o no. Basta disponer de media docena de medidas y aplicar a ellas las “fórmulas matemáticas de la belleza” ²⁰.

Hassan obtuvo las medidas del rostro de Zaira, las cuales fueron tomadas en el interior del “harem” por una “catbeth”. Disponiendo de los datos del problema, Beremís aplicó las fórmulas, calculó las relaciones y

matemáticamente llegó al siguiente resultado: “La joven Zaira, hija del mercader Abul-Lahabe, es linda como la décima tercera hurí del Cielo de Alah” ²⁰.

Beremís explica a Hassan en qué consiste la fórmula Matemática de la Belleza de la siguiente manera: Dada cierta magnitud AB (representada por un segmento de recta), podemos dividirla al medio, o en dos partes desiguales. La división en dos partes desiguales puede ser hecha, es claro, de una infinidad de maneras diferentes. Existe una manera “simpática” de dividir un todo en dos partes desiguales. Consideremos el segmento AB dividido en dos partes desiguales. Admitamos que esas partes desiguales representan la siguiente relación: “El segmento total es a la parte mayor, como la parte mayor es a la parte menor” ²⁰.



La proporción es la siguiente:

$$\frac{\text{Segmento Total}}{\text{Parte Mayor}} = \frac{\text{Parte Mayor}}{\text{Parte Menor}}$$

Esa división corresponde a la forma “simpática” que pueden presentar las dos partes desiguales ²⁰. Esto se llama segmento Áureo y se considera que esta división es la más proporcionada que se puede hacer de un segmento ²¹. Así Beremís formula una regla: “Para que un todo, dividido en dos partes desiguales parezca hermoso desde el punto de vista de la forma, debe presentar entre la parte menor y la mayor la misma relación que entre ésta y el todo” ²⁰.

Los matemáticos, que llevaron hasta muy lejos sus estudios y observaciones, exponen varios y curiosos ejemplos que constituyen demostraciones convincentes para el principio de esa división, que los romanos llamaban “divina proporción” o “división áurea” ²⁰.

En la División Áurea la relación entre el todo y la parte mayor, es igual, más o menos a $809/500=1.618$. En las líneas principales del rostro femenino “matemáticamente hermoso” resulta constante aquella relación ²⁰.

Obtenidas pues las medidas de Zaira, Beremís aplicó la fórmula de la divina proporción a la joven y verificó que su belleza se expresaba por el número $808/500=1.616$ que difiere muy poco del valor que define la perfección. Así pudo afirmar al apasionado Hassan que su novia era encantadora ²⁰.

La belleza femenina resulta, a veces, de ciertos detalles que la Matemática no puede apreciar. Muchas veces el encanto de la mujer resulta de la manera de sonreír, del tono de voz, de cierta delicadeza de espíritu y de mil otros pequeñísimos detalles que, en ocasiones, para los enamorados, son todo²⁰.

El profesor norteamericano George Birkhoff indicó la “posibilidad de una medida estética”, ya sea en las Bellas Artes, en la música, etc, y dio, para la medida de la belleza, la fórmula siguiente²⁰:

$$\text{Bello} = \frac{\text{Orden}}{\text{Complejidad}}$$

Orden se refiere a disposición concertada y armoniosa de las cosas; disposición metódica de las cosas regularmente clasificadas. Complejidad se define como complejo, siendo complejo aquello que se compone de elementos diversos, es decir algo complicado³.

2. LA PROPORCIÓN DIVINA

2.1. Concepto de la Proporción Divina

Según el Diccionario Larousse el concepto de Proporción es la disposición o correspondencia entre las cosas; Divina se refiere a aquello perteneciente a Dios, perfecto, excelente ³.

La proporción se puede definir como una relación cuantitativa de tamaño o dimensión entre dos elementos de la misma naturaleza ⁵. El término proporción, denota noción de relación, porcentaje o medidas en su determinación numérica e implica la cuantificación de normas que pueden aplicarse a cada realidad física. La elaboración de una fórmula que determine un ratio para la relación armoniosa entre dos partes, ha sido motivo de estudio durante mucho tiempo y los llamados números dorados dan crédito a esta fórmula ²².

Existe una proporción clásica entre distintos tipos de longitudes y volúmenes denominada Proporción Divina ¹³. La Proporción Divina es una constante que matemáticamente define el ratio entre las dimensiones de las longitudes más grandes y más pequeñas de un segmento. La relación específica es única, donde el ratio de la longitud más grande es proporcional a la más pequeña

como el radio de la longitud total es proporcional al segmento más largo²³. Aplicado a una línea recta postula una relación recíproca entre dos segmentos, que debe mantener una proporción matemáticamente calculada para que resulte estética y equilibrada. Cuando la relación entre la parte más grande (a) es 1.618 veces mayor que la pequeña (b), están en Proporción Áurea y existe una armonía en las proporciones ²⁴. El punto en el cual la línea es dividida en radios proporcionales es conocida como Sección Dorada y está representada por el símbolo Φ (Phi) derivado del alfabeto griego, del nombre del escultor griego Phidias, quien incorporó ésto al diseño de la arquitectura del Parthenon ¹³. Si la sección pequeña tiene un valor de 1.0, la más grande es 1.618 veces la pequeña y la pequeña es 0.618 de longitud de la más grande ⁸. (Fig. 3)

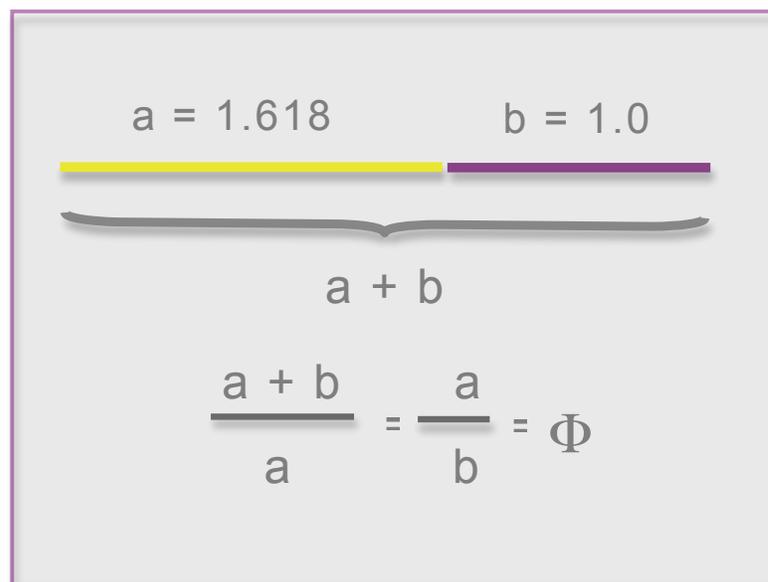


Figura 3. Sección Dorada. (a) en Proporción Divina con (b)

Fuente propia

La Proporción Divina, también es conocida como Proporción Dorada, Sección Dorada, Phi o como “ división en media y extrema razón” ²⁰.

La Proporción Divina es considerada una ciencia y un arte. Ciencia debido a que determina la naturaleza de la verdad y por esto mismo los principios de un objeto. Para que algo se considere científico tiene que ser sistemático y exacto. Arte porque tiene la habilidad de crear cosas, tan distinguidas como su apariencia en la naturaleza. El Arte actúa para producir belleza, es el acto de producir cosas ²⁵.

2.2 Antecedentes históricos de la Proporción Divina

El origen de este concepto es desconocido. Influenciado por el pensamiento de Pitágoras, la conocida “Proporción Divina o Proporción Dorada” fue desarrollada en el siglo V y VI a.C y fue descrita por primera vez por el matemático Euclides (325-265 a.C) en su tratado de Matemáticas “Los Elementos” ^{13,4,26}.

Los egipcios (5000 a.C) fueron posiblemente los primeros en tratar con las proporciones armónicas de la cara y el cuerpo ⁴. Ellos descubrieron las proporciones divinas por análisis y observación, buscando medidas que les permitiera dividir la tierra de manera exacta a partir del hombre. Utilizaron

como ejemplo la mano o el brazo, hasta encontrar que un cuerpo humano medía lo mismo de alto que de ancho con los brazos extendidos y que el ombligo establecía el punto de división en su altura ¹¹.

El sentido de la proporción artística, pasó de Egipto a Grecia y posteriormente a Roma. Las más bellas esculturas y construcciones arquitectónicas están basadas en dichos cánones ¹¹. (Fig. 4)

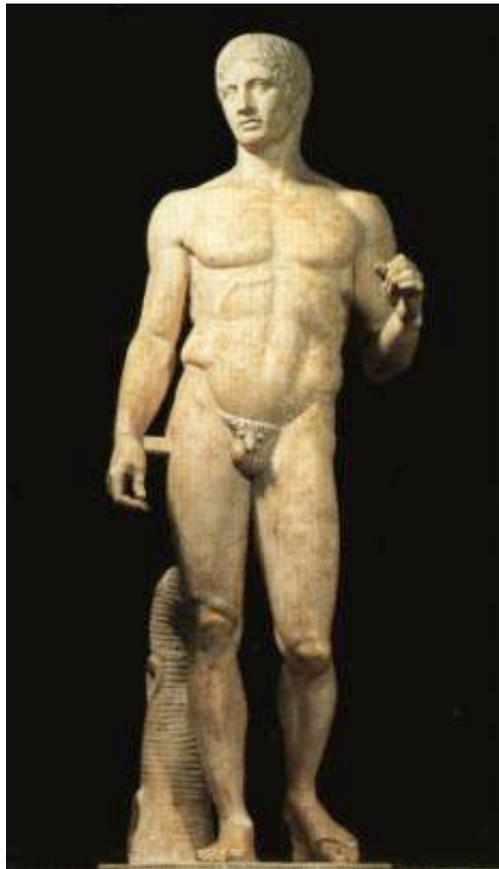


Figura 4. Doríforo, copia romana de Policleto
Museo Arqueológico Nacional. Nápoles.
Tomado de Eco, 2007

En el arte y la arquitectura griega, Phidias (Atenas 490-432 a.C) fue el más genial escultor de la antigüedad clásica y su amistad con Pericles le permitió realizar obras de gran importancia para la acrópolis de la ciudad. De allí el sobrenombre del radio Phi, en honor a Phidias. El equilibrio, la belleza formal idealizada y la perfección técnica caracteriza todas sus obras entre las que destaca el Zeus Olímpico (Fig. 5) y la Atenea Partenos (Fig. 6), ambas en marfil y oro. El número de oro o número áureo aparece en las proporciones geométricas o morfológicas que guardan los edificios, las esculturas, las pinturas e inclusive las partes de nuestro cuerpo ^{11,27}.



Figura 5. Zeus Olímpico

Tomado de: tienda.artehistoria.net/.../jpg/GRT08022.jpg

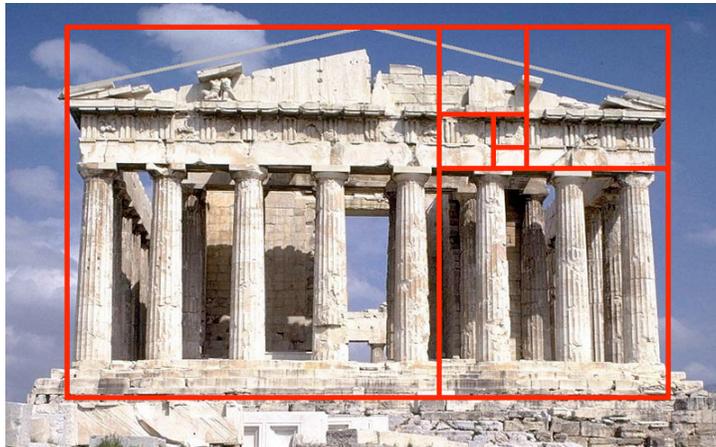


Figura 6. Atenea Partenos. Abajo aplicación de las formas áureas.

Tomado de: educ.queensu.ca/.../images/gold08.jpg

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 proposición geométrica y estética que pasaba a todas las alternativas del conocimiento ^{13,11}.

En la arquitectura y en la escultura desarrolladas por los griegos, el cuerpo humano fue considerado como el ejemplo más perfecto de simetría ¹³. Pero no sólo en estas áreas se expresaba esta tendencia, pues todo su esfuerzo cosmo-visional buscaba situar al hombre en el centro del universo, privilegiando el desarrollo físico y espiritual, en un contexto armónico ¹¹.

Suponemos que gran parte de las especulaciones que dieron fundamento a las ideas de proporción entre los griegos, se las llevó el incendio provocado por César y que consumió la Biblioteca Mayor de Alejandría. Al carecer de muchas de esas fuentes, se puede recurrir a Aristocles de Atenas, apodado Platón. Este filósofo, quien vivió de 427 a 347 a.C, fue probablemente el pensador que más meditó sobre la proporción y la armonía, ocupándose con especial dedicación a las proporciones entre los sólidos. En su obra Timeo, dice sobre la proporción geométrica: *“No es posible que dos términos formen por sí solos una hermosa composición sin un tercero, pues, es necesario que entre ellos haya un vínculo que los aproxime. Ahora bien, de todos los vínculos, el más bello, es el que se da a sí mismo, y a los términos que une, la unidad más completa. Y es naturalmente la proporción, la que realiza esto del modo más bello”* ¹¹.

Este esfuerzo por encontrar la proporcionalidad, se repite en quienes han tomado de los griegos la forma de interpretar el cosmos. Tal es el caso de

Marco Vitruvio Polion, quien escribió dos siglos después de Platón, diez libros sobre el bagaje arquitectónico greco-romano y acepta el mismo principio, pero dice que la simetría consiste en el acuerdo de medidas entre los diversos elementos de la obra y éstos con el conjunto. Vitruvio ideó una fórmula matemática para la división del espacio dentro de un dibujo, conocida como la sección áurea o de oro, que se basa en una proporción dada entre los lados más largos y los más cortos de un rectángulo. Dicha simetría está regida por un módulo o canon común, el número. También estableció una afinidad entre el hombre y las figuras geométricas, al descubrir que el hombre de pie con los brazos extendidos puede inscribirse en un cuadrado y si separa las piernas puede inscribirse dentro de un círculo, que tiene como centro el ombligo ¹¹.

Estas ideas sobre la armonía y la proporción tomaron un nuevo impulso catorce siglos más tarde, durante el Renacimiento Italiano. Un matemático quien además era sacerdote, Fray Luca Paccioli (1509), la denominó “Divina Proporción”, sosteniendo que era una de las múltiples razones o cocientes que podían expresar una proporción numérica. Esta fórmula matemática permitía adaptarla al hombre y humanizarla, lo que ha hecho su perennidad a través de los siglos ¹¹. Paccioli también publicó un tratado titulado “De divina Proportione” para el cual Leonardo da Vinci dibujó figuras de caras y cuerpos simétricos y proporcionados ^{13,27}.

Leonardo da Vinci, el mayor exponente del Renacimiento, estudió la belleza humana. También empleó las proporciones divinas y retomó los análisis hechos por Vitruvio Polion en cuanto a la sección áurea. Da Vinci se inspiró en los estudios hechos por Vitruvio acerca de las proporciones humanas para hacer el famoso dibujo que se encuentra en la Galería de la Academia en Venecia y se titula “El hombre vitruviano”. Este dibujo hecho a lápiz, tinta y acuarela, corresponde perfectamente al esquema descrito por Vitruvio sobre las proporciones corporales, aunque existen en diversos museos del mundo, otros grabados en los que Leonardo analiza también las proporciones del cuerpo y de la cara ^{11,28}.

Pero Da Vinci no fue el único que intentó ilustrar las divinas proporciones del cuerpo humano; muchos otros artistas lo habían intentado con diferentes grados de éxito. Cesariano, por ejemplo, dibujó un círculo perfecto y posteriormente un rectángulo con líneas tangenciales a partir de las esquinas; ahí realizó una figura humana en la que forzaba a que cada una de las extremidades tocaran las esquinas del rectángulo. El resultado fue una de las figuras más desproporcionadas del Renacimiento, con los brazos largos, las piernas cortas, manos y pies demasiado grandes ^{11,28}. (Fig. 1)

Este sistema de relación geométrica por sí solo no produce belleza. Se necesitaba del ingenio de Da Vinci para resolver el problema. Lo que hizo fue, primero dibujar un cuerpo humano perfectamente proporcionado y posteriormente trazar un círculo con un rectángulo; lo interesante es que son tangente, solamente, en un punto: en la base ^{11,28}. (Fig. 7)

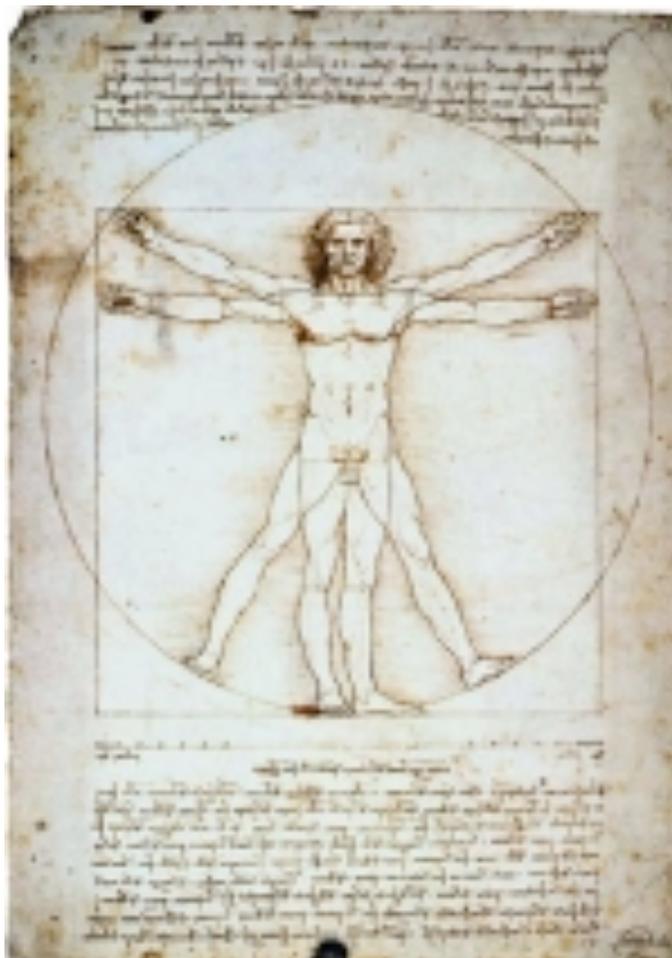


Figura 7. Hombre Vitruviano por Leonardo Da Vinci

Tomado de Eco, 2007

El hombre de Vitruvio se convirtió en un auténtico símbolo, ya que recoge varias de las ideas claves del pensamiento renacentista: “el hombre medida de todas las cosas, la belleza ajustada a cánones, equilibrio y proporción”... y también el ombligo es el punto central natural del cuerpo humano, y que si un hombre se echa sobre la espalda, con las manos y los pies extendidos, y coloca la punta de un compás en su ombligo, los dedos de las manos y los de los pies tocarán la circunferencia del círculo que así trazamos. Y de la misma forma que el cuerpo humano nos da un círculo que lo rodea, también podemos hallar un cuadrado donde igualmente esté encerrado el cuerpo humano. Porque si medimos la distancia desde las plantas de los pies hasta la punta de la cabeza y luego aplicamos esta medida a los brazos extendidos, encontraremos que la anchura es igual a la longitud, como en el caso de superficies planas que son perfectamente cuadradas”¹¹.

Un movimiento que apoyaba la Proporción Divina comenzó en Alemania a mediados del siglo XIX cuando el término “Sección Dorada” fue por primera vez utilizado. Fue Zeising quien primero sugirió que la sección dorada tenía cualidades estéticas particulares y que cualquier cosa realizada en esta proporción sería considerado bello. En ese momento, esta teoría fue confirmada por los experimentos estéticos de Fechner, quien mostró que las personas prefieren rectángulos cuyos lados estén en Proporción Divina en lugar de otros rectángulos²⁷.

