# Rudolph Louis Hanau y sus aportaciones a la oclusión equilibrada en prótesis completas

Uno de los autores que sistematizó con más rigor y claridad el estudio de este tipo de oclusión a través de numerosas publicaciones, fue Rudolph Louis Hanau (1881-1930). Este ingeniero, nacido en Ciudad del Cabo y afincado en Búfalo, es conocido tanto como fabricante de articuladores, arcos faciales y maquinaria de laboratorio como por sus estudios sobre la oclusión y sus fórmulas, leyes y esquemas explicativos. Así, sus contribuciones han dado pie a expresiones muy divulgadas como el "Hanau's Quint" ("la rosa de Hanau"), las "leyes de Hanau", la "fórmula de Hanau", el "triángulo de Hanau" o los "factores de Hanau". A continuación explicaremos algunos de estos términos y los relacionaremos con el concepto de oclusión equilibrada en prótesis completas.

## Oclusión equilibrada

Hanau, al igual que muchos autores de su época como Bonwill [i,ii], Gysi[iii] o Sears[iv] entendía que la oclusión equilibrada era la ideal para las dentaduras completas:

"la articulación natural en su totalidad, no es conveniente para reproducir en dentaduras artificiales. Éstas requieren oclusión balanceada a través del contacto durante la articulación" [v].

Este autor definía la oclusión equilibrada, en sentido amplio, como aquella oclusión que permite el contacto entre las piezas superiores y las inferiores durante los movimientos mandibulares:

"La oclusión balanceada necesita una relación de contacto entre las superficies masticatorias. Dos o más puntos de contacto en cada parte posterior del arco, y uno (o más) en la región anterior de la dentadura constituyen una favorable distribución de la presión"[5].

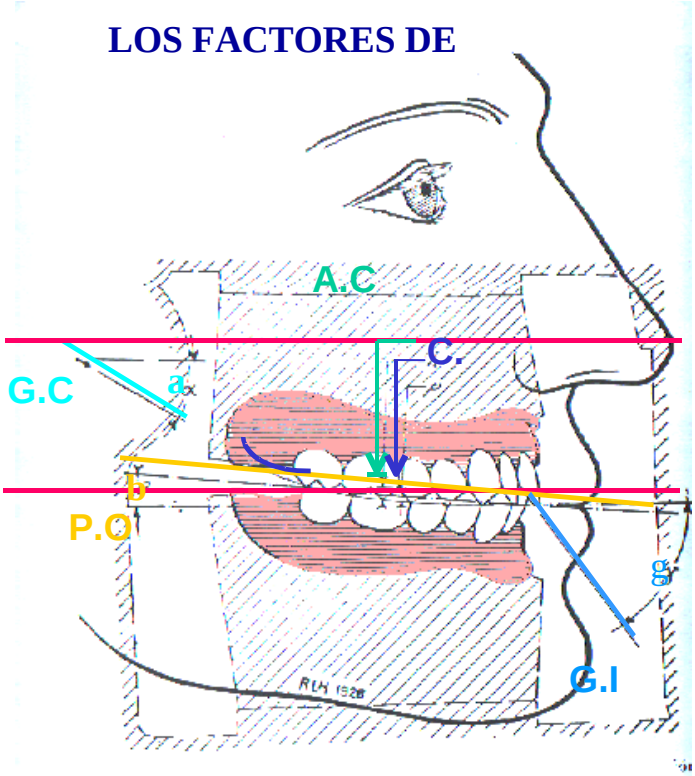
## Los factores de Hanau

Hanau, a través de sus artículos estudió cuáles eran los factores que determinaban e influían en la oclusión equilibrada y también apuntó la necesidad de controlar la posición de los maxilares en el articulador con respecto al eje intercondíleo mediante el uso del arco facial, para poder reproducir, durante los movimientos mandibulares, las mismas, o muy parecidas, trayectorias que en la realidad. Cabe destacar que ya en 1908, Bennett, se refería a la importancia de este dato "....los modelos de las mandíbulas deben estar sujetos al articulador de tal manera que tengan las mismas posiciones en relación a la línea que pasa a través de los dos cóndilos.....Esto podría hacerse con el arco facial en conexión con alguna de las mordidas dadas."[vi]

Hanau define al arco facial como " un instrumento para determinar la *relación posicional* de la dentición con respecto a la línea condílea del paciente y restablecer dicha relación en el articulador"[vii]. Y, ya en 1922 afirmaba que aún habían demasiados que no apreciaban la importancia de la técnica del arco facial de Snow (1922: 596).

Aunque desde una concepción "mecanicista" propia de la época, pero no por ello menos interesante, Hanau presentó analíticamente los factores que se han de tener en cuenta para alcanzar una oclusión equilibrada.

Para Hanau los factores que determinan la oclusión son: la guía condílea, la guía incisal, las curvas de compensación, la altura cuspídea y el plano de orientación



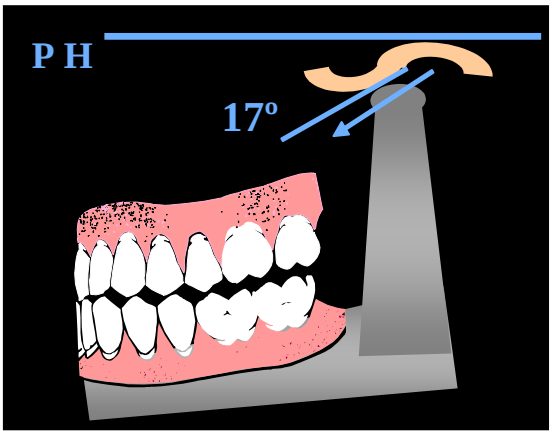

*Guía condílea*

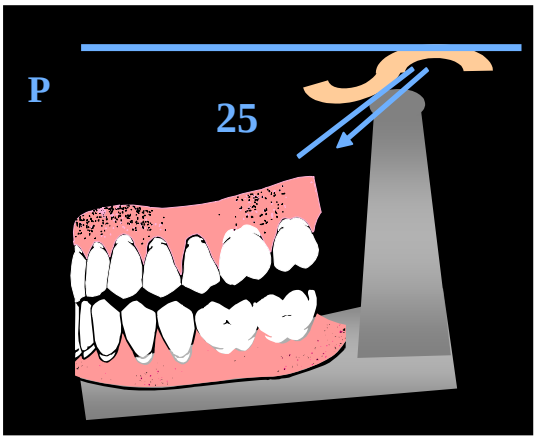
Para Hanau la guía condílea incluye los siguientes movimientos del condilo partiendo de su posición en la cavidad glenoidea [viii]:

a) La guía anteroposterior (inclinación en el plano horizontal)
b) La guía lateral (inclinación con respecto al plano sagital)
c) La desviación lateral