Matila Ghyka notó que la proporción divina se repetía en formas naturales como flores, conchas y en particular en el cuerpo humano. En 1946 Matila Ghyka, en su libro “The Geometry of Art and Life” presentó un análisis de la cara de una campeona de tenis Helen Wills, en la cual varias medidas cumplían la proporción divina^{27,29}. (Fig. 8)



Figura 8. Análisis de la cara de Helen Wills por Matila Ghyka

Tomado de: likovna-kultura.ufzg.hr/.../Helen%20Wills2.jpg

Desde ese momento, muchos debates y discusiones se comenzaron a realizar acerca de las cualidades estéticas de la proporción divina, y muchos han cuestionado la validez de lo expuesto por Fechner. Quizás el más reconocido defensor de la sección dorada en tiempos recientes fue el

arquitecto suizo, nacionalizado como francés, Le Corbusier, quien basó su “Modulor system” y los edificios de la sede de la ONU en Nueva York entre otros, en estos radios (Fig. 9) ^{11, 27}.

Le Corbusier refiere en su libro: “La Naturaleza está regida por matemáticas, y las piezas maestras del arte están en consonancia con la naturaleza. Estas piezas expresan las leyes de la naturaleza y éstas proceden de estas leyes”

29



Figura 9. Edificio de la ONU en Nueva York, diseñado por Le Corbusier

Tomado de: www.vitruvio.ch/.../1946-2000/foto/onuny.jpg

La teoría de la proporción siempre ha estado vinculada a una filosofía de sello platónico, para la que el modelo de la realidad son las ideas, y las cosas reales son sólo pálidas e imperfectas imitaciones de esas ideas. A lo largo

del tiempo ha habido distintos ideales de proporción. Numerosos estudios contemporáneos han intentado demostrar que los principios de una proporción ideal, incluida la realización de la sección áurea, se pueden hallar en las obras de todos los tiempos, incluso cuando los artistas no conocían las reglas matemáticas correspondientes. Cuando la proporción se interpreta como una regla rigurosa, se ve que no existe en la naturaleza, y se puede llegar a la argumentación dieciochesca de Burke, que adopta una postura en contra la proporción y niega que pueda ser un criterio de belleza⁵.

Lo más significativo es que, en el ocaso de la civilización renacentista, se va abriendo paso la idea de que la belleza, antes que la proporción equilibrada, nace de una especie de torsión, de una tensión inquieta hacia algo que está más allá de las reglas matemáticas que rigen el mundo físico⁵.

2.3. Aplicación de la Proporción Divina

2.3.1 La Proporción Divina en los Números

Según el sentido común, juzgamos bella una cosa bien proporcionada. Eso explica por qué desde la antigüedad la belleza se identificó con la proporción, aunque hay que recordar que en la definición común de la belleza, en el

mundo griego y latino, el deleite del color y de la luz también se unía siempre a la proporción ⁵.

Cuando en la Grecia antigua los filósofos comienzan a discutir cuál es el principio de todas las cosas, pretenden dar una definición del mundo como un todo ordenado y gobernado por una sola ley. Esto significa pensar en el mundo como en una forma, y los griegos perciben con claridad la identidad entre forma y belleza. No obstante, fue Pitágoras con su escuela quién, a partir del siglo VI a.C., afirmó estas cosas de manera explícita y comenzó a estrechar los vínculos entre cosmología, matemáticas, ciencia natural y estética ⁵.

Pitágoras es el primero en sostener que el principio de todas las cosas es el número. Los pitagóricos sienten una especie de terror sagrado ante el infinito y todo aquello que no puede reducirse a un límite, y por eso buscan en el número la regla capaz de limitar la realidad, de proporcionarle orden e inteligibilidad. Con Pitágoras nace una visión estético-matemática del universo: las cosas existen porque están ordenadas, y están ordenadas porque en ellas se cumplen leyes matemáticas que son a la vez condición de existencia y de belleza ⁵.

2.3.1.1 Los Números de Fibonacci

En el siglo XIII, es cuando el mundo occidental adopta la numeración árabe, que se conoció gracias al comerciante Leonardo de Pisa también conocido como Filius Bonaccio o Fibonacci quien desarrolló una secuencia matemática que se llamó serie de Fibonacci y fue él quien tradujo esta relación divina a términos matemáticos ^{7,8}. La sucesión fue descrita por Fibonacci como la solución a un problema de la cría de conejos ³⁰. (Fig. 10)

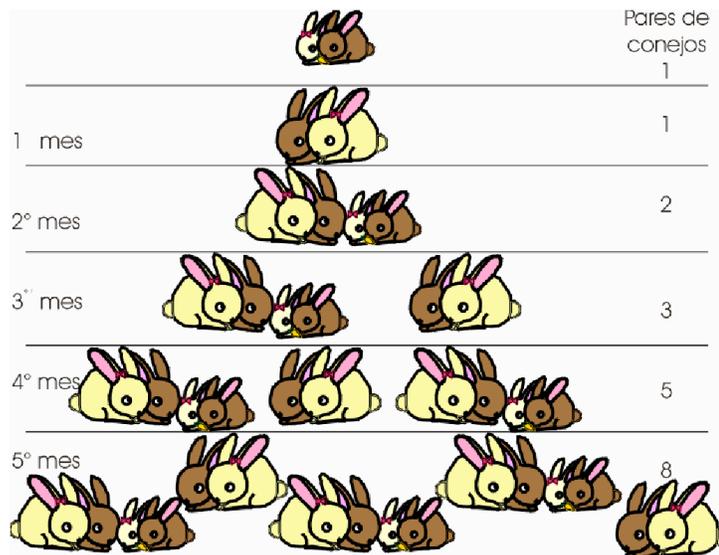


Figura 10. Problema de la cría de conejos descrita por Fibonacci

Tomado de: http://201.116.18.153/laciencia/matematicas_sec/mg_fibonacci/fibonacci.htm

La proporción divina coincide con la serie de Fibonacci, también llamada números mágicos. Este fenómeno es más bien simple casualidad más que causalidad ^{8,9}.

La serie de Fibonacci es una secuencia matemática que empieza con la simple ecuación de una suma $0 + 1 = 1$, el segundo número de esta ecuación, el 1 y el número de la siguiente ecuación también es 1, se suma para crear la siguiente línea $1 + 1 = 2$, lo que es igual, cuando cualquier número en una secuencia es el resultado de la suma de los dos números previos, es lo mismo considerar la siguiente sucesión de números: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233..., cada número a partir del tercero, se obtiene sumando los dos que le preceden; después de sólo nueve sumas, cada número de la serie es 1.61803 veces el número previo y así hasta infinito; esto es una progresión geométrica que proporciona una relación única^{7,8}. Si se divide, obtenemos:

$0/1 = 0$	$34/21 = 1,61904$
$1/1 = 1$	$55/34 = 1,6176$
$2/1 = 2$	$89/55 = 1,61818$
$3/2 = 1,5$	$144/89 = 1,61797$
$5/3 = 1,666$	$233/144 = 1,61805$
$8/5 = 1,6$	$377/233 = 1,61802$
$13/8 = 1,625$	$610/377 = 1,61803$
$21/13 = 1,615$	$937/610 = 1,61803$

Después del decimotercero de la secuencia, aumenta en una proporción invariable de 1,0 a 1,618 por lo tanto, en esa parte de la serie, los números de Fibonacci son áureos respecto a sus vecinos. Se puede determinar que el cociente se estabiliza en el número 1,618, éste es el número que resulta también de dividir dos segmentos que entre sí guardan relación divina ^{8,9}.

2.3.1.2 Las Formas Áureas

En la literatura se describen las distintas formas áureas: el triángulo, el rectángulo y el pentágono áureo. El triángulo áureo es un triángulo isósceles, que es el que tiene dos lados iguales, está formado por una base de 1,0 y dos lados de 1,618. La bisectriz de uno de los ángulos de 72° divide a este en dos de 36° y las secciones de los lados opuestos al triángulo en secciones áureas ^{7,30}.

Si la bisectriz del triángulo áureo se efectuara de manera seriada presentando progresivamente pequeños triángulos y se conectaran los puntos de las series de estos a través de una curva se formaría una espiral logarítmica (Fig. 11), que no solamente se presenta en el crecimiento de las conchas marinas (Fig. 29) sino también en el crecimiento de la mandíbula (Fig. 58) ^{7,8}.

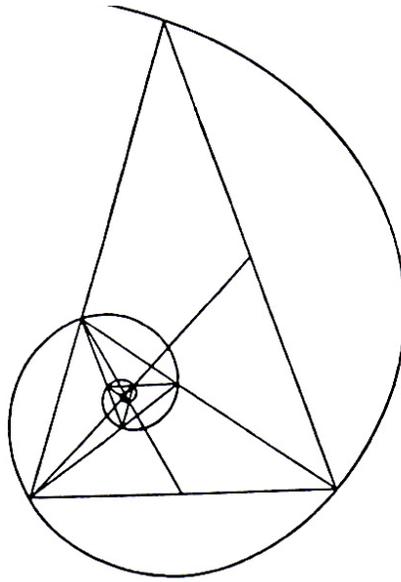


Figura 11. Espiral Logarítmica

Tomado de Ricketts, 1989

Una espiral logarítmica, espiral equiangular o espiral de crecimiento es una clase de curva espiral que aparece frecuentemente en la naturaleza. Fue descrita por primera vez por Descartes y posteriormente investigada por Jakob Bernoulli, quien la llamó *Spira mirabilis*, "la espiral maravillosa" ³¹.

La espiral logarítmica se distingue de la espiral de Arquímedes por el hecho de que las distancias entre su brazos se incrementan en progresión geométrica, mientras que en una espiral de Arquímedes éstas distancias son constantes. Se pueden construir espirales logarítmicas de grado 17,03239 utilizando los números de Fibonacci o la proporción áurea ³¹.

El rectángulo áureo es aquel que tiene una forma particular que lo hace agradable; en él se cumple el principio de la proporción divina: Una representación geométrica con base de 1,618 y altura de 1,0 forman un rectángulo áureo; se considera “perfecto” porque es potencialmente reproducible hasta el infinito ⁵. El método de construir esta forma es: se dibuja un cuadrado de lados **b**, se halla un punto medio de la base del cuadrado y se une con el ángulo de la parte superior derecha, obteniéndose la diagonal de la mitad vertical del cuadrado; luego se toma como centro el punto medio de la base, se traza un segmento de circunferencia desde el ángulo superior derecho hasta la prolongación de la base y así, se obtiene el segmento **a**, se construye finalmente el rectángulo que tiene por lados los segmentos **a** y **b** (Fig. 12). Este rectángulo se encuentra en los naipes, las tarjetas de crédito, en muchas formas artísticas, en los patrones arquitectónicos como por ejemplo lo es el Partenón Griego (Fig. 6) ^{7,8,32}.

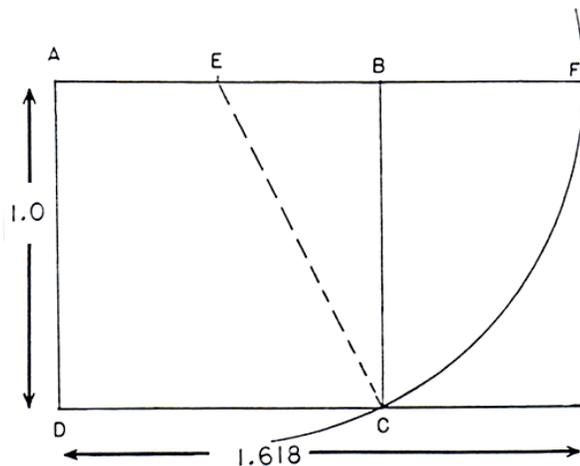


Figura 12. Rectángulo dorado

Tomado de Ricketts, 1989

La otra forma áurea es el pentágono (Fig. 13) el cual es el resultado de unir una estrella de cinco puntas con cinco lados de igual longitud; la estrella pentagonal o pentágono estrellado, era el símbolo de los pitagóricos ya que ellos pensaban que el mundo estaba configurado según un orden numérico, donde solo podían ser aceptados los números fraccionados. La casualidad hizo que en su propio símbolo se encontrara el número de oro. Se puede comprobar que los segmentos QN, NP, QP están en proporción áurea. La relación entre la diagonal del pentágono y su lado es el número de oro, $AC/AB = 1.61803$ ^{8,7}. Esta estrella de cinco puntas, a su vez la divide en cinco triángulos donde la medida de la longitud del lado corto con el ancho tiene relación de proporción áurea. También aparece esta relación proporcional en la gran Pirámide de Keops en donde la altura de uno de los tres triángulos que forman la pirámide y el lado es de 2Φ ⁷.

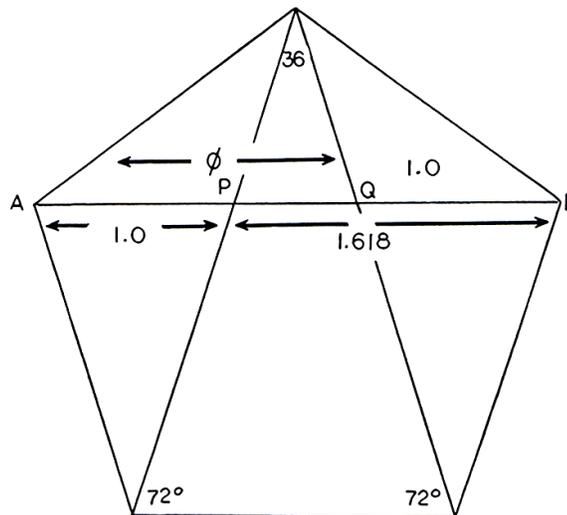


Figura 13. Pentágono Áureo

Tomado de Ricketts, 1989

2.3.2 La Proporción Divina y la música

Todos los instrumentos creados por el hombre que usan cuerdas, crean sonidos o tonos más o menos bellos en la medida que se tensan sobre un espacio hueco. Pitágoras (500 a.C.) descubrió que era posible expresar la relación entre dos tonos, llamados intervalos, mediante números racionales

33 .

Los pitagóricos son los primeros en estudiar las relaciones matemáticas, regulando los sonidos musicales, las proporciones en las que se basan los intervalos, la relación entre la longitud de una cuerda y la altura de un sonido

5 .

Pitágoras inventó un instrumento de una sola cuerda, un monocordio, que los pitagóricos usaban para realizar demostraciones y como instrumento musical (Fig. 14). Hoy se usa para demostrar los intervalos simples³³.



Figura 14 . Monocordio. Museo Nacional Gemánico de Nuremberg

Tomado de Hartmann, 2001

Al presionar la cuerda en una tercera parte de su longitud, haciéndola vibrar, el tono resultante sería el intervalo de una quinta arriba del tono de la misma cuerda al vibrar libremente. La importancia de su invento era que el hombre reconoce, o experimenta, como bellos, sólo algunos intervalos específicos. Los pitagóricos llamaron a estos intervalos *synphon*, y son los siguientes: octava (proporción 1:2); quinta (proporción 2:3); cuarta (proporción 3:4); y tercera (proporción 4:5). Además, también tenemos la proporción 5:6, que es la tercera menor³³.



Figura 15. Instrumento el Cuatro. Se señalan notas de un acorde perfecto

Fuente Propia

La idea de una armonía musical se asocia estrechamente a cualquier regla para la producción de lo bello. Esta idea de la proporción se desarrolla a lo largo de toda la antigüedad y se transmite a la Edad Media a través de la obra de Boecio, entre los siglos IV y V d.C. Boecio decía que los pitagóricos sabían que los distintos modos musicales influyen de manera diversa en la psicología de las personas ⁵.

A lo largo del tiempo ha habido distintos ideales de proporción. Las proporciones musicales a las que se refería Pitágoras no coincidían con las proporciones a las que se referían los medievales, porque la música que estos consideraban agradable era distinta. A los compositores de finales del primer milenio, cuando a las vocalizaciones llamadas *gibili allelujatici* había que adaptar las sílabas el texto, se les plantea por primera vez el problema de la proporción entre palabra y melodía ⁵.

Cuando, en el siglo IX, las dos voces de los diafonistas abandonan el unísono y cada una empieza a seguir una línea melódica propia, aunque conservando la consonancia del conjunto, se busca una nueva regla de proporción. El problema aumenta cuando de la diafonía se pasa al discante, y de este a la polifonía del siglo XII ⁵.

Ante un *organum* de Pérotin, cuando desde el fondo de una nota generadora asciende el movimiento complejo de un contrapunto de osadía realmente gótica, y tres o cuatro voces sostienen sesenta medidas consonantes sobre la misma nota de pedal, en una variedad de ascensiones sonoras semejantes a los pináculos de una catedral, el músico medieval que recurre a los textos de la tradición da un significado muy concreto a las categorías que para Boecio eran abstracciones platónicas. Y así a lo largo de la historia de la música. En el siglo IX se reconocía aún el intervalo de quinta (do-sol) como consonancia imperfecta, pero en el siglo XII ya se admite ⁵.

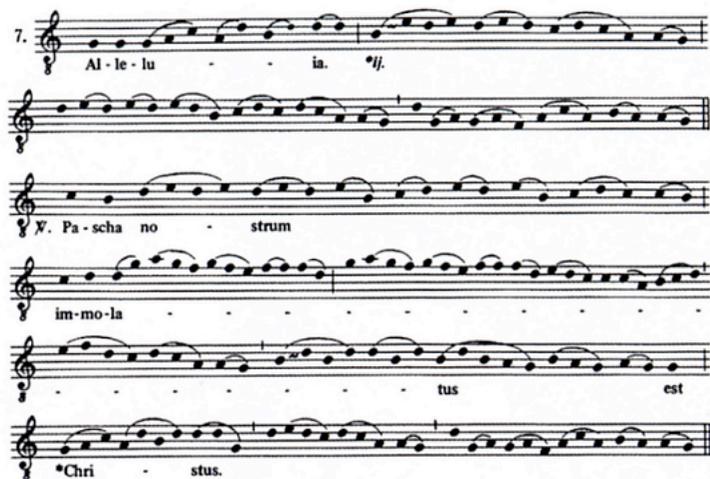


Figura 16. El “Jubilus Alleluja” y “Tu Patris sempiternus”.

Tomado de Eco 2007

Los pitagóricos tenían una lira de 8 cuerdas y una *kithara*. Todos los instrumentos de cuerdas, hasta principios del siglo XVI, hasta la invención de

la familia del violín (Fig. 17), tenían esas características, que limitaban de forma significativa la calidad de su sonido y no dejaban mucho espacio para expresar la variedad de colores tonales de la escala musical ³³.



Figura 17. Instrumento de Cuerda: El Violín es construido en Proporción Divina
Tomada de Hactmann, 2001

2.3.2 La Proporción Divina en el Arte

Las relaciones que regulan las dimensiones de los templos griegos, los intervalos entre las columnas o las relaciones entre las distintas partes de la fachada corresponden a las mismas relaciones que regulan los intervalos musicales ⁵.

La idea de pasar del concepto aritmético de número al concepto geométrico espacial de relaciones entre distintos puntos es pitagórica. La *tetraktys* es la figura simbólica por la que realizan los juramentos, y en la que se condensa de forma perfecta y ejemplar la reducción de lo numérico a lo espacial, de lo aritmético a lo geométrico. Cada uno de los lados de este triángulo está formado por cuatro puntos y en el centro hay un solo punto, la unidad, de la que se generan todos los otros números. El cuatro se convierte así en sinónimo de fuerza, de justicia y de solidez; el triángulo formado por tres series de cuatro números es y se mantiene como símbolo de igualdad perfecta. Los puntos que forman el triángulo sumados entre sí dan el número diez, y con los diez primeros números se pueden expresar todos los números posibles (Fig. 18) ⁵.

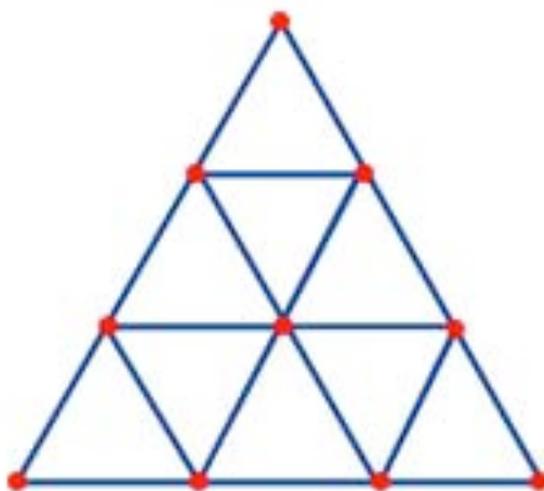


Figura 18. Tetraktys Pitagórica

Tomada de Eco, 2007

Si el número es la esencia del universo, en la tetraktys (o década) se condensan toda la sabiduría universal, todos los números y todas las operaciones numéricas posibles. Si se siguen determinando los números según el modelo de la tetraktys, alargando la base del triángulo, se obtienen progresiones numéricas en las que se alternan los números pares y los números impares ⁵.