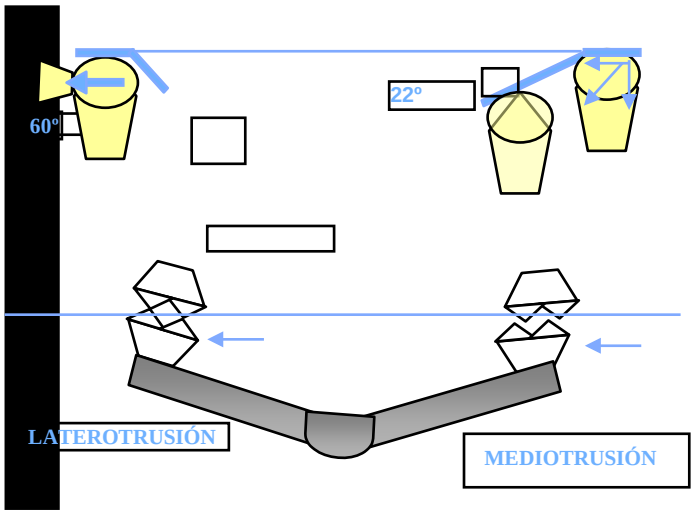
La *guía anteroposterior* se refiere al desplazamiento hacia abajo y adelante, con respecto al plano horizontal, durante la protrusión de la mandíbula. Este desplazamiento describe un ángulo con respecto al plano horizontal y está directamente relacionado con la inclinación de la pared

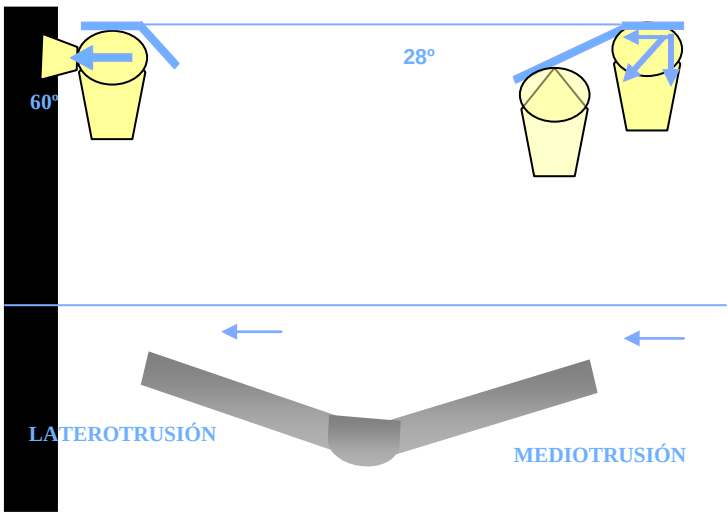
posterior de la eminencia de la cavidad glenoidea. Cuanto mayor es la inclinación más ha de descender la mandíbula para completar la protrusión y mayor es el ángulo.




La *guía lateral* se refiere al desplazamiento del cóndilo de mediotrusión (balanceo) hacia abajo, hacia delante y hacia el medio según el ángulo de Bennett, en un movimiento de lateralidad. Este movimiento describe un ángulo con respecto al plano sagital y depende de la inclinación de la pared medial de la cavidad glenoidea. Cuanto mayor es el ángulo mayor es la separación entre dientes superiores e inferiores en mediotrusión.



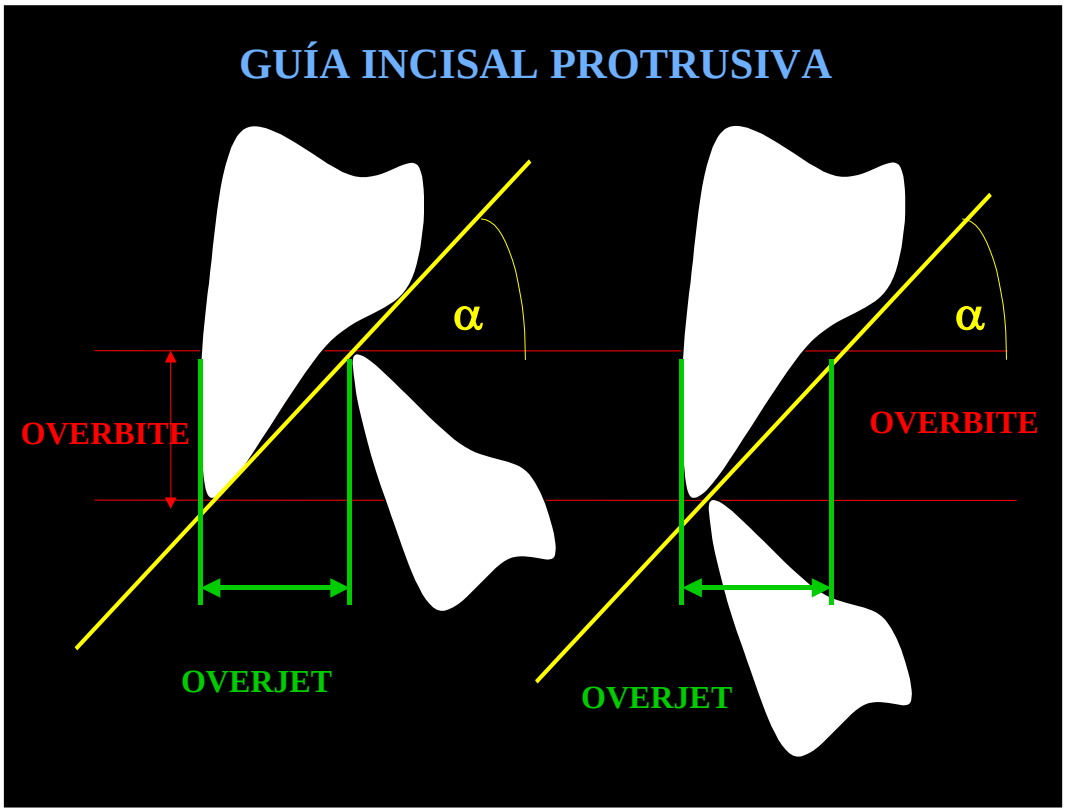



En el lado de laterotrusión (trabajo) se da una ligera *desviación lateral* con respecto a una perpendicular al plano sagital. Aquí Hanau se refiere al movimiento lateral del cóndilo del lado de trabajo descrito por Bennett en 1908.

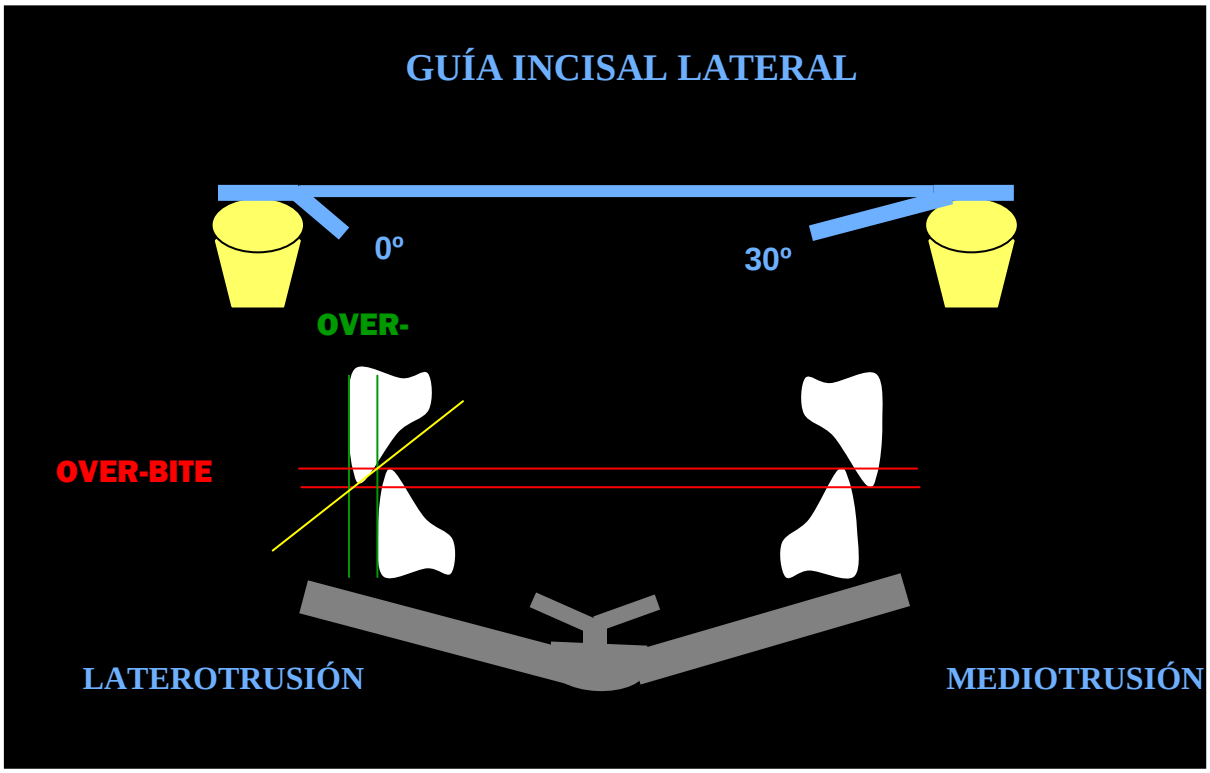
### *Guía incisal*

La guía incisal se puede definir, de manera amplia, como la hipotenusa de un triángulo cuyos catetos son el over-bite y el over-jet e incluye dos factores importantes:

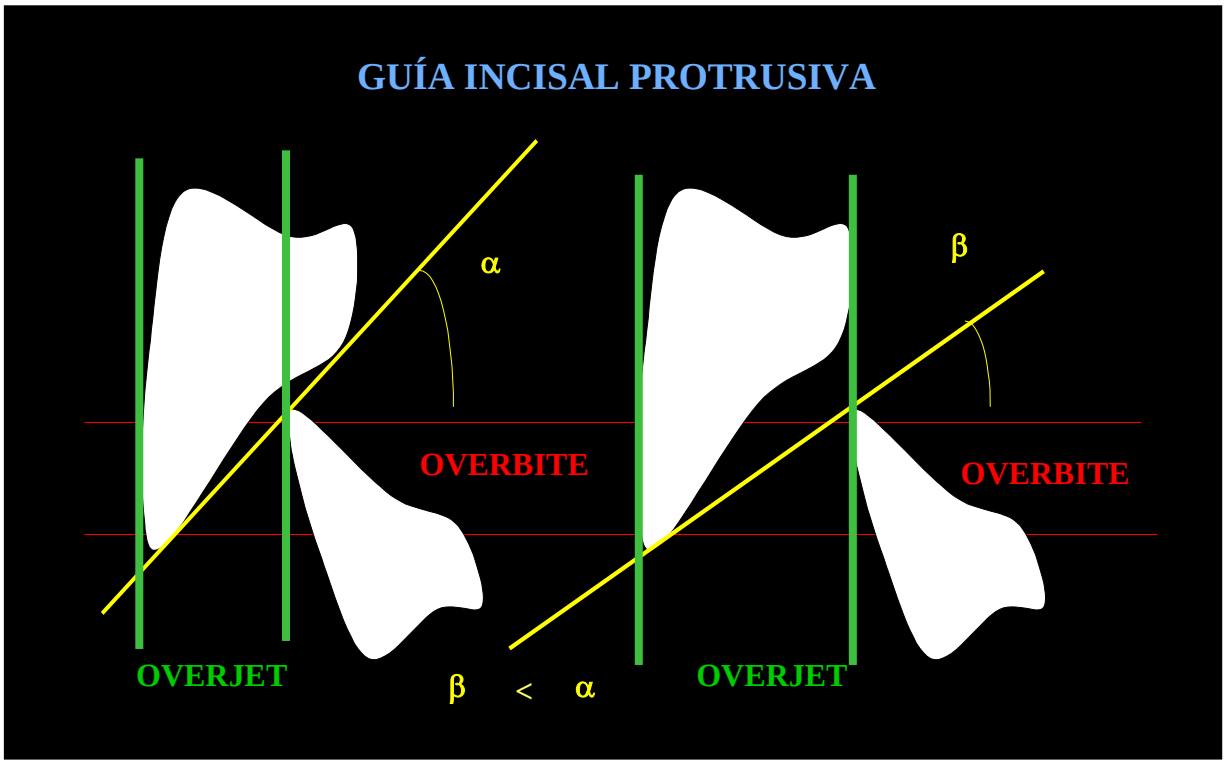
a) La inclinación en sentido labiolingual o *guía anteroposterior o protrusiva*. Esta guía forma un ángulo, durante el descenso mandibular de la protrusión, con respecto al plano horizontal.