Estas armonías aritméticas corresponden también a armonías geométricas, el ojo puede enlazar constantemente estos puntos en una serie indefinida y encadenada de triángulos equiláteros perfectos. Esta concepción matemática del mundo la encontramos también en Platón y, sobre todo, en el diálogo Timeo ⁵.

Entre el Humanismo y el Renacimiento, épocas en que se produce un retorno del platonismo, los cuerpos regulares platónicos son estudiados y celebrados precisamente como modelos ideales por Leonardo, en el *De Perspectiva Pingendi* de Piero Della Francesca, en el *De divina poroportione* de Luca Pacioli, y en el *Tratado de las proporciones del cuerpo humano* de Durero. El *De architectura de Vitruvio* transmite instrucciones, tanto a la Edad Media como al Renacimiento, para la realización de proporciones arquitectónicas óptimas. Tras la invención de la imprenta, se harán numerosas ediciones de su obra, con diagramas y dibujos cada vez más rigurosos ⁵.

Las obras de Vitruvio se inspiran en las teorías renacentistas de la arquitectura, desde el *De re aedificatoria* de Leon Battista Alberti a Piero Della Francesca, de Pacioli a los *Quattro libri dell'architettura* de Palladio ⁵.

El principio de proporción reaparece en la práctica arquitectónica también como alusión simbólica y mística. En este sentido ha de entenderse el gusto por las estructuras pentagonales que aparecen en el arte gótico, especialmente en el trazado de los rosetones de las catedrales; también los signos lapidarios, las siglas personales con que cada constructor de catedrales firmaba las piedras más importantes de su construcción, con las claves de bóveda. Son trazados geométricos, basados en determinados diagramas ⁵.

2.3.3 La Proporción Divina en el Cuerpo Humano

Para los primeros pitagóricos, la armonía no consiste solamente en la oposición de par e impar, sino también en la oposición entre límite e ilimitado, unidad y multiplicidad, derecha e izquierda, masculino y femenino, cuadrado y rectángulo, recta y curva; aunque parece que, para Pitágoras, en la oposición de contrarios solo uno representa perfección: lo impar, la recta y el cuadrado son buenos y bellos; las realidades opuestas representan el error, el mal y la falta de armonía ⁵.

Heráclito propone: “si en el universo existen contrarios, realidades que parecen no conciliarse, como la unidad y la multiplicidad, el amor y el odio, la paz y la guerra, la quietud y el movimiento, la armonía entre estos contrarios no se producirá anulando uno de ellos, sino precisamente dejando que ambos vivan en una tensión continua”⁵.

Nace así la idea de un equilibrio entre dos entidades opuestas que se neutralizan mutuamente, la polaridad entre dos aspectos que serían contradictorios entre sí y que se vuelven armónicos solo porque se contraponen convirtiéndose en simetría, una vez trasladados al plano de las relaciones visuales. Por tanto, la simetría es una exigencia en el arte griego, convirtiéndose en uno de los cánones de belleza en el arte de la Grecia clásica⁵.

En el siglo IV a.C, Policleto realiza una estatua que será considerada luego el cánón, porque en ellas encarnan todas las reglas para una proporción correcta, y el principio que rige el canon no es el principio basado en el equilibrio de dos elementos iguales. Todas las partes del cuerpo han de adaptarse recíprocamente según relaciones proporcionales en el sentido geométrico: A es a B como B es a C. Más tarde Vitruvio expresó las proporciones corporales correctas en fracciones de la figura entera: el rostro ha de constituir 1/10 de la longitud total, la cabeza 1/8 de la longitud del tórax, y así sucesivamente⁵.

El canon griego de las proporciones era distinto del egipcio. Los egipcios disponían de redcillas con cuadrículas iguales que marcaban medidas cuantitativas fijas. En el canon de Policleto, en cambio, ya no hay unidades fijas: como ejemplo, la cabeza es al cuerpo como el cuerpo es a las piernas. El criterio es orgánico, las relaciones entre las partes se determinan según el movimiento del cuerpo, el cambio de la perspectiva y las propias adaptaciones de la figura a la posición del espectador ^{5,13}.

Aparentemente, la Edad Media no aplica una matemática de las proporciones a la valoración o a la reproducción del cuerpo humano; lo toman como prodigio de la Creación, como aparece en una obra de Tomás de Aquino ⁵.

La cultura medieval partía de una idea de origen platónico, según la cual el mundo es como un gran animal y, por tanto, como un ser humano, y el ser humano es como el mundo o bien el cosmos es un gran hombre y el hombre es un pequeño cosmos. Nace así la llamada teoría del *homo quadratus*, en la que el número, principio del universo, adopta significados simbólicos, basados en una serie de secuencias numéricas que también son estéticas ⁵.

Vitruvio señala el número cuatro como el número del hombre, porque la anchura del hombre con los brazos totalmente extendidos corresponde a su estatura, formando así la base y la altura de un cuadrado ideal. Cuatro es el

número de la perfección moral, de modo que se llama tetrágono al hombre moralmente fuerte. El hombre cuadrado será a la vez el hombre pentagonal, porque el cinco también es un número lleno de secuencias secretas y es una entidad que simboliza la perfección mística y estética ⁵.

En el siglo XII, Hugo de San Víctor afirma que cuerpo y alma reflejan la perfección de la belleza divina; el cuerpo porque se basa en el número par, imperfecto e inestable y alma porque se basa en el número impar, determinado y perfecto ⁵.

El valor de la proporción divina puede ser demostrado fácilmente en el cuerpo humano: en la longitud de las falanges lo cual permite eficiencia al empuñar la mano (Figs.19 y 20); en la longitud relativa del antebrazo y el brazo haciendo posible cruzarse de brazos; en la proporción del tronco y las piernas en la eficiencia al agacharse a recoger un objeto del suelo y de las piernas al caminar (Fig. 21). La forma de la mandíbula y su crecimiento sigue un espiral logarítmico con expresión gnómica (constancia en la forma) respecto al maxilar. Debe entenderse que estas proporciones no son exactas, sino aproximaciones cercanas para obtener la máxima economía funcional. La ironía de este fenómeno es que un músculo saludable puede ser estirado a la sección dorada o 1.618 veces su longitud de reposo antes de desgarrarse. El diseño del cuerpo humano en proporción divina está asociado con la Ley de la máxima conservación de la energía y de los

tejidos³⁴.



Figura 19. Proporción Divina entre las falanges y entre Cúbito-Radio

Tomado de Henostroza, 2006

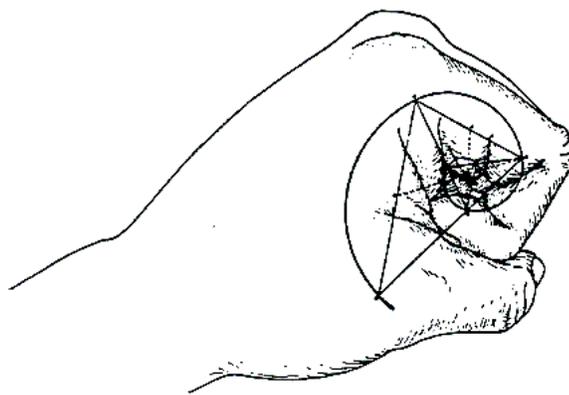


Figura 20. Las falanges de los dedos guardan proporción dorada entre ellas; ésto permite que cuando se empuña la mano se forme un espiral logarítmico

Tomado de Ricketts, 1998

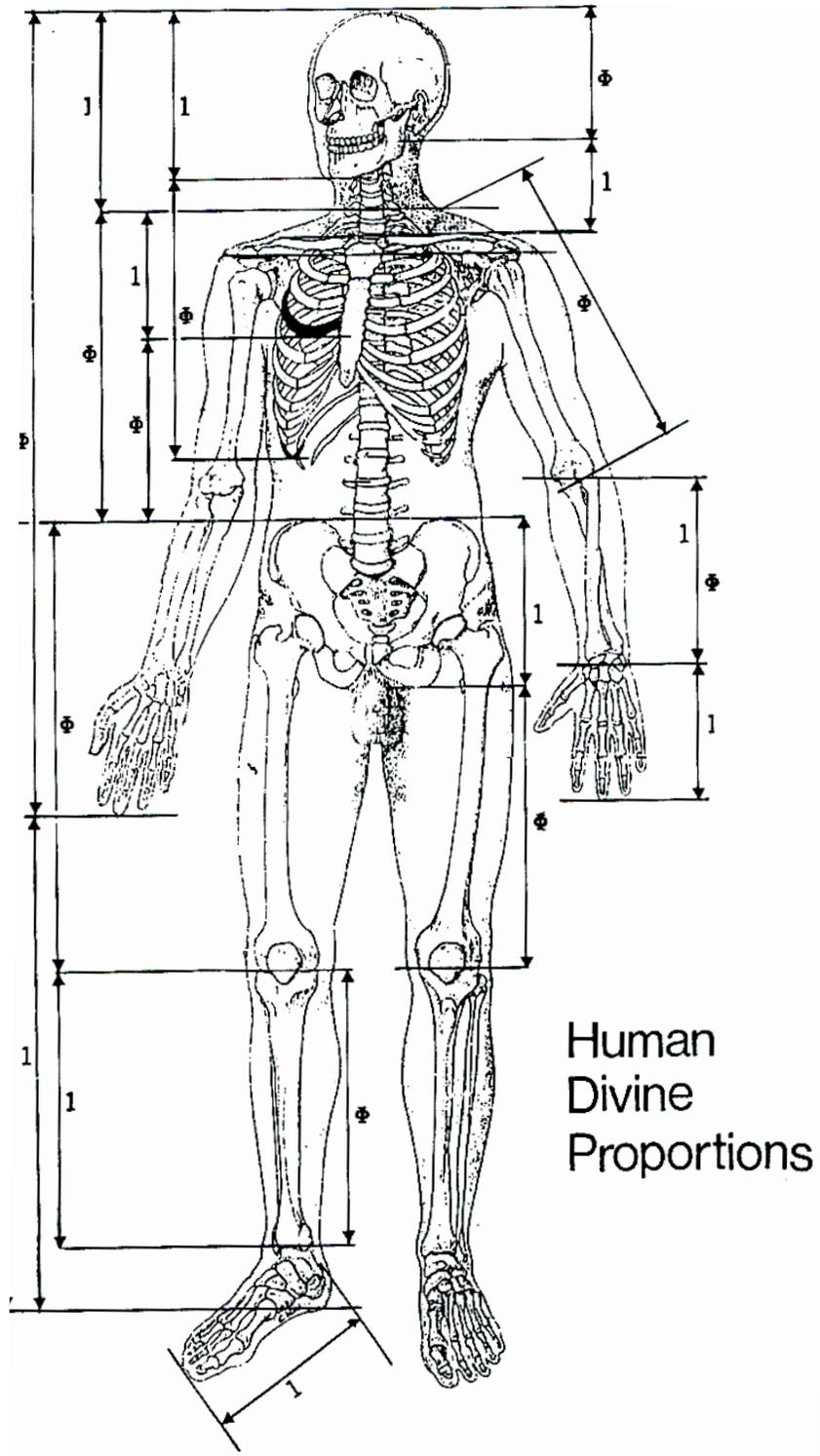


Figura 21. Proporciones doradas en el cuerpo humano. $\Phi = 1.618$

Tomado de Ricketts, 1998

Está comprobado que la mayor cantidad de números phi en el cuerpo y la cara hacen que la mayoría de las personas reconozcan a esos individuos como bellos y proporcionados ³⁵.

2.3.4 La Proporción Divina en el Cosmos y la Naturaleza

Para Pitágoras y Boecio, el alma y el cuerpo del hombre están sometidos a las mismas reglas que regulan los fenómenos musicales, y estas mismas proporciones se encuentran en la armonía del cosmos, de modo que el mundo en el que vivimos y el universo entero están unidos por una única regla: matemática y estética a la vez. Esta regla se manifiesta en la música mundana, una gama musical que, según Pitágoras, producen los planetas al girar sobre la tierra inmóvil, generando un sonido más agudo cuanto más alejado está un planeta dado de la tierra, siendo más rápido su movimiento. Del conjunto proviene una música muy dulce que no escuchamos porque nuestros sentidos no están capacitados para ello ⁵.

Es posible que la Proporción Divina, a través de los años, haya influenciado fuertemente en la selección natural; así como la naturaleza desecha lo feo y aparta lo débil. Podría existir un factor importante en el que el objeto más eficiente era el más agradable y más bello ⁸.

La naturaleza se caracteriza por ser mutable, por el constante cambio de los fenómenos, por su permanente fluir, como expresaba Heráclito de Efeso. Pero dentro de esta mutación indefinida de los acontecimientos existen proporciones y leyes constantes, ajenas en su esencia al sobrevenir y logran conjugar el orden, la armonía, el equilibrio, el ritmo y en perfecta unidad actúan e influyen en el desarrollo del hombre ⁷.

La naturaleza está organizada en subdivisiones o desarrollos de relaciones lógicas y armónicas. Pitágoras observó que toda armonía dependía de una proporción, de una relación numérica, es decir, de la relación existente entre las partes y el todo ⁷. Los filósofos han considerado a menudo el lenguaje de la matemática como la única medida de entender la naturaleza ⁵.

Se puede encontrar la Proporción Divina en distintos seres que habitan el medio ambiente, como son las plantas y sus frutos, los caracoles, los peces, los insectos, los caballos y el hombre (Fig. 22). La descubrimos en las piñas o las hojas que se distribuyen en el tallo de una planta. Algo similar, ocurre en el corazón de una lechuga que presenta la forma áurea de una estrella de cinco puntas (Fig. 23) ^{7,36,8}.

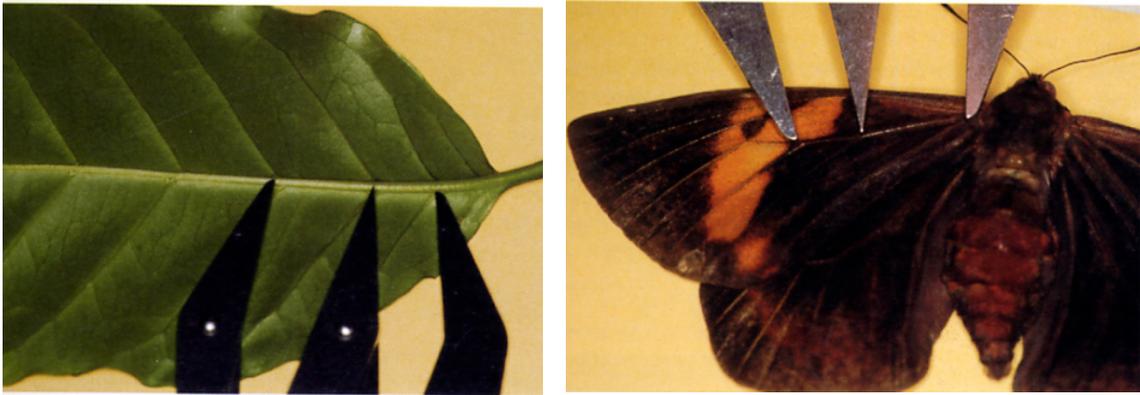


Figura 22. Proporción Divina en la Naturaleza
Tomado de Henostroza, 2006



Figura 23. Formas Áureas en la lechuga y en una cayena
Fuente Propia

Si se contempla detenidamente una flor y cualquier otro organismo natural, podemos encontrar una unidad y un orden en común para todas estas entidades ⁹. Este orden se puede ver en proporciones, las cuales aparecen una y otra vez; también en la dinámica de la vida todas las cosas crecen o son hechas por una unión de opuestos complementarios ⁷. (Fig. 24)



Figura 24. Flor de Cera

Fuente Propia

La flor Margarita y el Girasol están organizadas en su centro por un patrón constituido de círculos, que se forman de la unión de dos espirales, los cuales se mueven en direcciones opuestas, uno en dirección de las agujas del reloj y el otro en contra de las agujas del reloj ⁷. Estos dos espirales se han construido con la ayuda de una serie de círculos concéntricos, en una escala de crecimiento logarítmica y una serie de líneas rectas radiadas desde el centro. Si conectamos las puntas consecutivamente de estas dos series de líneas opuestas, podemos ver el crecimiento en espiral del centro de estas flores. El crecimiento consecutivo de los segmentos es alrededor del centro hasta completar una vuelta sobre otra, probando que las etapas de crecimiento viejas y nuevas son en igual ángulo y proporción. Estos valores,

tan a menudo expresados en la naturaleza, parecen mostrar un plan básico de perfección (Fig. 25) ^{8,25}.



Figura 25. Espirales en el centro de un Girasol

Tomado de <http://www.explora.cl/otros/metro/fibonacci.html>

Como ejemplos de la espiral logarítmica en la naturaleza encontramos: El halcón se aproxima a su presa según una espiral logarítmica: su mejor visión está en ángulo con su dirección de vuelo; este ángulo es el mismo del grado de la espiral (Fig. 26). Los insectos, en su estructura, cumplen con la proporción divina y además ellos se aproximan a la luz según una espiral logarítmica porque acostumbran a volar con un ángulo constante a la fuente luminosa. Normalmente el sol es la única fuente de luz y volar de esta forma consiste prácticamente en seguir una línea recta ³¹.

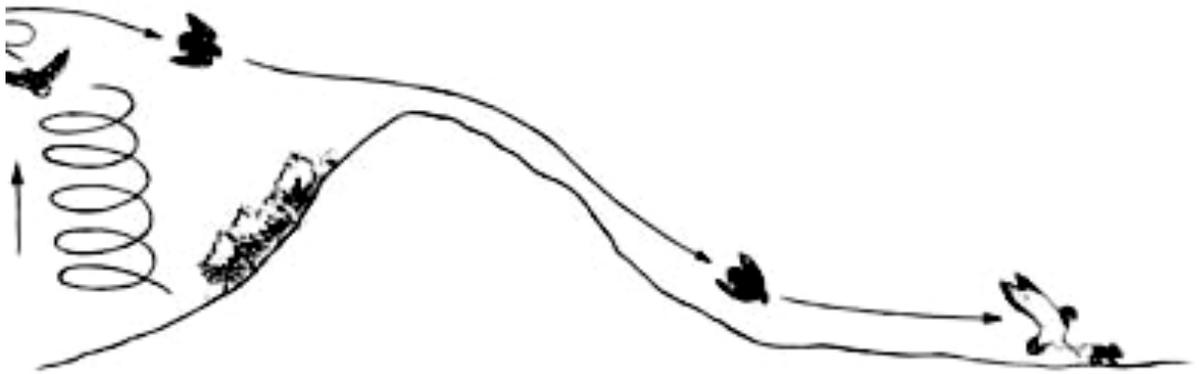


Figura 26. Vuelo de halcones en espiral logarítmica

Tomado de: <http://www.ceachile.cl/rapaces/adaptaciones.htm>

Los brazos de las galaxias espirales son aproximadamente espirales logarítmicas. Nuestra propia galaxia, la Vía Láctea, se cree que tiene cuatro brazos espirales mayores, cada uno de los cuales es una espiral logarítmica de unos 12° (Fig. 27). Los brazos de los ciclones tropicales, como los huracanes, también forman espirales logarítmicas (Fig. 28) ³¹.



Figura 27. Recreaciones artísticas de la Vía Láctea.

Tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Vía_Láctea



Figura 28. Ciclón Catarina, visto desde la Estación Espacial Internacional en 2004.

Tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclón_tropical

En el mar son muchas las especies que ostentan el crecimiento típico logarítmico, los caracoles establecen una armonía de forma y desarrollo; en los crustáceos se observa la evolución dinámica áurea en todas las partes de su anatomía ⁷. En biología son frecuentes las estructuras aproximadamente iguales a la espiral logarítmica. Como ejemplo de ello tenemos el Nautilus (Fig. 29) ³⁰.



Figura 29. Nautilus

Tomado de Ricketts, 1989

2.4 El Divisor Áureo

El divisor áureo es un instrumento que está compuesto por dos piezas, cuyos extremos pueden acercarse o alejarse, manteniendo constantemente la “Proporción Áurea” de 1.0 a 1.618 entre sus partes: pequeña y grande. Su manipulación es muy rápida, ya que se abren y cierran libremente posibilitando medir con precisión diversas proporciones de elementos de la naturaleza, del arte, de la música, del ser humano entre otros ⁸. (Fig. 30)

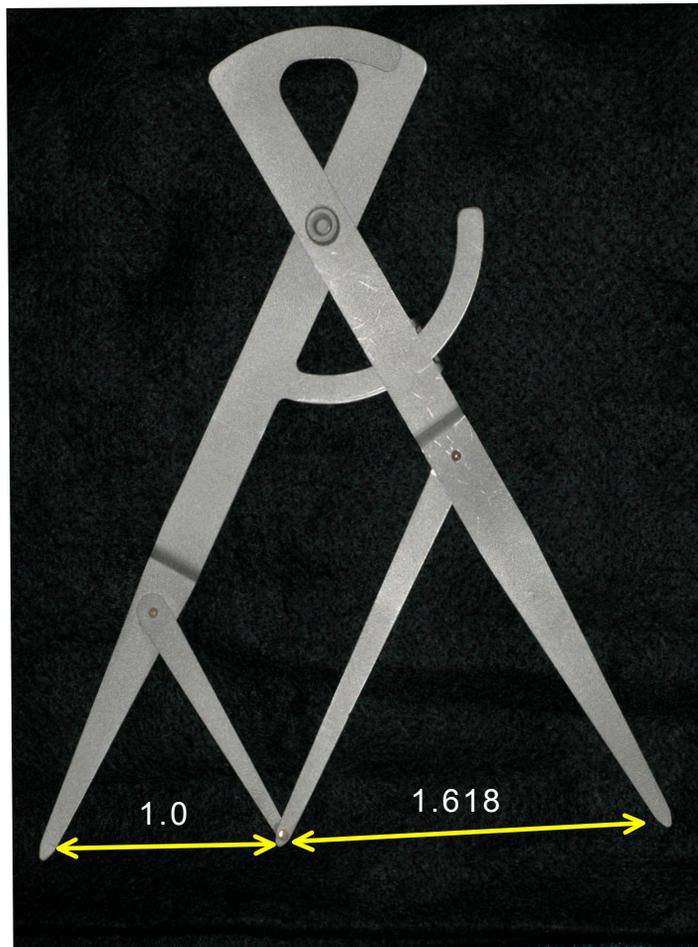


Figura 30. Divisor Áureo

Fuente Propia

3. UTILIDAD DE LA PROPORCIÓN DIVINA EN LA ORTODONCIA

3.1 Diagnóstico

La estética es fundamental en Ortodoncia ya que ella involucra el estudio del patrón esquelético, la oclusión dentaria y el tejido blando ⁸.

A pesar de que la estética ha sido considerada subjetiva durante el pasado, gracias a los estudios del Dr. Ricketts y otros investigadores, hoy en día nos valemos de muchas herramientas como lo son el análisis cefalométrico, fotográfico y clínico para poder hacer una análisis cuantitativo y cualitativo de las características estéticas del paciente ⁸.

El divisor áureo ha comprobado ser un complemento valioso en la planificación del tratamiento ⁸.

3.1.1 Análisis Facial

Evaluar la relación facial del paciente significa analizar morfológicamente la cara, a través de la disposición espacial de su estructura esquelética. Así se determina si la cara es geoméricamente normal, con los maxilares bien

relacionados entre sí, denotando equilibrio facial, o si presenta alguna discrepancia ¹².

En la evaluación de la forma y del contorno faciales, se deben considerar las dimensiones, relaciones y proporciones, a fin de determinar su influencia en el equilibrio y la armonía. También debe evaluarse las variaciones étnicas y raciales ¹².

Se puede apreciar en una cara armónica muchos puntos entre los cuales la proporción áurea está implícita ^{9,37}. Estos puntos fueron seleccionados por análisis de los tejidos blandos de la cara y se usan para determinar las diferentes relaciones en proporción áurea (Fig. 31) ^{8,12,35,27}.

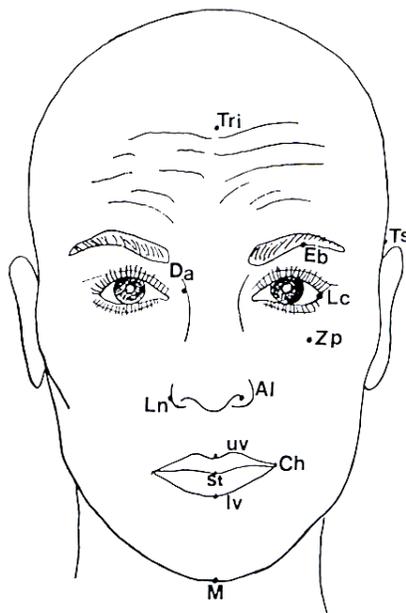


Figura 31. Puntos en tejido blando utilizados para la Proporción Divina
Tomado de Ricketts, 1989

1. Trichion al ala de la nariz (Tri-AI) : ala de la nariz a Mentón (AI – Me´)
(Fig. 32)
2. Del canto lateral del ojo a Mentón (LC´ – Me´) : Trichion al canto lateral del ojo (Tri- LC´). (Fig. 32)



Figura 32. Representación de la Proporción Divina desde Trichion, ala de la nariz y mentón a la izquierda. A la derecha, sin modificar el divisor áureo, la proporción se cumple desde Trichion al ojo y mentón.

Tomado de Ricketts, 1989

3. Del ala de la nariz a Mentón (AI – Me´) : canto lateral del ojo al ala de la nariz (LC´ - AI) (Fig. 33)

4. El ángulo de la boca (comisura labial) al canto lateral del ojo (Al- LC´) :
el ángulo de la boca a mentón (Ch-Me´) (Fig. 33)

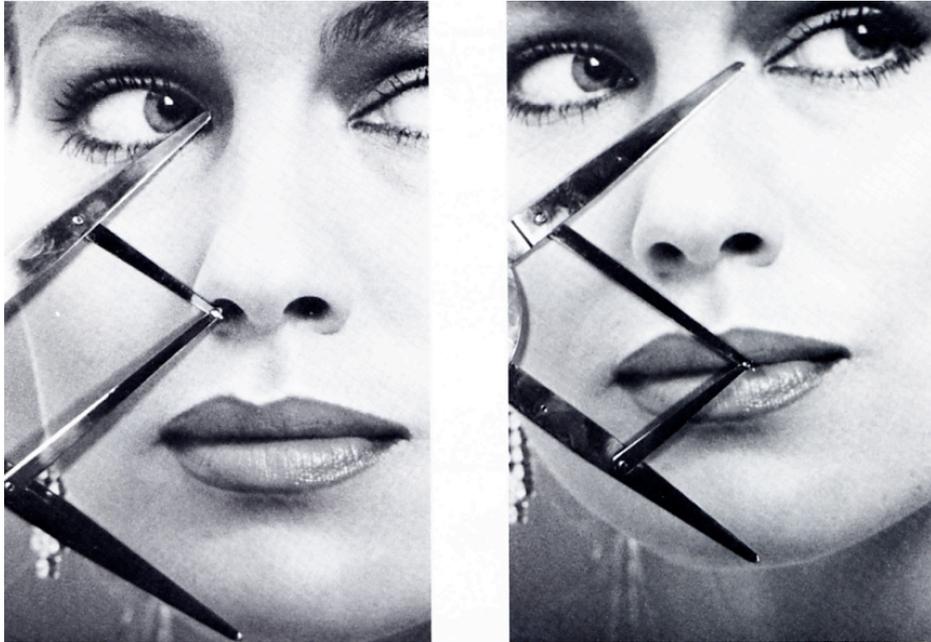


Figura 33. A la izquierda la relación dorada desde el ojo, a la nariz y al mentón. Sin modificar el divisor, a la derecha, el ojo, la boca y el mentón están en proporción dorada inversa con la primera.

Tomado Ricketts, 1989

5. El ala de la nariz al canto lateral del ojo (Al-LC´) : ala de la nariz al ángulo de la boca (Al-Ch) (Fig. 34)
6. Angulo de la boca a mentón (Ch-Me´) : ala de la nariz al ángulo de la boca (Al-Ch) (Fig. 34)



Figura 34. Arriba se muestra la Proporción Dorada entre ala de la nariz, canto lateral del ojo y comisura labial. Abajo, la proporción se cumple entre ala de la nariz, comisura labial y mentón; colocando el divisor al revés sin alterar la apertura del mismo.

Tomado de Ricketts, 1989

7. El ancho de la boca (Ch-Ch) : ancho de la nariz (LN-LN) (Fig. 35)

8. La distancia entre canto lateral (LC'-LC') : ancho de la boca (Ch-Ch)
(Fig. 35)

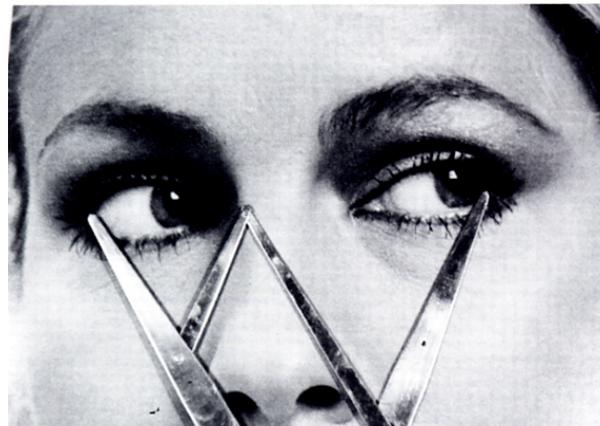


Figura 35. Proporción Dorada entre el ancho de la nariz, el ancho de la boca y a la vez con los cantos laterales de los ojos.

Tomado de Ricketts, 1989

9. Labio superior es proporción dorada con el labio inferior. (Fig. 36)

10. Longitud del filtrum del labio superior: Grosor de los labios en reposo.

(Fig. 36)



Figura 36. Arriba el labio superior en proporción divina con el labio inferior. Abajo, la longitud del filtrum del labio superior cumple la proporción dorada con el grosor de ambos labios.

Tomado de Ricketts, 1989

11. La distancia desde la base del tragus de la oreja al canto lateral a nivel del plano de Frankfort (Tg-LC') : la distancia desde la punta de la nariz al canto lateral a nivel del plano de Frankfort (NT-LC') (Fig. 37)

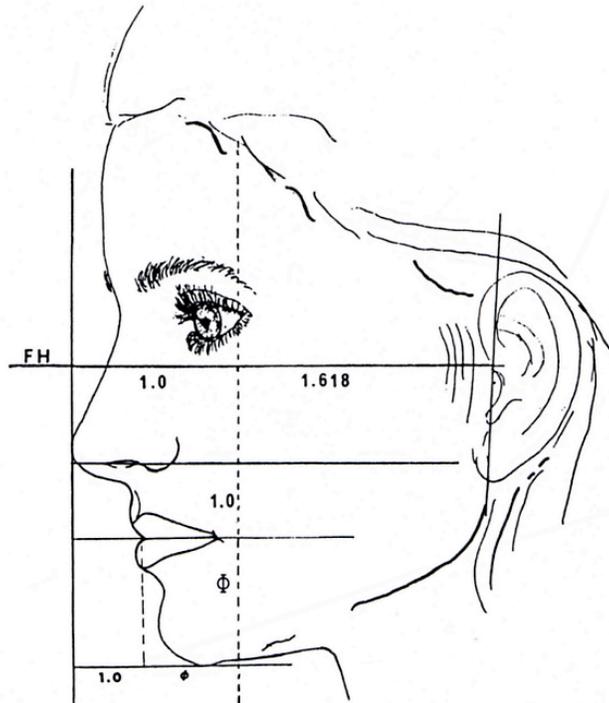


Figura 37. Proporción divina a nivel del plano Frankfort.

Tomado de Ricketts, 1989

12. Trichion al canto lateral del ojo (Tri-LC') : canto lateral del ojo al ala de la nariz (LC' - AI)
13. Punto más superior de la cabeza a mentón (V-Me') : ancho de la cara (TS-TS)
14. Ancho de la cara (TS-TS) : distancia entre canto lateral (LC'-LC')

3.1.2 Análisis Dentario y de la Sonrisa

Según Hassebrauk, la sonrisa es el segundo rasgo facial, después de los ojos, que la gente tiende a ver al evaluar la belleza del otro. Una apariencia facial de la persona y su grado de atractivo puede influir considerablemente en diferentes aspectos de su vida personal, profesional y social ^{15, 38}.

El análisis de la sonrisa es muy importante ya que se trata de una región en donde se puede imprimir los cambios más sustanciales, dentro del contexto de la estética facial. Los elementos que componen una sonrisa son: los labios, dientes, espacio oscuro o negativo y corredor bucal; estos deben crear una armonía entre sí (Fig. 38) ^{32, 26}.

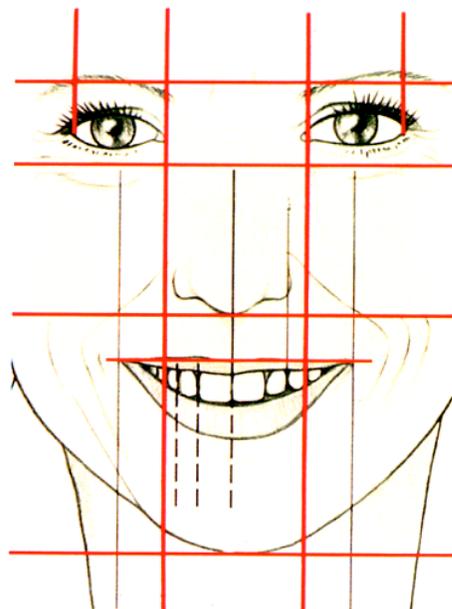


Figura 38. Trazado lineal que relaciona la sonrisa con la cara

Tomado de Rufenacht, 2001

En la búsqueda de una explicación racional de la belleza o de la lógica de la naturaleza, los griegos descubrieron y establecieron los conceptos de simetría, equilibrio y armonía como puntos determinantes de la belleza de un conjunto. En Odontología Estética se requiere que estos tres elementos de composición concurren simultáneamente para lograr la unidad y la belleza ideal en una sonrisa: la simetría a través de la línea media, la dominancia anterior o del incisivo central y la proporción regresiva, creadas por la curvatura dento-alveolar del arco dentario ³⁹.

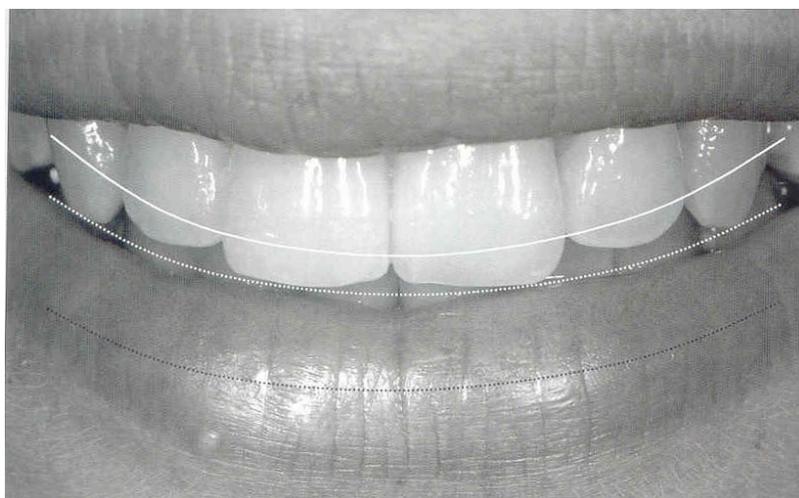


Figura 39. Sonrisa con líneas de referencia: bordes incisales y labio inferior

Tomada de Magne, 2004

El análisis cuidadoso de sonrisas armónicas revela que la proporción regresiva de aparición, conjuntamente con la simetría, la gradación y la dominancia, pueden aplicarse sistemáticamente para evaluar y mejorar la estética dentaria de modo previsible ^{26, 32}.

Lombardi describió la importancia de una composición y unidad para la percepción de una sonrisa grata. Una sonrisa estética tiende a exhibir un alto grado de simetría a partir de la línea media ³⁹. La estética dental y gingival actúan conjuntamente para proporcionar una sonrisa armónica y equilibrada ⁴⁰.

Una sonrisa estética está altamente comprometida cuando existe alguna alteración de forma de la corona de los incisivos o la ausencia de alguno de estos dientes, lo cual en consecuencia puede afectar la apariencia, personalidad y la parte psicológica del individuo⁴¹.

Nanda describe una sonrisa atractiva mediante las siguientes características: adecuado borde y torque de los incisivos, configuración vertical abajo-arriba-debajo de los bordes incisales central-lateral-cúspide, adecuada exhibición gingival, mínimos corredores bucales con cúspides justo dentro de las comisuras de los labios, y los índices phi de la longitud/ancho de corona, así como ancho central/ancho lateral ¹⁵.

Según Canut, para que la sonrisa resulte estéticamente aceptable se deben cumplir ciertos requerimientos: ²⁴

1. El labio superior, al sonreír, queda por encima del límite dentario exhibiendo dos o tres milímetros del margen gingival. Cuando la anchura gingival visible es excesiva, se habla de “sonrisa gingival”, la cual produce una sensación antiestética; es común cuando se está en presencia de labios cortos y/o incisivos largos.

2. La elevación bilateral de las comisuras labiales debe ser idéntica para que la sonrisa sea simétrica. Al elevar el labio superior, se forma una curvatura transversal, la línea de la sonrisa, que en condiciones normales será paralela y simétrica con la convexidad que presenta el arco dentario superior visto frontalmente.

3. La amplitud de la sonrisa debe dejar visible hasta la zona de caninos; cuando la boca es ancha puede llegar a observarse la cara vestibular de los segundos premolares.

4. En el momento de apertura amplia de la boca se observa la torsión de los incisivos superiores que mantendrán una inclinación de su eje axial con la base maxilar de alrededor de 20° (con la corona más vestibular que la raíz) para que la relación esquelético dentaria sea estética y funcionalmente correcta.

La Proporción Divina es una herramienta muy útil en la evaluación de la simetría, dominio y proporción en el diagnóstico y tratamiento de la estética

dental ²³. Fue Lombardi, en 1973, quién introduce este concepto para la aplicación en la estética dental ^{32,42}. La Proporción Dorada es considerada un “punto de partida” para diseñar el ancho relativo o ideal de los dientes en una sonrisa bonita ³⁹; la misma compara y relaciona la proporción entre los anchos de los dientes anteriores cuando se observan en una vista frontal ²³. Estos se deben medir utilizando una foto frontal en la que se hayan usado los retractores de labios. La proporción relativa entre los dientes anteriores se calcula dividiendo el ancho mesiodistal del incisivo central, incisivo lateral y canino entre el ancho de incisivo lateral. Esto debe dar una proporción de los anchos de ²³ (Fig. 40).

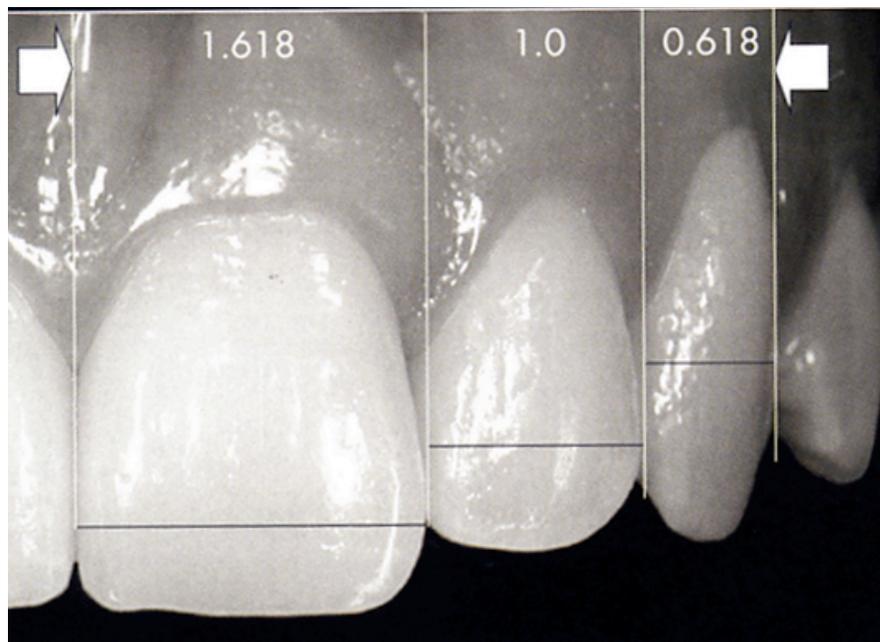


Figura 40. Proporción Divina en el ancho de los incisivos superiores

Tomada de Magne, 2004

Levin ^{26, 43,44} demostró que, en una vista frontal del sector anterior, se logra advertir en Proporción Áurea el ancho aparente de medidas entre el incisivo central, el lateral, la mitad mesial del canino y la de los premolares, en esa secuencia (Fig. 41).