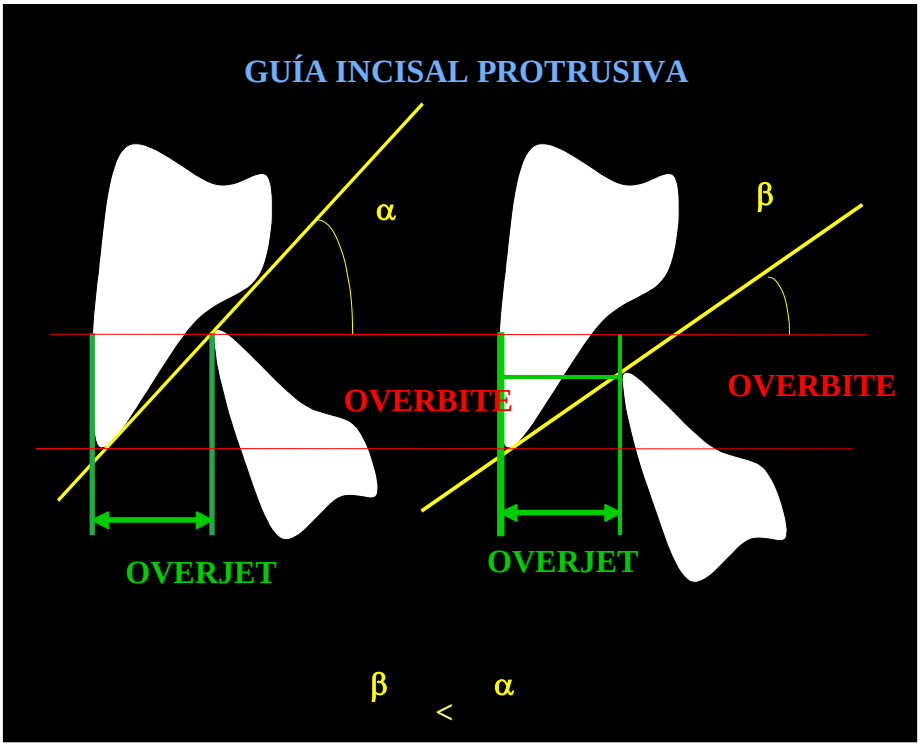


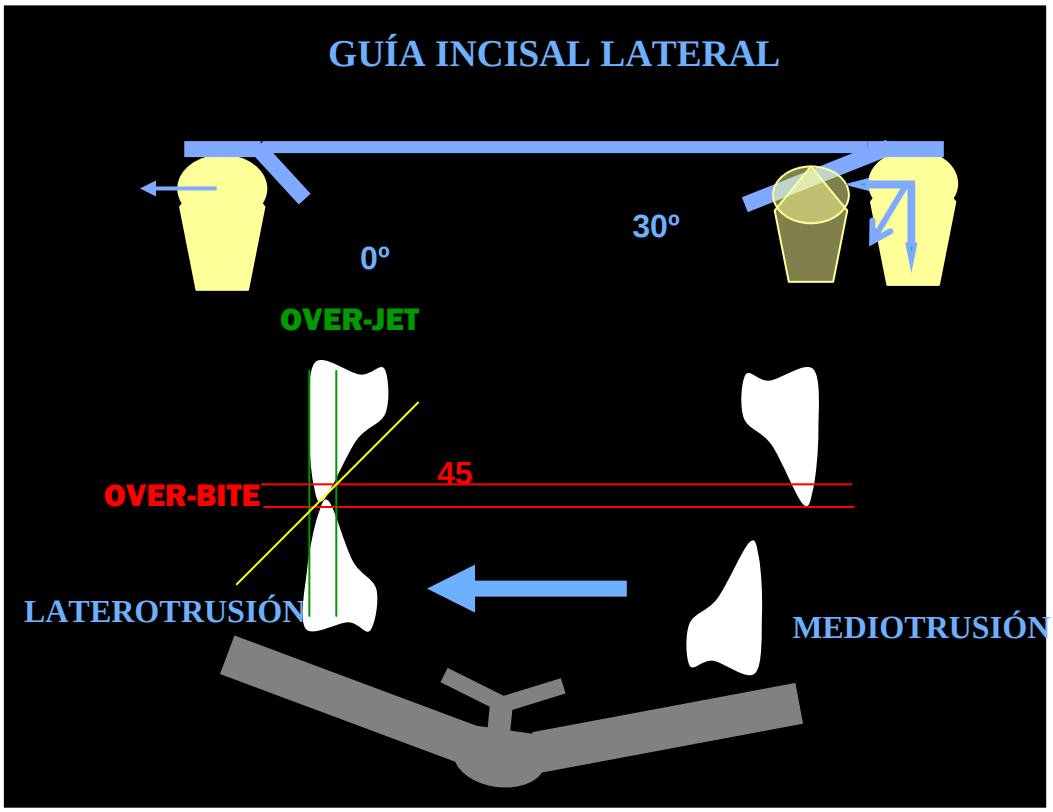
b) La *inclinación sagital o guía lateral*. Esta guía, formada en el lado de laterotrusión por el contacto de caninos e incisivos superiores e inferiores, forma un ángulo con respecto al plano sagital[8].