Figura 41. Divisor áureo en el ancho de los incisivos

Tomado de Levin, 2005

Basado en esos principios, a partir del ancho del incisivo central superior, Levin ^{26,14}, ideó rejillas estandarizadas en Proporción Divina, a fin de evaluar la medida de la amplitud de la mitad del arco dentario anterosuperior y de la porción visible de los dientes (Fig. 42).

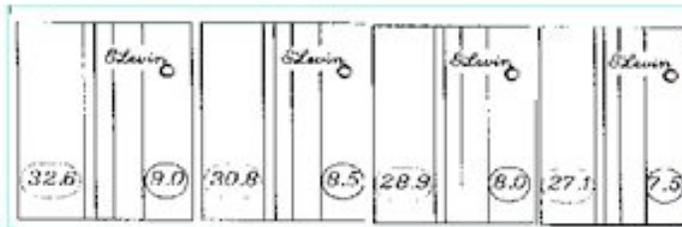


Figura 42. Proporción divina unilateral haciendo uso de la rejilla del Dr. Levin. Abajo diferentes tamaños de rejillas: el círculo sólido es la medida del incisivo central y el círculo punteado indica la mitad del total del ancho de la sonrisa

Tomado de Levin, 2005

También se ha descrito la proporción divina entre el incisivo central inferior y el incisivo central superior, la cual ha sido graficada en una tabla por el Dr. David Hamilton. La secuencia Phi en superior comienza con los dos incisivos centrales inferiores que van en relación con los dos incisivos centrales superiores; Phi2: los dos incisivos centrales superiores en relación con la distancia de distal de los incisivos laterales superiores; Phi3: el ancho de distal a distal de los laterales superiores en proporción a la distancia de vestibular de los primeros o segundos premolares. En la arcada inferior, la relación Phi fue encontrada desde en la distancia de distal a distal de los laterales inferiores al ancho intercanino superiores (cúspide-cúspide); Phi2:

desde segundo premolar al ancho de los segundos molares superiores ⁸
(Fig. 43).

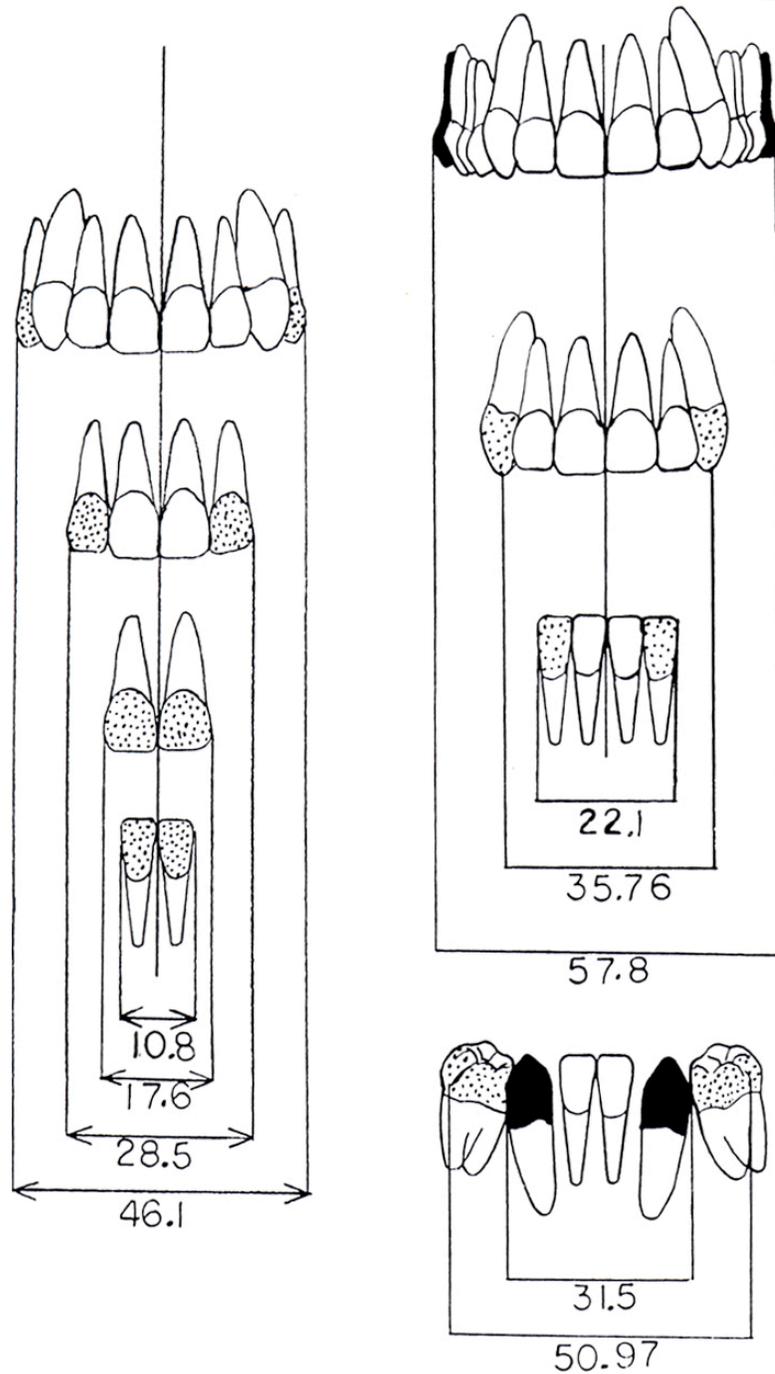


Figura 43. La Proporción Divina en una oclusión normal
Tomado de Ricketts, 1989

Igualmente se sugiere una tendencia en el que el ancho intercanino superior es armónico con el ancho nasal en la sonrisa. La forma de arco ideal normal ha sido relacionada con el triángulo áureo⁸. (Fig. 44)

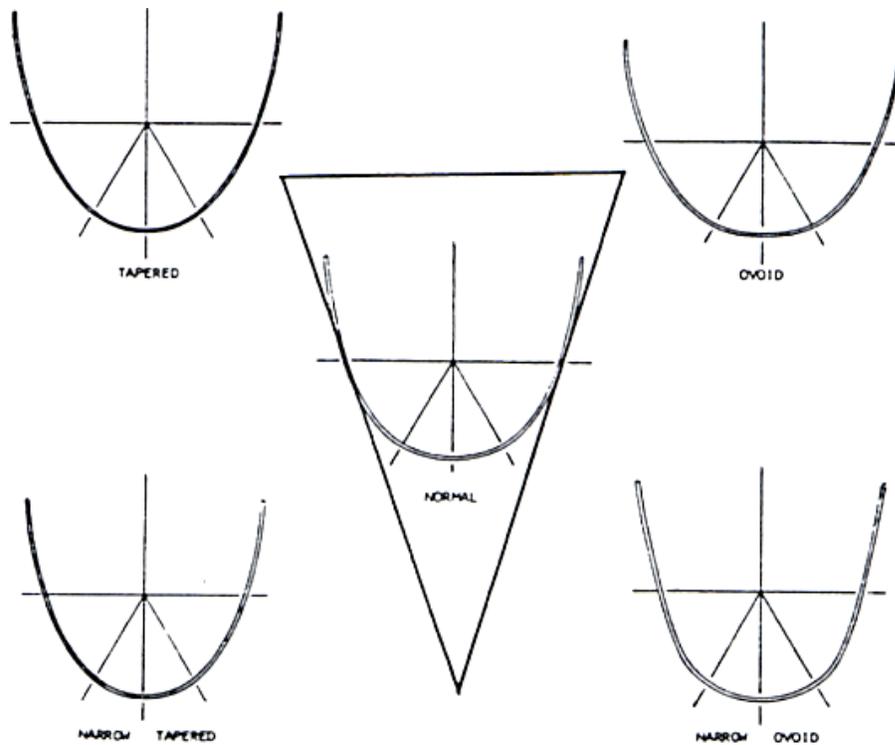


Figura 44. Forma de arco normal y el triángulo dorado

Tomado de Ricketts, 1989

El análisis de la Proporción Divina es teóricamente atractiva, pero la aplicación práctica de la misma es problemática. Generalmente, este cálculo se hace unilateralmente, es decir, comparando los anchos del central y canino con el lateral del mismo lado. Por lo tanto, se puede evaluar el

dominio y la proporción más no la simetría; debido a que si los anchos de los laterales son diferentes, resultará un problema buscar la proporción bilateralmente ²³.

Muchos autores coinciden en el hecho de que los incisivos centrales superiores son la clave en la evaluación de la estética de los dientes anteriores ^{32,45}.

Un método alternativo para analizar el ancho relativo de los dientes anteriores fue propuesto por el Dr. Snow. El explica que en lugar de dividir el ancho del canino y del incisivo central arbitrariamente entre el ancho del incisivo lateral, se puede dividir el ancho de los dientes anteriores superiores entre el ancho total de canino a canino desde una vista frontal. Si los dientes están en Proporción Dorada, el radio entre los anchos de los dientes sería 0.618 : 1.0 : 1.618 : 1.618 : 1.0 : 0.618. La suma de estas proporciones sería 6.472. Al dividir cada valor individual entre la suma total, el porcentaje del ancho total de canino a canino podrá ser calculado por cada diente. Los resultados serían en Porcentaje Dorado: 10% : 15% : 25% : 25% : 15% : 10%

^{23,39}

Diente	Proporción Dorada	Proporción del Segmento Anterior	% Seg. Anterior
13	0.618	0.618 / 6.472	10%
12	1.000	1.000 / 6.472	15%
11	1.618	1.618 / 6.472	25%
21	1.618	1.618 / 6.472	25%
22	1.000	1.000 / 6.472	15%
23	0.618	0.618 / 6.472	10%
Total	6.472	6.472 / 6.472	100%

Para analizar la simetría, dominio y proporción de los dientes anteriores con el uso de estos porcentajes, es importante tener en cuenta que cada diente es evaluado individualmente en relación a todo el segmento anterior. Si existiese asimetría, ésta pudiera ser claramente identificable de manera cuantitativa, y así confirmar si las proporciones son adecuadas o inadecuadas ²³.

Otra relación que se cumple en los dientes anterosuperiores es aquella en la que el vértice de la papila interdental divide la longitud de la corona clínica en proporción divina ²⁶. (Fig. 45)

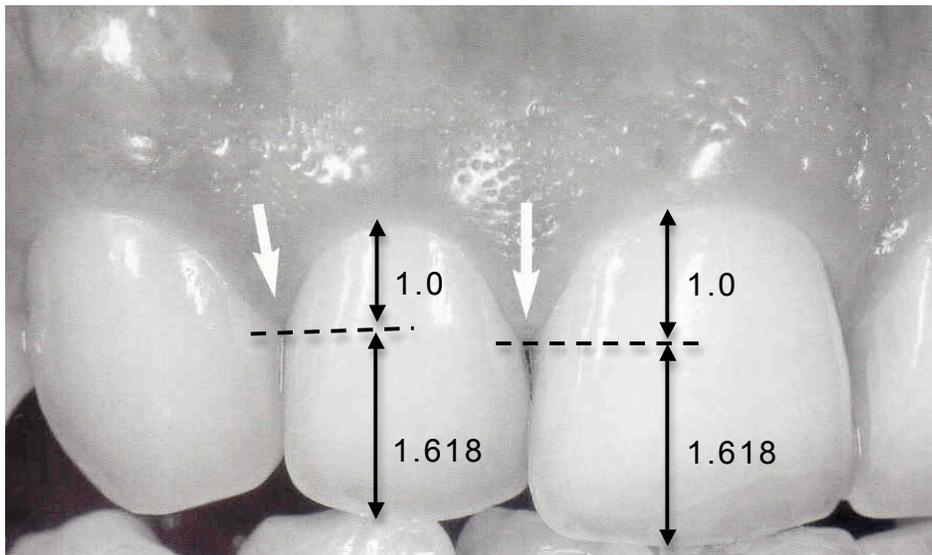


Figura 45. Proporción Divina en la longitud de la corona de los incisivos

Fuente Propia

Durante la apertura bucal, en una sonrisa, surge un espacio oscuro entre la superficie externa de los dientes superiores y la comisura labial, que forman el corredor bucal. Estos espacios laterales negativos, que resultan de la diferencia existente entre el ancho del arco superior y la amplitud de la sonrisa, están en Proporción Divina con respecto al segmento dentario anterior (relación de 1.0 a 1.618 respectivamente), y enfatizan externamente el principio de proporción regresiva de aparición de los dientes, actuando como un marco para la sonrisa del paciente ^{26,12}.

En la estética de la sonrisa existes dos características transversales importantes a considerar: la forma de arco y el corredor bucal. Estas son de gran interés en tiempos recientes. Tratamientos con exodoncias de premolares trae como consecuencia una constricción del arco dentario, disminución del corredor bucal y por lo tanto efectos deletéreos en la sonrisa como son los triángulos negros ⁵².

El divisor áureo se aplica frecuentemente para los cierre de diastemas y en la corrección o mejor distribución del espacio de las coronas anteriores (Fig. 46), así como la creación de plantillas para las mediciones de los anchos dentarios (Fig. 47). Se podría decir que el resultado de la aplicación automática del divisor provee una medida correcta, una armonía en los incisivos y un resultado estéticamente placentero ²⁶.

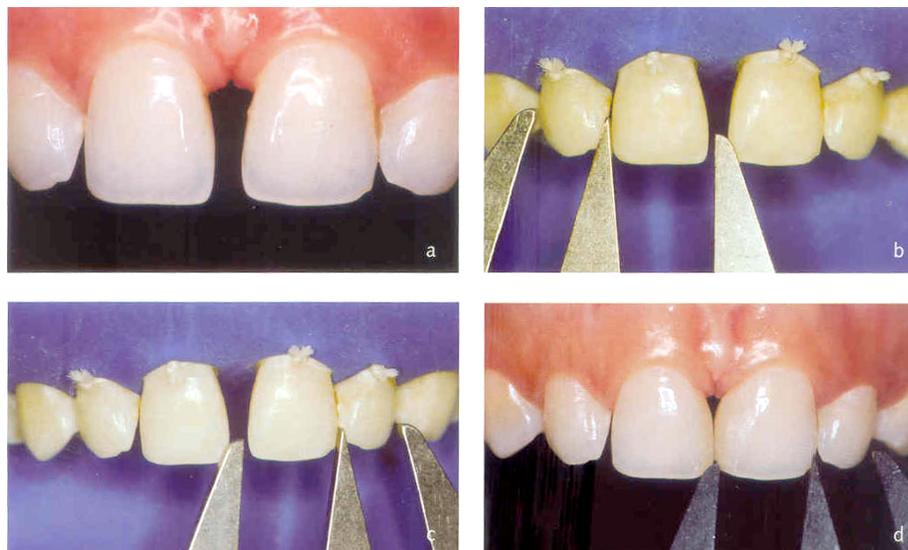


Figura 46. Divisor áureo para la planificación de cierre de diastema central

Tomado de Henostroza, 2006

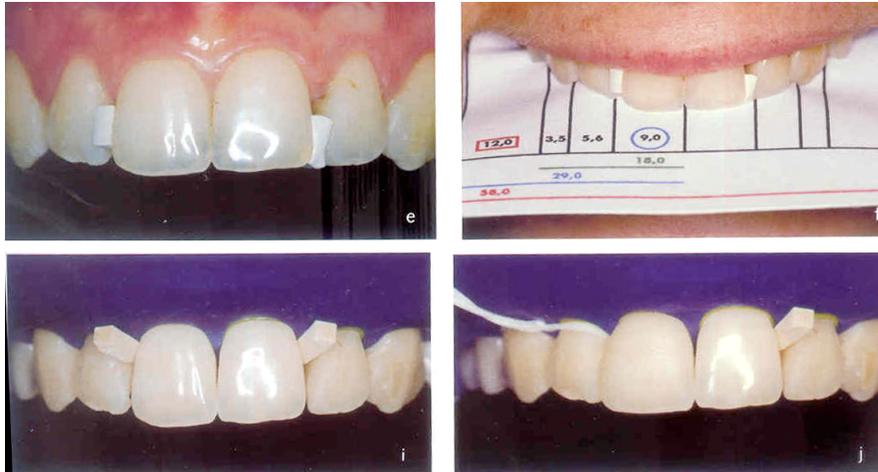


Figura 47. Plantilla para planificar y lograr la proporción divina en los dientes anterosuperiores. Los centrales requieren de resina por distal.

Tomado de Henostroza, 2006

Ha habido algunas interrogantes acerca de que si la Proporción Divina es indispensable como una regla en el análisis y el diseño de la sonrisa ²³. El diseño de la sonrisa ha sido considerada un arte subjetivo ⁴³. Se ha llegado a la conclusión que es una herramienta muy útil pero a pesar de ello, no se puede buscar en todos los pacientes estos números exactos. Existen muchos otros parámetros y análisis necesarios para lograr una sonrisa estética como lo son la posición de los bordes incisales, los contornos gingivales entre otros

23

3.1.3 Análisis cefalométrico

Numerosos análisis cefalométricos han incorporado medidas de tejido duro y blando para cuantificar varias proporciones, ángulos y medidas lineales y,

poder caracterizar así una cara atractiva. Sin embargo muchos de estas medidas no son útiles ya que la mayoría de las normas cefalométricas no son siempre coincidentes con los ideales estéticos. El análisis de la radiografía cefálica lateral es limitado debido a que las estructuras del tejido blando facial son reproducidas sólo en el perfil y es generalmente a la línea más anterior del mismo. Asimismo, si existe alguna diferencia en el tamaño de los pacientes, esto disminuye la exactitud en diagnosticar si un paciente tiene o no una relación facial ideal, ya que los valores de la norma no serían un patrón comparativo real ³⁵.

El uso de la Proporción Divina ha sido propuesto para solucionar alguno de estos problemas, porque está basado en proporciones en lugar de medidas absolutas, y por ende puede ser usado para evaluar la armonía de las estructuras esqueléticas y del tejido blando.

Gil propuso modelos de análisis cefalométricos basados en la Proporción Áurea craneofacial, partiendo de la comprobación de que el cráneo humano presenta en su estructura innumerables medidas en Proporción Divina interrelacionadas en diversas formas, que le confieren un equilibrio eficaz. Gil refiere que el interés de estimular las investigaciones acerca de la Proporción Áurea, se debe a la convicción de que es una forma de individualizar la evaluación, a partir de las características propias de cada persona, en

contraposición a la mayoría de los análisis cefalométricos, que se basan en estándares promedio de la población ¹².

En un estudio realizado, con una muestra de pacientes del Dr. Ricketts, McNamara, Sassouni y Castro, en el cual se trazaron las radiografías cefálicas laterales y posteroanteriores para analizar los principios de las Proporciones Divinas de personas con oclusiones normales, de poblaciones Caucásicas, Orientales y de América del Sur, se encontraron ciertas relaciones “doradas” las cuales son ⁸:

En la cefálica lateral ^{8,35,27} :

1. Longitud Silla-Nasion (S-N) con longitud Silla-Basion (S-Ba). (Fig. 48)

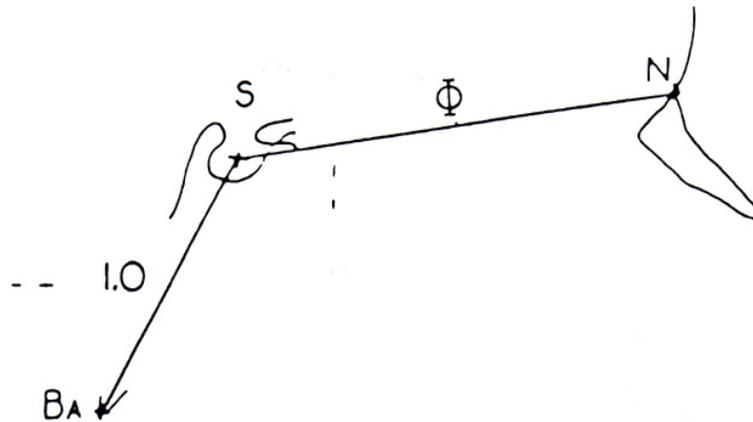


Figura 48. Proporción Dorada S-N con S-Ba

Tomado de Ricketts, 1989

2. Longitud Nasion-Centro del Cráneo (N-CC) con la distancia de Centro de Cráneo (Cc) - Punto Articular (Ar). (Fig. 49)

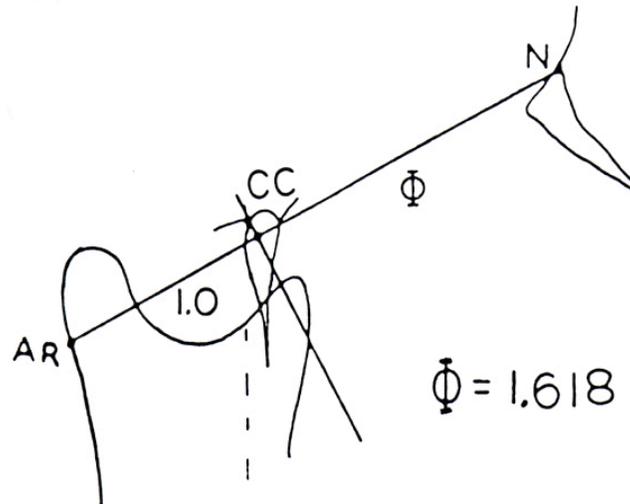


Figura 49. Proporción Dorada N-CC con CC-Ar
Tomado de Ricketts, 1989

3. La longitud anterior del plano de Frankfort desde la distancia de Vertical Pterigoidea a Orbital (O) con la distancia de Vertical Pterigoidea al centro de la Fosa Glenoidea (Gl) (Fig. 50)

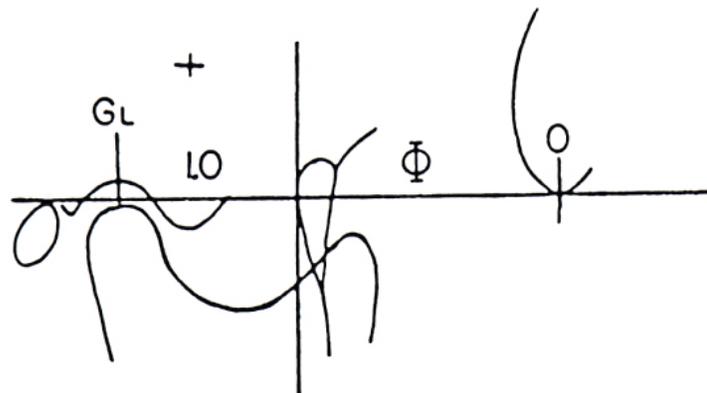


Figura 50. Proporción Dorada desde Gl a Pt a O
Tomado de Ricketts, 1989

4. Profundidad Maxilar (ANS-PNS) cumple proporción divina con la distancia de PNS al borde posterior de la mandíbula. (Fig. 51)

5. La longitud desde el punto A al borde anterior de la mandíbula con la longitud que va desde el borde anterior de la mandíbula a la pared posterior faríngea. (Fig.51)

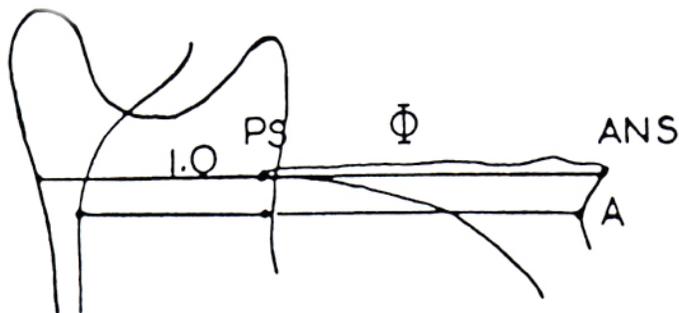


Figura 51. Proporción Dorada ANS-PNS con PNS-Borde posterior Md. También se cumple de A-Borde anterior Md y de allí a pared faríngea posterior

Tomado de Ricketts, 1989

6. Longitud del Eje Condilar (Co-Xi) con la longitud Eje del Cuerpo (Xi-Pm) (Fig. 52)

7. Altura de la Rama (R3-R4) con la profundidad de la Rama (R1-R2) (Fig. 52)

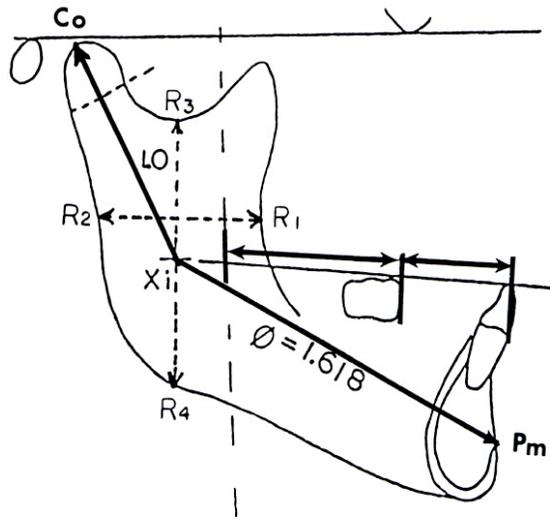


Figura 52. La mandíbula cumple la Proporción Divina desde Co-Xi con Xi-Pm. También el ancho y la altura de la rama cumplen la proporción

Tomado de Ricketts, 1989

8. Longitud del Eje Facial (CC-Gn) con la Altura Facial Posterior (CC-GO) (Fig. 53)
9. El eje facial inferior desde el cruce de ANS-Xi a Gnation (ANS/Xi-Gn): el Eje Facial Superior desde CC al cruce de la línea ANS-Xi (CC-ANS/Xi) (Fig.53)
10. Desde el plano de Vertical Pterigoidea al borde incisal el incisivo central inferior, el primer molar (cara mesial) se encuentra en proporción divina. (Fig. 53)

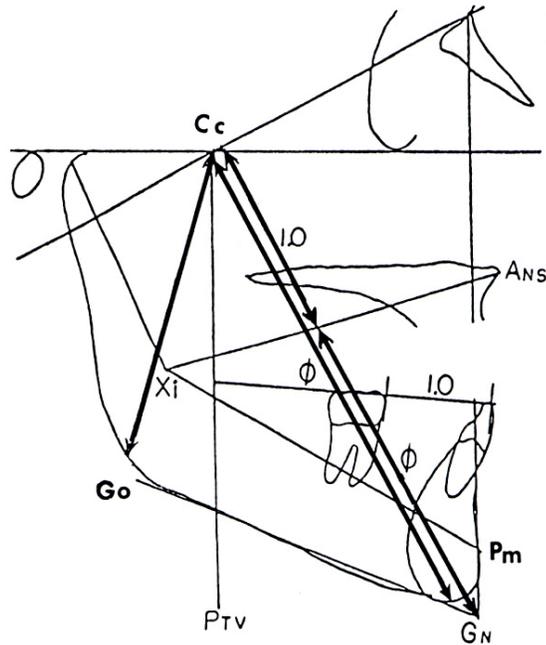


Figura 53. Desde CC-Go se cumple la proporción dorada con CC-Gn. Igualmente la distancia CC al cruce ANS-Xi y de allí a Gn. También del plano vertical Pt a mesial del primer molar y de allí al borde incisal

Tomado de Ricketts, 1989

11. La altura vertical desde el punto A a Suprapogonio (A-Pm) : la longitud desde el punto A al plano de Frankfort. (Fig. 54-A)
12. Desde el Canto lateral del ojo al piso de la cavidad nasal y de allí hasta el Mentón (M) (Fig. 54-B)
13. Borde incisal inferior en relación dorada con los puntos A y Pm. (Fig. 54-C)

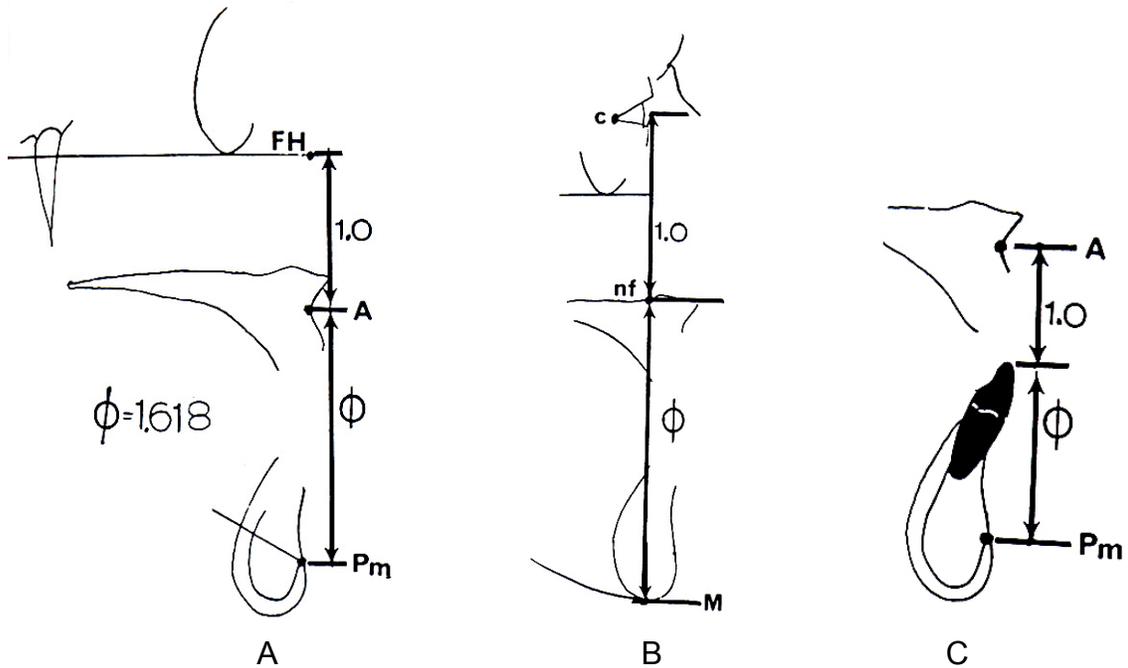


Figura 54. Proporción divina entre: (A) Desde Fh al punto A y de allí a Pm. (B) Desde el canto lateral del ojo al piso nasal y de allí a Mentón. (C) El incisivo inferior cumple la proporción desde su borde incisal a Pm y a A

Tomado de Ricketts, 1989

En la cefálica posteroanterior ⁸:

1. La distancia entre las dos Orbitas (Dacryon to Dacryon) en proporción con cada órbita. (Fig. 55)

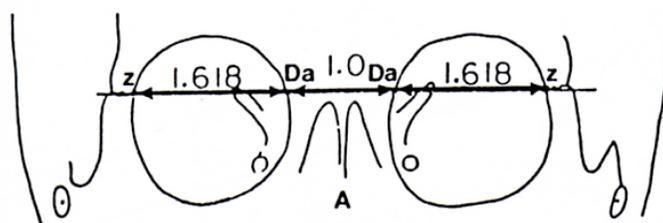


Figura 55. Proporción Divina entre Da-Da y Da-Z

Tomado de Ricketts, 1989

2. La altura de la cavidad nasal forma un rectángulo dorado con el ancho de área más ancha de NC. (Fig. 56)
3. Entre los dos cóndilos a nivel del punto Ar y el ancho de la apertura Piriforme (Pi) es proporcional a los dos lados. (Fig. 56)
4. El ancho del Maxilar (J-J) con el ancho lateral de la cara desde cavidad nasal al punto Articular (Nc-Ar) (Fig. 56)
5. El ancho total de la mandíbula (Ar-Ar) con el ancho total del Maxilar (J-J) (Fig.56)

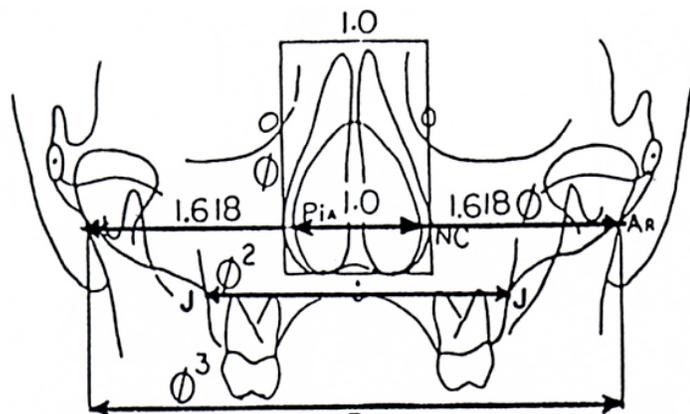


Figura 56. Proporción Divina entre: ancho y alto de la cavidad nasal; de Ar-Ar y Pi-Ar; J-J con Nc-Ar; y Ar-Ar con J-J

Tomado de Ricketts, 1989

6. El ancho de los molares inferiores (de vestibular a vestibular) con el ancho de la mandíbula (Ag-Ag). (Fig. 57)

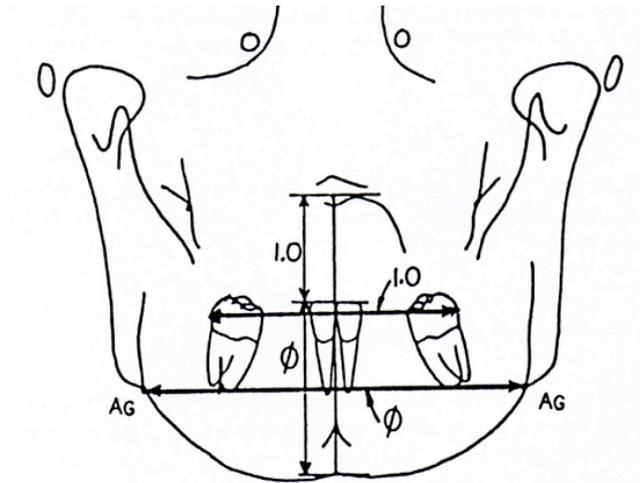


Figura 57. Proporción Divina entre el ancho de los molares inferiores y el ancho de la mandíbula

Tomado de Ricketts, 1989

3.1.4 Predicción de Crecimiento

El significado biológico de la Proporción Divina en el crecimiento craneofacial, fue demostrado por Ricketts, al poner en evidencia secciones áureas del rostro que se correspondían entre sí, tras comparar áreas interdependientes observadas de frente y de perfil ¹².

La predicción del crecimiento cráneo facial ha estado en discusión durante mucho tiempo, hasta que las investigaciones del grupo de la FOR (Fundation for Orthodontics Research), encabezados por los Doctores Ricketts, Bench, Gugino, Hilguers y otros, estudiaron la posibilidad de hacer estudios en base

a las investigaciones previas realizadas por Hunter, Brodie, Downs, Moss y Bjork^{46,47,48,49}

El Dr. Ricketts, en 1950, inició sus investigaciones sobre predicción de crecimiento craneo facial tomando como referencia la base craneal anterior, es decir los puntos Nasion y Silla. Él observó que el punto Silla era muy variable en su ubicación, eligiendo por tanto el punto Basion como un punto más estable, ubicado en la base craneal posterior, justamente en la zona anterior del agujero magno. Al unir los puntos Nasion y Basion se observa que comprende toda la base craneal anterior como posterior, teniendo los límites de la cara y el cráneo. Los primeros estudios para realizar la predicción de crecimiento se basaron en iniciar el trazado a partir de la base craneal, sin embargo con investigaciones posteriores, fue más certera la predicción al comenzar la misma desde la mandíbula^{46,47,48,49}.

Considerando en conjunto el desarrollo del cuerpo y de la rama de la mandíbula, el patrón de crecimiento mandibular se expresa siguiendo una curva basada en un espiral logarítmico, como lo describe Moss⁵⁰. Parece que el paquete vasculonervioso de la mandíbula constituye como un centro alrededor del cual se desarrolla la mandíbula; el agujero oval, el mandibular y el mental estarían alineados en una curva que marcaría el tipo de crecimiento mandibular. Este concepto coincide con lo propuesto por Ricketts, en 1982,

por el que la mandíbula crece a lo largo de una curva: la denominada hipótesis arquial de la mandíbula²⁴. (Fig. 58)

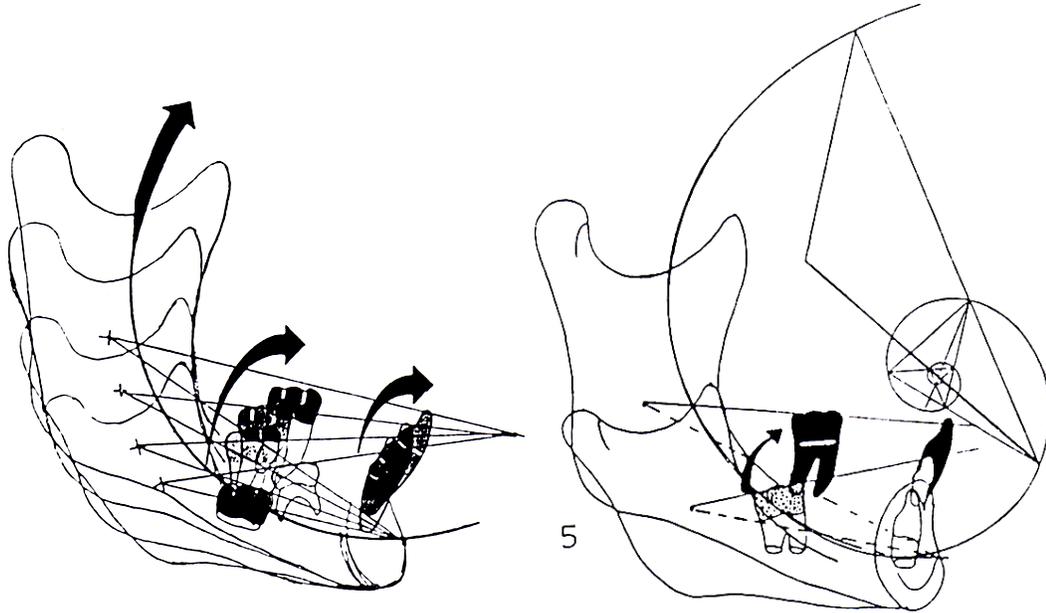


Figura 58. Crecimiento arquial de la mandíbula.

Tomado de Ricketts, 1989

Cuando el método “arquial” fue descubierto en 1971, la mandíbula entonces se predijo de forma separada y era lo primero que se obtenía. La base craneal se construyó y luego las dos se acoplaron juntas. El método “arquial” demostró ser muy superior tanto para hacer las predicciones de corto (dos años) como las de largo plazo (hasta el final del crecimiento: varones 19 años y mujeres 14.5 años de edad)^{46,47,48,49}.