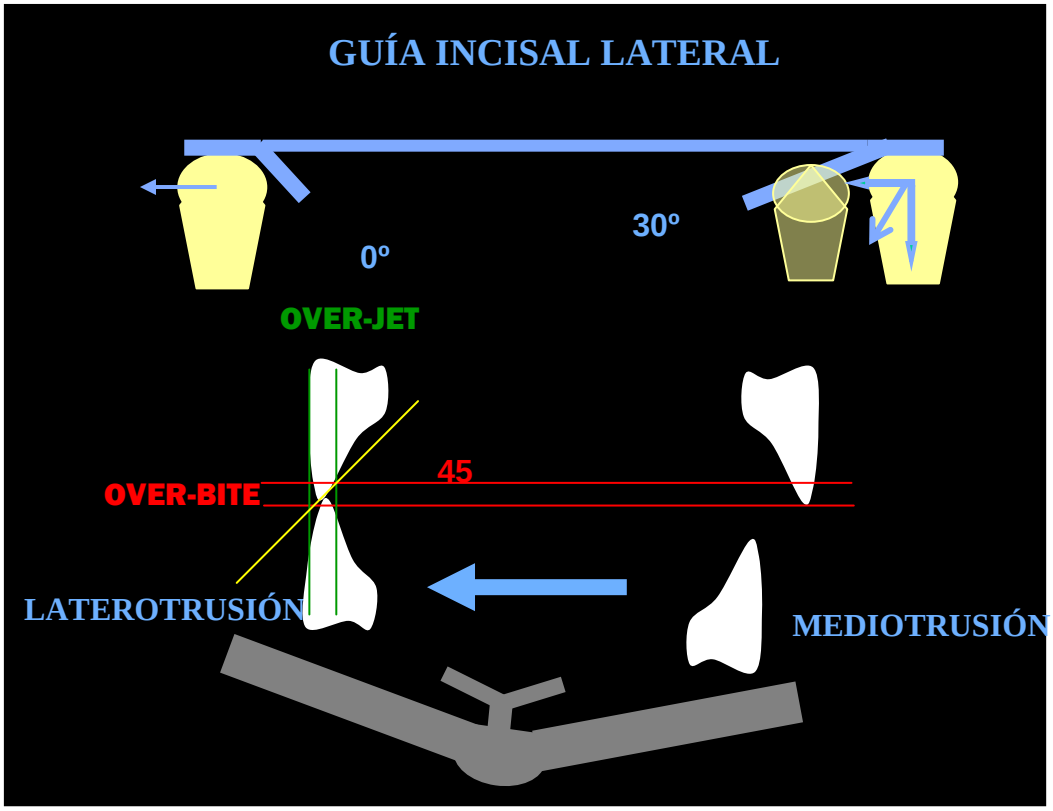



Ambas guías están directamente relacionadas con el over bite (sobremordida) y el over jet (resalte). De tal manera que en la medida que el over bite aumenta ambas guías aumentan y, en la medida que el over jet aumenta, entonces disminuyen.