Para realizar la predicción de crecimiento, se comienza con la construcción del arco de crecimiento mandibular sobre el trazado original, basado en el crecimiento arquial, lo cual es la parte de interés relacionado a la proporción divina y para el cual se deben seguir los siguientes pasos ^{47, 48,49}:

a) Se localiza el punto Supramental (Pm)

b) Se localiza el punto Eva: bisectando la base de la apófisis coronoide por estimación o bisectando la mitad superior de la rama (R3/Xi), desde este lugar dibujar una perpendicular al borde anterior de la rama, este es el punto Rr (Referencia de rama), luego se une Rr con R3 y finalmente se bisecta esta línea para conseguir la referencia Eva. (Fig. 59)

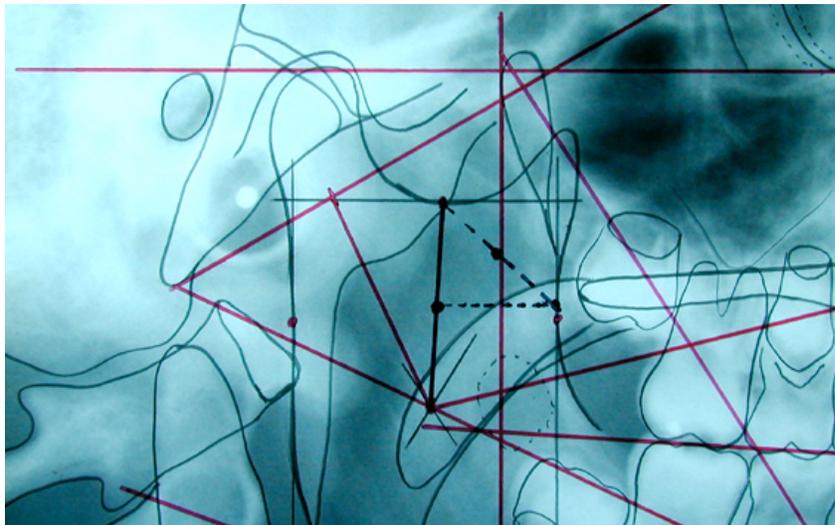


Figura 59. Localización del punto EVA

Tomada de García, 2006

c) Con un compás se toma la distancia desde Eva a Pm para conseguir un tercer punto equidistante a ambos hacia arriba y adelante. Este es el punto Tr (True radius) o Radio verdadero. (Fig. 60)

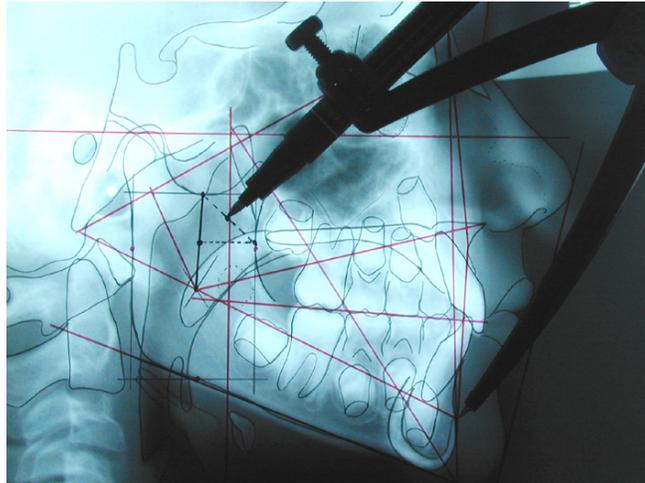


Figura 60. Radio verdadero

Tomada de García, 2006

d) Se localiza Tr a través de los puntos Eva y Pm. (Fig. 61)

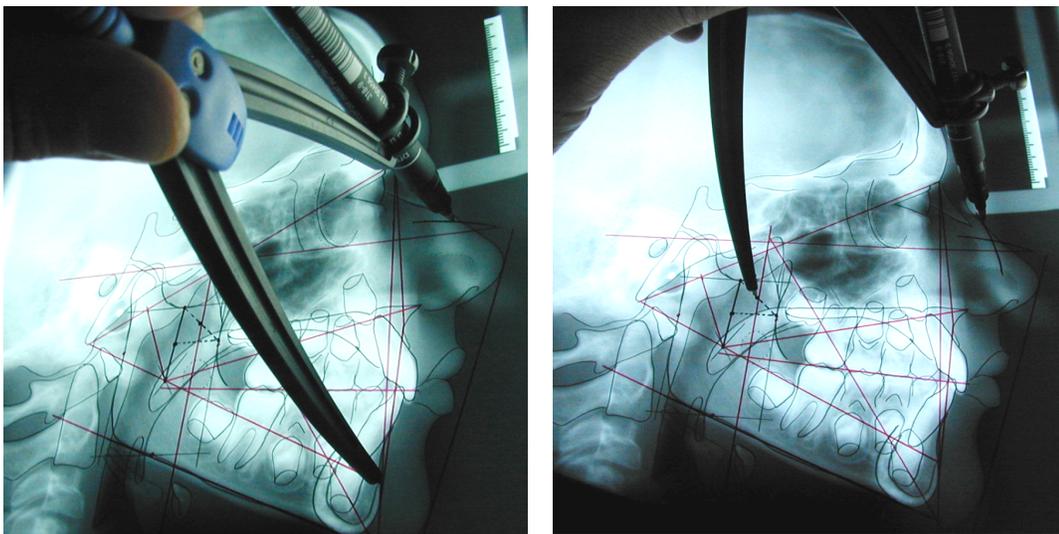


Figura 61. Ubicación del compás en Eva y Pm para ubicar el punto Tr

Tomada de García, 2006

e) Se construye el arco haciendo centro en Tr. (Fig. 62)

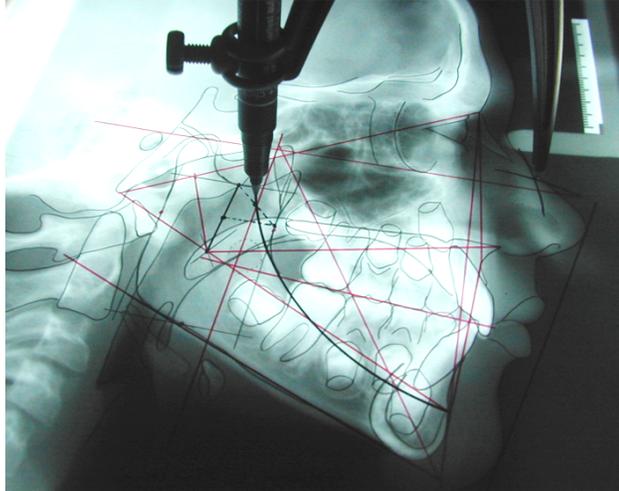


Figura 62. Construcción del arco con compás haciendo centro en punto Tr

Tomada de García, 2006

e) Luego se marca el punto Murray (Mu) en el punto de cruce del arco con la escotadura sigmoidea.

3.2. Planificación de Tratamiento

La visión clara de los propósitos finales debe establecer los objetivos de cualquier secuencia de tratamiento ortodóncico ⁵³. Un plan de tratamiento individualizado, bien realizado es uno de los aspectos más importantes del tratamiento ortodóncico. La planificación comienza con un óptimo diagnóstico y categorización secuencial de los problemas identificados en orden de importancia. Se debe enfatizar que los planes de tratamiento y los objetivos específicos no son estáticos ¹⁵.

La planificación del tratamiento de la estética facial tiene un grado de dificultad, especialmente por estar integrado la corrección de la maloclusión con las características dentofaciales. No siempre la corrección de la oclusión origina un cambio estético. Pueden ocurrir desbalances en la cara o por el contrario ir acompañado de un cambio estético favorable ^{51, 52}.

El objetivo visual de tratamiento (O.V.T) es un plan visual para predecir el crecimiento normal del paciente y las influencias que se esperan por parte del tratamiento; éste se desarrolla a partir de la cefalometría inicial y así se pueden establecer los objetivos individuales que se quieren alcanzar en un paciente en particular. El tratamiento de un paciente en crecimiento debe planearse y dirigirse hacia la estructura de la cara que tendrá en el futuro, no

a la estructura esquelética que el paciente presenta inicialmente. El plan de tratamiento debe aprovechar los beneficios del crecimiento y minimizar cualquier defecto indeseable que éste presentara, de ser posible ^{53, 54}.

El O.V.T permite el desarrollo de las diferentes alternativas de tratamiento. Uno de los mayores valores del O.V.T es el establecimiento de resultados finales específicos desde el mismo comienzo. Una vez comenzado el tratamiento, se puede superponer el trazado del progreso sobre el trazado original, y se pueden observar los avances del mismo y así controlar y medir los cambios que se han logrado en base al plan inicial ⁵³.

El O.V.T toma en consideración las variaciones morfológicas y funcionales producto del tipo facial y propone el torque necesario para la alineación de los incisivos, las formas de arco y las ubicaciones dentarias que dependen de la angulación del eje facial individual ⁵³.

Actualmente, los cirujanos plásticos evalúan las proporciones y la belleza del rostro humano empleando la Proporción Divina en la planificación y ejecución de las intervenciones quirúrgicas ^{12,43}. La Proporción Divina es un instrumento con el cual se pueden evaluar, objetivamente, los cambios ocurridos con el tratamiento ³⁵.

Las relaciones faciales en “Proporción Áurea”, ofrecen un espacio de referencia estable; de ahí que, últimamente, el ortodoncista lo utilice como guía al elaborar el plan de tratamiento, y el odontólogo restaurador al restablecer la estética de los segmentos dentarios anteriores ⁵⁵. La estética involucra el estudio de la belleza y con ello la respuesta emocional de las personas, por lo tanto el tratamiento debe incluir componentes artísticos y subjetivos para diseñar y crear una ilusión de algo bello ³⁹.

La Proporción Divina es de gran utilidad para lograr simetría, armonía y balance en la planificación de casos ortodóncicos – quirúrgicos ²⁸ ; para ello se expone un caso clínico:

Paciente Clase II esquelética y dentaria, a la cual se le hace su respectivo análisis facial, dentario, cefalométrico y un O.V.T para la planificación de tratamiento, aplicando la proporción divina. Su tratamiento Ortodóncico-Quirúrgico, consistió en la preparación pre-quirúrgica, cirugía sagital de rama mandibular y mentonplastia, interdigitación y finalización. (Fig. 63, 64, 65, 66, 67)

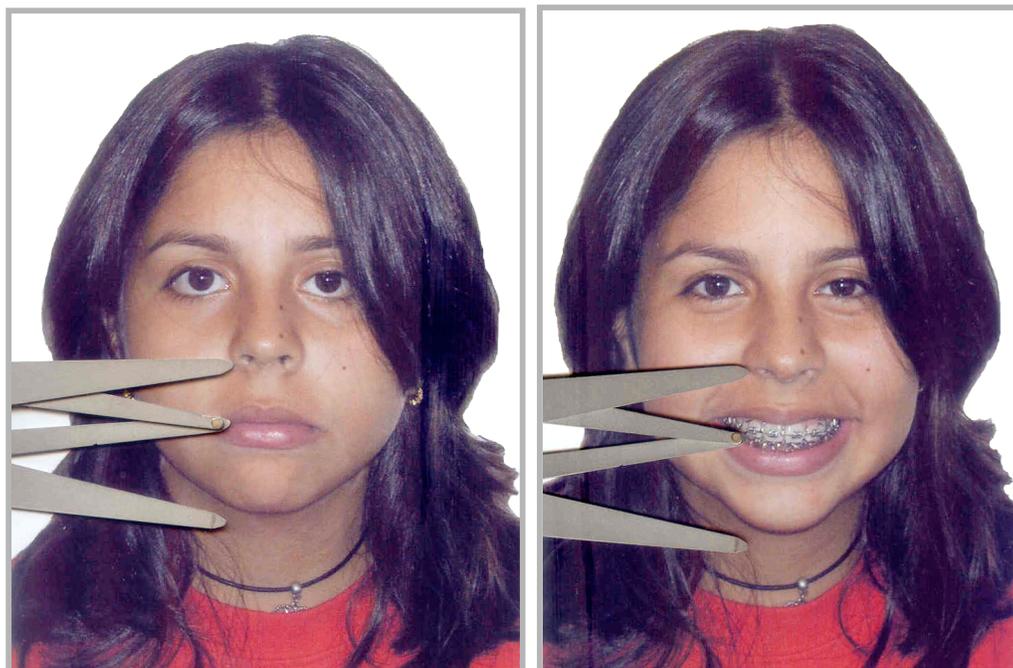


Figura 63. Análisis Facial Inicial con el uso del divisor áureo. Se observa el tercio inferior disminuído.

Fuente Propia

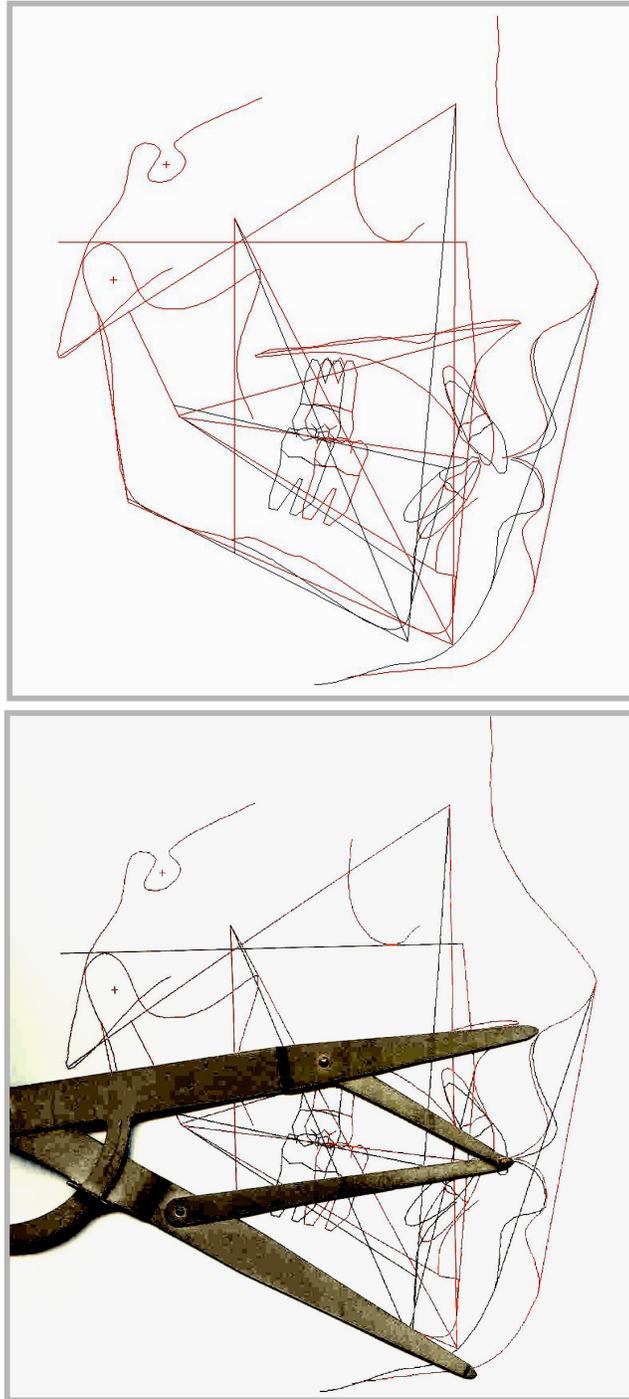


Figura 64. O.V.T del tratamiento. Trazado inicial en color negro. O.V.T con la predicción quirúrgica en color rojo. Abajo el uso del divisor áureo en la planificación del tratamiento; nótese como el extremo inferior del divisor se aproxima a la posición del mentón “ideal” logrando así la armonía en el tercio inferior.

Fuente Propia

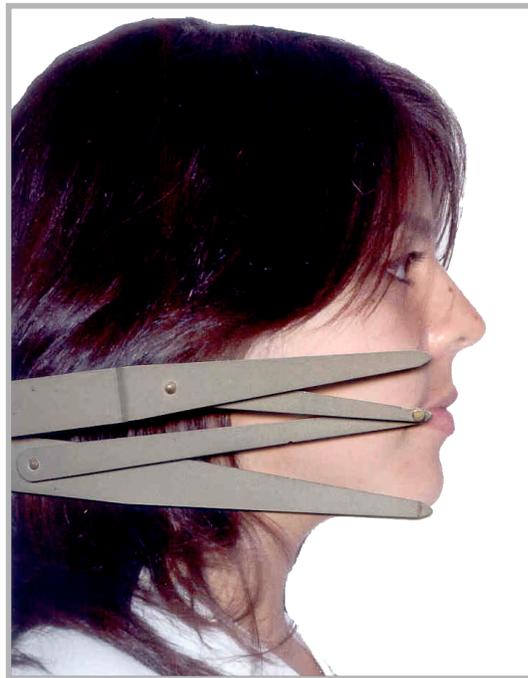
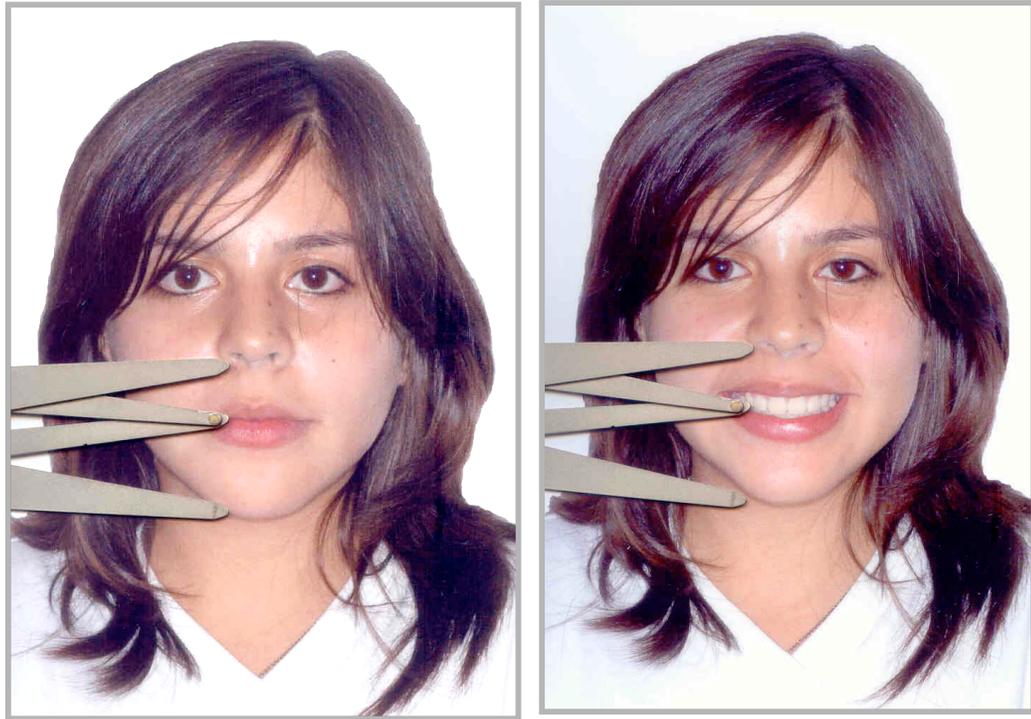


Figura 65. Análisis Facial Final con el uso del divisor áureo. Se observa una cara armónica en donde se cumplen las proporciones áureas.

Fuente Propia

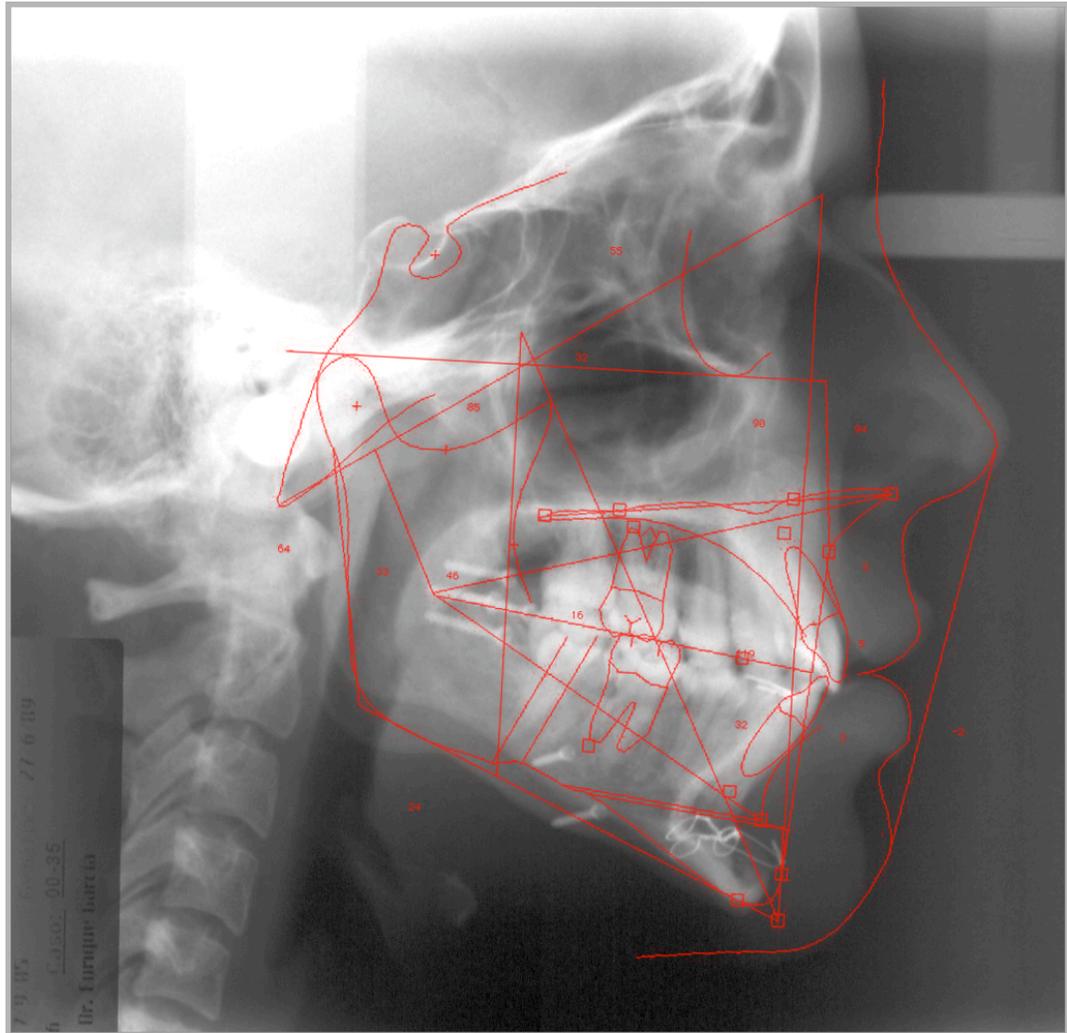


Figura 66. O.V.T superpuesto sobre la radiografía cefálica lateral final. Se observa como el Trazado rojo (O.V.T) coincide casi perfectamente con la radiografía.

Fuente Propia

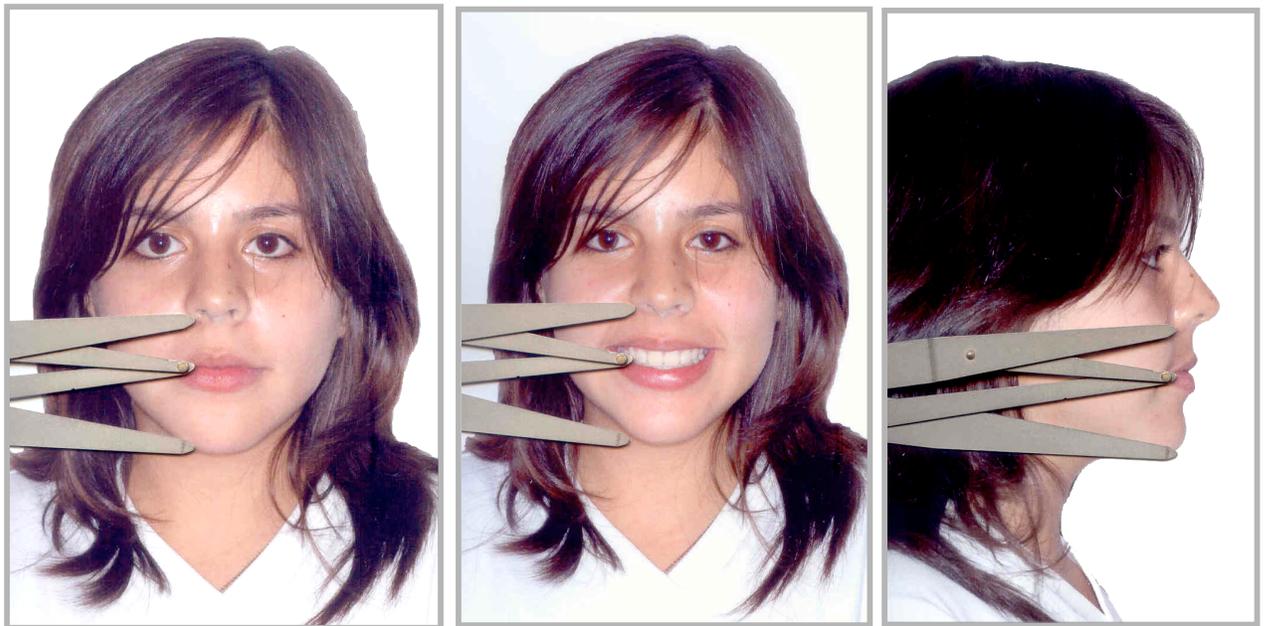


Figura 67. Análisis Facial comparativo antes (Arriba) y después (Abajo) del tratamiento, con el uso del divisor áureo. Se observa un cambio muy favorable: estético y armónico

Fuente Propia

3.3. Detalles de Finalización y Contención

El diagnóstico correcto, el plan de tratamiento lógico y su cronología deben orientarse hacia la estética y función ideal y hacia el mantenimiento permanente de lo logrado. Un balance satisfactorio de utilidad, belleza y estabilidad frecuentemente simplifica y eventualmente evita la contención por medios mecánicos ⁵⁶.

Las grandes expansiones de las arcadas dentarias, los grandes cambios en la forma de las arcadas, la corrección incompleta de las relaciones anteroposteriores y las rotaciones no corregidas, pueden requerir medidas de contención ⁵⁶.

Es ampliamente reconocido que el movimiento dentario puede alterar la estética. Los Ortodoncistas deben tratar de tener un concepto claro de belleza, e igualmente prever cualquier cambio en la estética facial que pueda ocurrir con el movimiento dentario. La oclusión y la belleza facial son interdependientes. Existe la teoría de que cuando los dientes están alineados y la oclusión es ideal en relación con las bases óseas, se deben obtener resultados estéticos ópticos ⁵¹.

El tipo de medidas para la contención y la duración de la misma está determinado por la cantidad de dientes movidos y la distancia, la oclusión y la edad del paciente, la causa de la maloclusión en particular, la rapidez de la corrección, la longitud de las cúspides y la salud de los tejidos involucrados, las relaciones de los planos inclinados, el tamaño de los arcos o la armonía entre los arcos, la presión muscular, los contacto proximales, el metabolismo celular y la presión atmosférica⁵⁶.

La finalización terapéutica ideal tiene notables ventajas. Se describe la fórmula de los brackets apropiada para conseguirlo. La estética facial total es un objetivo actual. Se han descrito formas de arcos como guía individual para arcos ideales⁵⁷. La forma de arco normal de la plantilla pentamórfica de Ricketts casi encaja perfecto con el triángulo dorado⁸.

En 1968, un estudio fue realizado con análisis computarizados con el fin de asociar el ancho de la arcada con la forma facial. En una vista frontal, las bases óseas fueron relacionadas con los dientes posteriores y registradas por los procesos yugales del maxilar (J) y la eminencia trihedral de la mandíbula (Ag). El ancho intermolar también era posible medirlo en relación al tipo esquelético⁸.

La relación más convincente de los dientes con respecto a belleza, armonía y balance se cumple en otras dos medidas: la primera en donde el plano oclusal se mantiene cerca del punto Xi; la segunda es con el uso de la sección dorada donde el borde incisal del incisivo inferior cumple proporción divina al punto A y al punto Pm. Así, con el uso de la cefalometría se puede evaluar en tres dimensiones la estética con respecto al balance y armonía y con respecto a la forma de arco para lograr un mejor equilibrio ⁸.

Como utilidad clínica podemos decir que para lograr la máxima fisiología y estabilidad en los resultados, se recomienda lograr la proporción divina principalmente en las siguientes medidas ^{47,49}:

1. De Ar-Ar para determinar el ancho J-J (Fig. 56)
2. De Ag-Ag para determinar el ancho de los dientes posteriores inferiores. (Fig. 57)
3. El ancho intermolar en relación con el ancho intercanino. (Fig. 68)
4. Borde incisal del incisivo inferior con respecto al punto A y al punto Pm (Fig. 54-C)

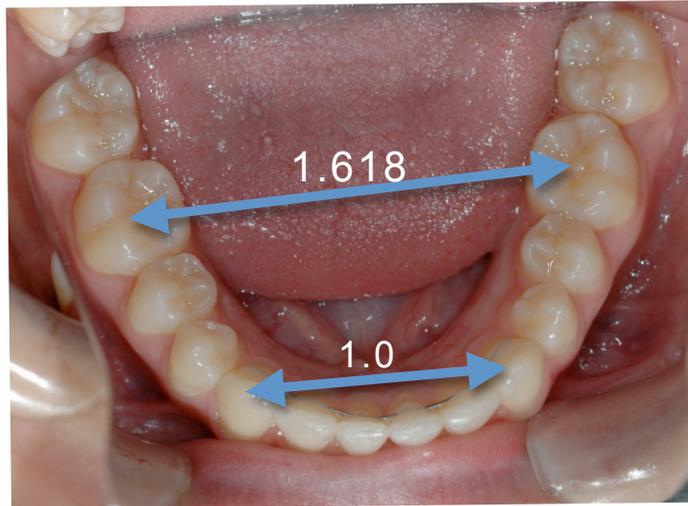


Figura 68. Ancho intermolar en proporción divina con al ancho intercanino

Fuente Propia

Este abordaje va dirigido a armonizar los huesos en etapa de crecimiento y desarrollo, logrando así una superestructura armónica para la oclusión, lo cual beneficiará el resultado del tratamiento en los aspectos estéticos, funcionales y permitirá en cierta medida, una mayor estabilidad, al hacer congruentes los diámetros y posiciones sagitales y transversales de los huesos con las dimensiones de las arcadas dentarias. En ausencia de crecimiento se recomienda respetar los límites biológicos que nos impone la anatomía ósea y la fisiología muscular, especialmente en los cambios dimensionales de las arcadas dentarias^{8,34}.

III. CONCLUSIONES

1. La belleza es un concepto extremadamente relativo y difícil, sino imposible, de formular. Esto es muy importante recordarlo en la evaluación de los pacientes ya que no podemos ser rígidos en los análisis; debemos estar claros en que tratamos con individuos diferentes, por lo que está en nuestras manos satisfacer las necesidades del paciente y la de nosotros como profesionales, para alcanzar un ideal estético.
2. Lo bello irradia una respuesta placentera y la proporción es un principio estético de la belleza esencial, por lo que la proporción divina nos servirá como instrumento para incorporar variaciones ideales y así obtener el atractivo físico deseado en la vida.
3. La Proporción Divina es una relación asimétrica donde el segmento mayor es de 1.618 y el menor es de 1.0. Esta curiosa relación es importante por sus propiedades matemáticas y estéticas, esto le produce cualidades únicas que asombran al observador; se cumple en la naturaleza, en el arte, en la música y en el cuerpo humano.

4. La Proporción Divina es una herramienta de análisis sencillo, que pareciera poderse aplicar a cualquier edad, sexo y raza; mas no es una medida única ni inflexible; de tal modo, que no debemos limitarnos a seguir patrones preestablecidos que nos puedan conducir al fracaso, al no considerar la individualidad y el ambiente cultural del paciente.

5. Sería de gran utilidad que el ortodoncista contara en su instrumental básico con un divisor áureo, con el cual podría manejar dimensiones armónicas acordes a cada paciente, para obtener un resultado armónico, estético y estable.

6. La selección natural ha ido eliminando al ser menos apto. Los organismos que han evolucionado y sobrevivido son aquellos que se comportan de la manera más adaptable y fisiológica, y de manera asombrosa e irónica cumplen con la proporción divina, lo cual les brinda además, características que la psique humana capta como armónicas o bellas. Esto es la denominada integración estético-funcional.

7. El uso de la proporción divina parece tener las mismas limitaciones que otros análisis diagnósticos, por lo que no es un determinante absoluto en el estudio del atractivo facial.

8. Es importante considerar todos los parámetros que se rigen con la proporción divina en el análisis facial, dentario, y cefalométrico, ya que puede ser de gran utilidad en el diagnóstico, plan de tratamiento e incluso como garantía en la estabilidad de los resultados.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ Rodríguez M, Rodríguez M, Barbería E, Durán J, Muñoz M, Vera V. Evolución histórica de los conceptos de belleza facial. *Ortodoncia Clínica* 2000; 3: 156-163.
- ² Rufenacht C. *Principios de Integración Estética*. Editorial Quintessence. España 2001.
- ³ García-Pelayo R. *Pequeño Larousse Ilustrado*. Ediciones Larousse. Argentina 1985.
- ⁴ Matoula S, Pancherz H. Skeletofacial Morphology of Attractive and Nonattractive Faces. *The Angle Orthodontics* 2006; 76: 204-210.
- ⁵ Eco U. *Historia de la belleza*. Octava edición. Lumen. Italia 2007.
- ⁶ Lucker G, Ribbens K, McNamara J. Psychological aspects of facial form. *Ann Arbor, Michigan* 1980.
- ⁷ Caires A. *La Proporción Áurea como instrumento de análisis en Odontología Estética*. Universidad Central de Venezuela 2003.
- ⁸ Ricketts R. Provocations and Perceptions in Craniofacial Orthopedics. *Facial Art. The Divine Proportion and the Science of Esthetics*. Vol. 1. Book 1. Part 1. RMO. USA 1989. p. 147-202.
- ⁹ García E. Las proporciones divinas. *Revista Venezolana de Ortodoncia* 1992; 9:136-144.
- ¹⁰ González O; Solórzano A; Balda R. Estética en Odontología. Parte II papel de los principios estéticos en la odontología. *Acta Odontológica Venezolana* 1999; 37: 33-43.
- ¹¹ Blanco F. Las proporciones divinas. *El arte de la medicina. Cirugía plástica* 2005; 15: 118-124.
- ¹² Henostroza G y cols. *Estética en Odontología Restauradora*. 1era edición. Editorial Ripano. España 2006.
- ¹³ Naini F, Moss J, Gill D. The enigma of facial beauty: Esthetics, proportions, deformity, and controversy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006; 130: 277-82.

-
- ¹⁴ Levin E. Concepts and application of the golden section to dental aesthetics. Copyright 2005 PhiPoint Solutions. En <http://www.phimatrix.com/dental/concepts.htm> (Consulta realizada en Abril 2008)
- ¹⁵ Nanda R. Biomecánicas y Estética. Estrategias en Ortodoncia Clínica. Amolca. Colombia 2007.
- ¹⁶ Newton J, Prabhu N, Robinson P. El impacto del aspecto dental en la apreciación de las características personales. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica 2004; 6 (2): 137-142.
- ¹⁷ Ritter D, Gandini L, Dos Santos A, Locks A. Esthetic influence of negative space in the buccal corridor during smiling. The Angle Orthodontics 2006; 76: 198-203.
- ¹⁸ Hönn M, Góz G. The Ideal of Facial Beauty: A Review. Journal of Orofacial Orthopedics 2007; 68: 6-16.
- ¹⁹ Muzj E. Musical and Arquitectural Proportions in the Anatomy of the Facial System. An Anthropometric Approach. The Angle Orthodontics 1982: 52:177-210.
- ²⁰ Tahan M. El hombre que calculaba. 1938
- ²¹ Baldor J. Geometría plana y del espacio y Trigonometría. Cultural Venezolana S.A. Venezuela 1986.
- ²² Mijares A. Principios estéticos y elementos artísticos aplicados al análisis facial e intrabucal de la sonrisa en los tratamientos ortodóncicos. Reporte de casos clínicos. Universidad Central de Venezuela 2005.
- ²³ Snow S. Application of the Golden Percentage in Smile Design and Esthetic Treatment Success. UCLA Center for Esthetic Dentistry. California, USA 1999.
- ²⁴ Canut J. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2da. Edición. Masson. Barcelona, España 2000.
- ²⁵ Ricketts R, Ariz S. The relationship of philosophy, science and art. The Angle Orthodontists 1998; 68 (2):103-104.

-
- ²⁶ Levin E. Dental Esthetics and the Golden Proportion. The Journal of Prosthetics Dentistry 1978; 40: 244-252.
- ²⁷ Baker B, Woods M. The role of the divine proportion in the esthetic improvement of patients undergoing combined orthodontic/orthognathic surgical treatment. International Journal of Adult Orthodontic Orthognath Surgery 2001; 16: 108-120.
- ²⁸ Patel N. Numeric Expression of Aesthetics and Beauty. Aesth Plast Surg 2007.
- ²⁹ Le Corbusier. The Modulor I&II. Harvard University Press. Massachusettes, USA 1986.
- ³⁰ Ricketts R. The biologic significance of the divine proportion and Fibonacci series. American Journal of Orthodontics 1982; 81 (5): 351-370.
- ³¹ Espiral Logarítmica en: http://es.wikipedia.org/wiki/Espiral_logarítmica (Consulta realizada en Abril 2008)
- ³² Lombardi R. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. Journal of Prosthetics Dentistry 1973; 29(4): 358-381.
- ³³ Hartmann C. La música y la paradoja sin resolver de Pitágoras. La construcción de violines y el mundo del sonido armónico. Instituto Schiller 2001.
- ³⁴ Ricketts R. Provocations and Perceptions In Cranio-Facial Orthopedics. Vol. 1. Book 1. Part 2. Biologic and Mechanics in Human Arquitectural Design. RMO. USA 1989.
- ³⁵ Shell T, Woods M. Facial aesthetics and the divine proportion: a comparison of surgical and non-surgical Class II treatment. Australian Orthodontic Journal 2004; 20 (2): 51-63.
- ³⁶ Ahmad I. Anterior dental aesthetics: Historical perspective. British Dental Journal 2005; 198: 737-742.
- ³⁷ Young P, Sinha U, Rice D, Stucker F. Circles of Prominence. A New Theory on Facial Aesthetics. Arch Facial Plast Surg. 2006; 8: 263-267.
- ³⁸ Kokich V O, Kokich V G, Kiyak A. Perceptions of dental professionals and laypersons to altered dental esthetics: Asymmetric and symmetric situations.

American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2006; 130: 141-51.

³⁹ Snow S. Esthetic Smile Analysis of Maxillary Anterior Tooth Width: The Golden Percentage. Journal of Esthetic Dentistry 1999; 11: 177-184.

⁴⁰ Magne P, Belser U. Restauraciones de porcelana adherida en los dientes anteriores. Método Biomimético. Editorial Quintessence. España 2004.

⁴¹ Burkhard S, Gill D, Tredwin C, Moles D. The influence of varying maxillary lateral incisor dimensions on perceived smile aesthetics. British Dental Journal 2007; 203:687-693.

⁴² Fayyad M, Jamani K, Aqrabawi J. Geometric and Mathematical Proportions and their Relations to Maxillary Anterior Teeth. The Journal of Contemporary Dental Practice 2006; 7 (5): 1-9.

⁴³ Ward D. A study of Dentists Preferred Maxillary Anterior Tooth Width Proportions: Comparing the Recurring Esthetic Dental Proportion to Other Mathematical and Naturally Occurring Proportions. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2007; 19: 324-339.

⁴⁴ Hasanreisoglu U, Berksun S, Aras K, Arslan I. An analysis of maxillary anterior teeth: Facial and dental proportions. The Journal of Prosthetic Dentistry 2005; 94:530-8.

⁴⁵ Wolfart S, Thormann H, Freitag K. Assessment of dental appearance following changes in incisor proportions. European Journal of Oral Sciences 2002; 113: 159-165.

⁴⁶ Menéndez L. Introducción al método arquial de predicción de crecimiento cráneo facial. Odontol. Sanmarquina 2004; 8 (1) : 39-41.

⁴⁷ Ricketts R. Prediction, Planning, Construction and Mechanics. Vol. 1. American Institute for Bioprogressive Education. Scottsdale, Arizona 1998.

⁴⁸ García E. Manual de Predicción de Crecimiento. Construcción y Mecánica con Tutorial. Material didáctico basado en el material y enseñanzas del Dr. Robert Ricketts 2006.

⁴⁹ Ricketts R. Prediction, Planning, Construction and Mechanics. Vol. 2. American Institute for Bioprogressive Education. Scottsdale, Arizona 1998.

-
- ⁵⁰ Moss M, Salentinjn L. The logarithmic properties of active and passive mandibular growth. *American Journal Orthodontics* 1974; 66: 645-659.
- ⁵¹ Arnett W, Bergman R. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *American Journal Orthodontics* 1993; 103: 299-312.
- ⁵² Isiksal E, Hazar S, Akyalcı S. Smile esthetics: Perception and comparison of treated and untreated smiles. *American Journal Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006; 129: 8-16.
- ⁵³ Ricketts R. Técnica bioprogresiva de Ricketts. Editorial Panamericana. México 2001.
- ⁵⁴ Holdaway R. A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part II. *American Journal Orthodontics* 1984: 279-293.
- ⁵⁵ Mack M. Perspective of facial esthetics in dental treatment planning *Journal of Prosthet Dent* 1996; 75 (2): 169-76.
- ⁵⁶ Graber T, Swain B. Ortodoncia. Principios generales y técnicas. Editorial Médica Panamericana. Argentina 1992.
- ⁵⁷ Ricketts R. Verdades científicas y teoría bioprogresiva. *Revista Española de Ortodoncia* 2002; 32 (2): 93-108.