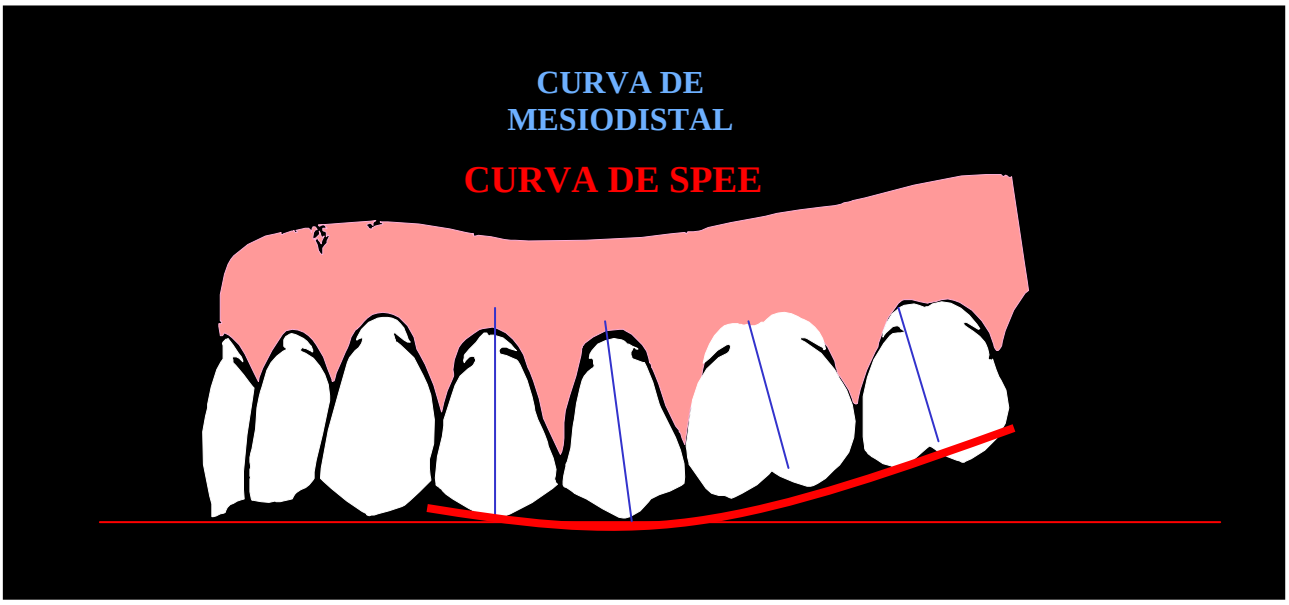

GUÍA INCISAL PROTRUSIVA
α
β
OVERBITE
OVERBITE
OVERJET
OVERJET
β < α


GUÍA INCISAL LATERAL
0º
30º
OVER-JET
45
OVER-BITE
LATEROTRUSIÓN
MEDIOTRUSIÓN




*Curvas de compensación*

Para Hanau el correcto alineamiento de los dientes incluye tanto la curva de compensación mesiodistal, la curva encargada de compensar la separación mandibular durante su protrusión, hoy en día conocida por *curva de Spee*, (Fig.11) y la inclinación bucolingual de los dientes posteriores, hoy en día conocida por *curva de Wilson*, (Fig. 12) que compensará la separación de las piezas posteriores del lado de mediotrusión durante un movimiento de lateralidad[8]. Ambas curvas deben aumentar, para que se den contactos, en proporción al descenso mandibular en mediotrusión y durante la protrusión.



### *Plano de orientación*

Hanau también se refiere a este factor como *triángulo de orientación* e incluye los siguientes factores[8]:

a) La distancia del punto interincisivo (punto de contacto de los incisivos centrales) a la línea intercondílea.

b) La distancia del punto interincisivo al plano sagital.

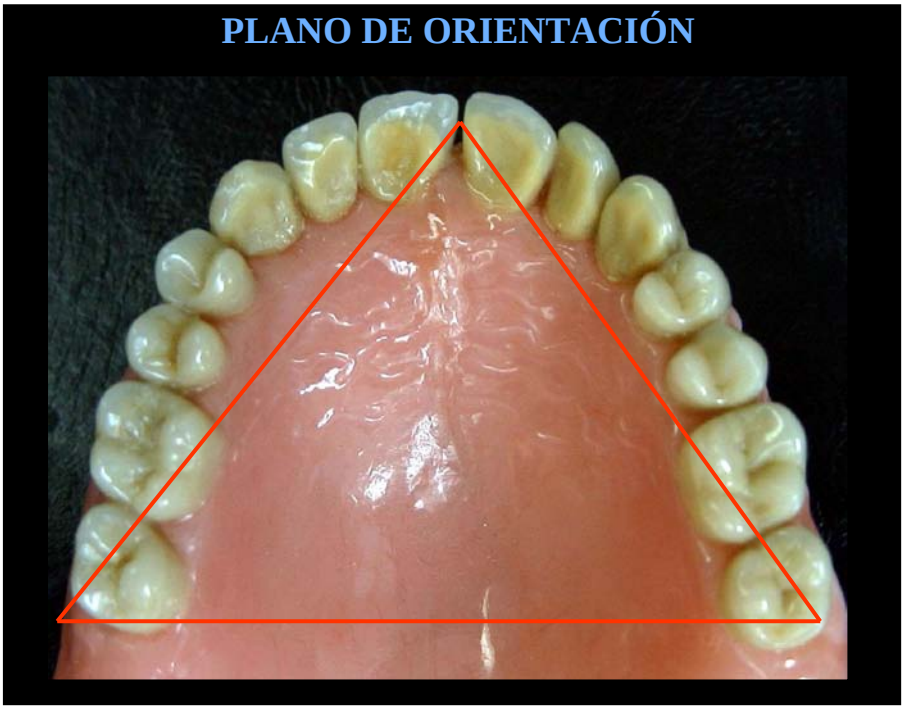
c) La rotación del triángulo de orientación sobre sus ejes a través del punto interincisivo:

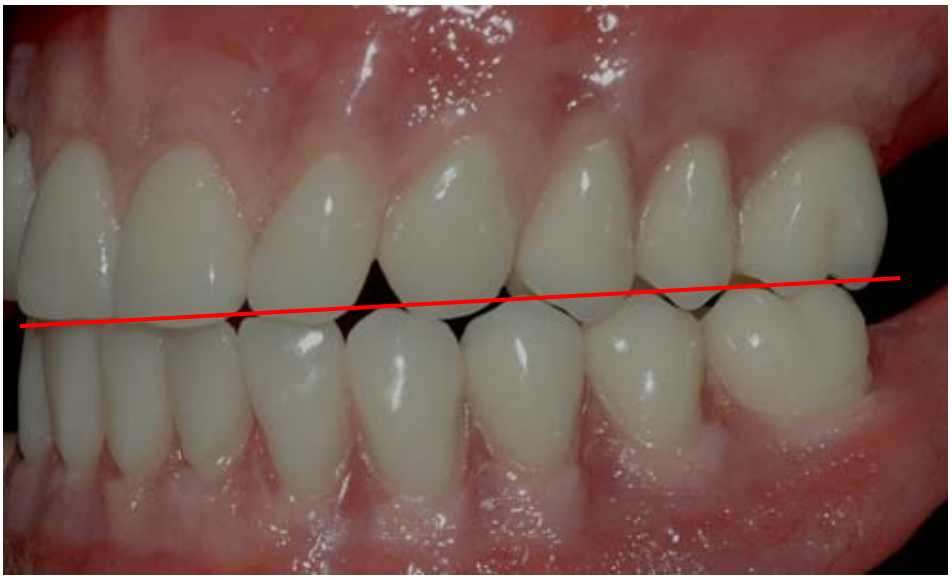
c1 Eje lateral horizontal

c2 Eje anteroposterior horizontal

c3 Eje vertical

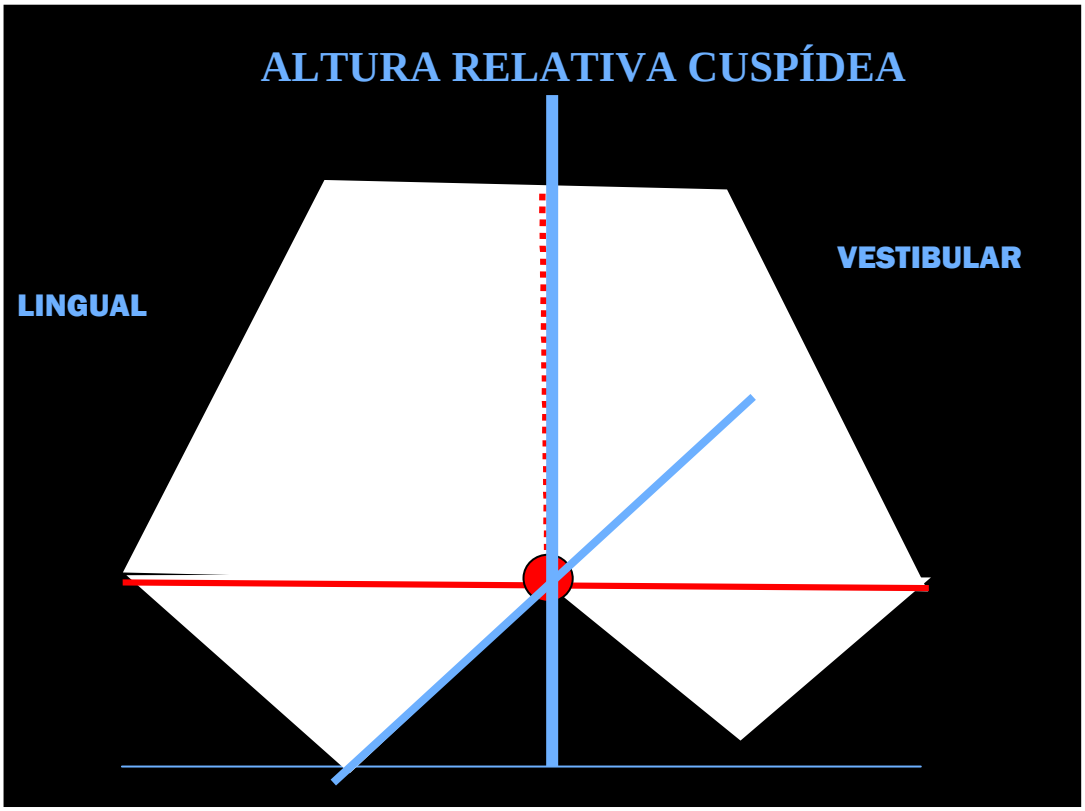
El triángulo de orientación o plano de orientación es un plano que pasa a través del punto interincisivo y el surco bucal del segundo molar. Estos tres puntos serían las esquinas del triángulo de orientación a través del cual pasa el plano de orientación (Fig. 13 y 14). Hanau no distingue entre el plano de orientación del maxilar superior y el inferior pues el ángulo entre los dos es relativamente pequeño.

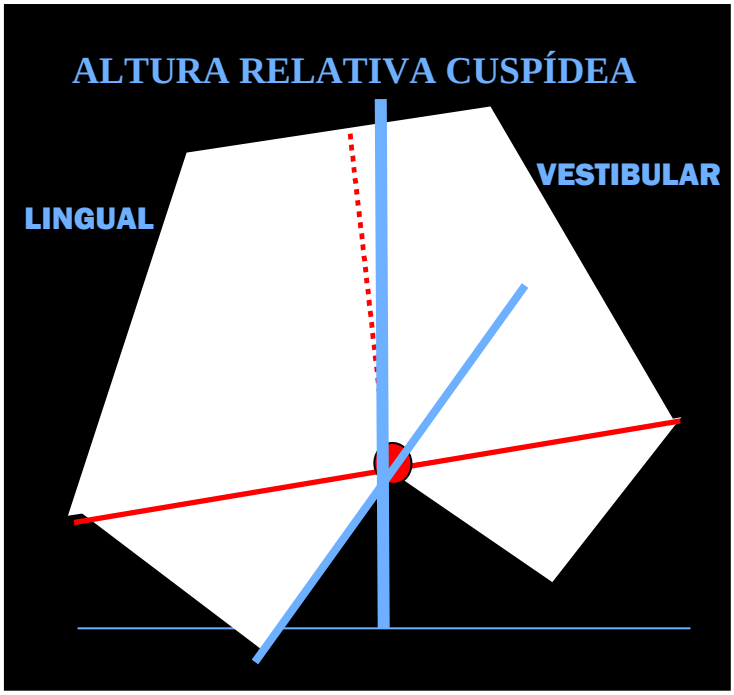




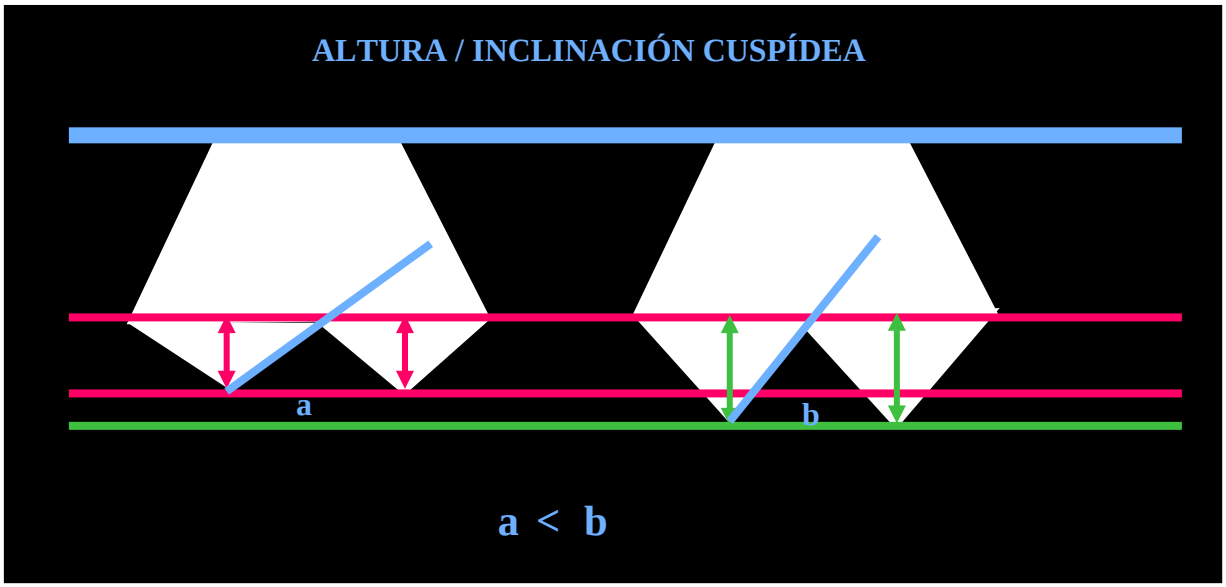
*Altura relativa de las cúspides*

Hanau quiere matizar que la altura cuspídea de un diente artificial puede aumentarse o disminuirse relativamente variando simplemente su inclinación. Efectivamente, "la denominada por Hanau *altura relativa cuspídea* es la proyección, sobre un plano vertical, de la distancia entre la cima y la base imaginaria de la cúspide. Por consiguiente, esta altura relativa de la cúspide puede variarse con sólo variar la angulación del eje longitudinal del diente con respecto al plano de proyección vertical."[ix] (Fig. 15 y 16). Por lo tanto, aumentando o disminuyendo las curvas de compensación también aumentaremos o disminuiremos su altura cuspídea.

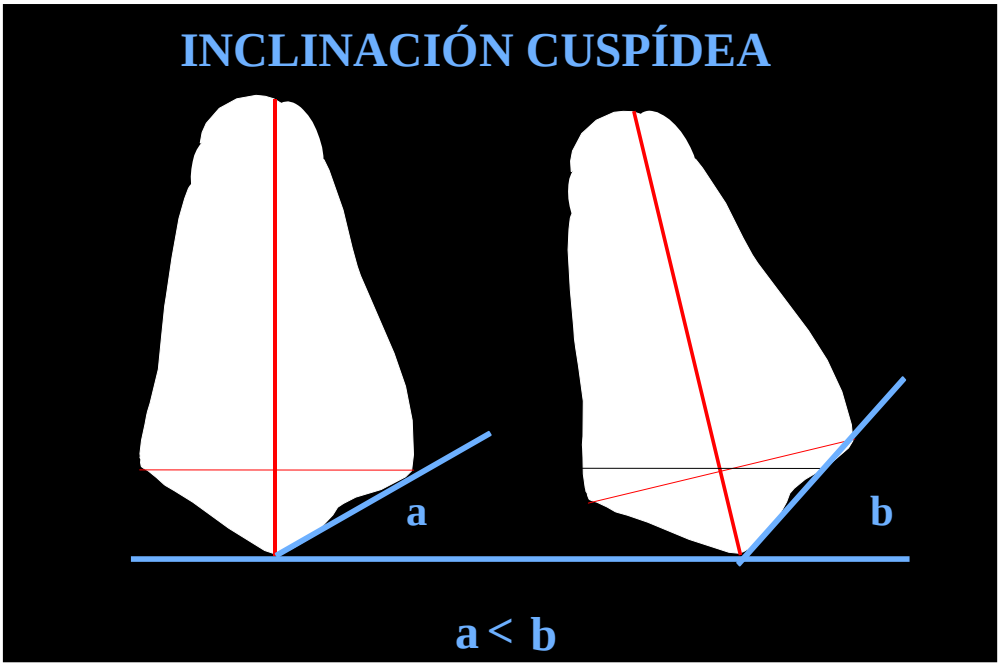




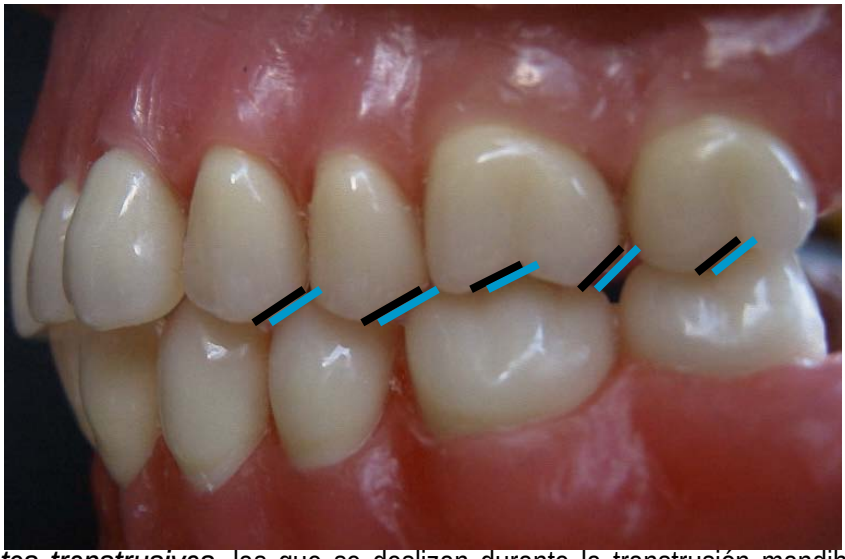

De lo dicho, se puede deducir que existe una relación directa entre inclinación y altura cuspídea: para una misma posición dentaria, por lo tanto, en la medida que aumenta la altura cuspídea también aumenta su inclinación y en la medida que aumentamos la inclinación cuspídea al inclinar más o menos un diente, también, como se ha demostrado más arriba, aumenta su altura relativa.




De ahí, podemos advertir la importancia, en prótesis completas, de colocar las piezas en su posición correcta, pues la mínima variación al colocarlas puede ocasionar diferentes inclinaciones/alturas cuspídeas, que provoquen interferencias oclusales no deseadas .




Evidentemente, Hanau se refiere a la inclinación de aquellas vertientes que intervienen, deslizándose superiores contra inferiores, durante la protrusión y la transtrusión mandibular. Es decir, las *vertientes propulsivas*, las que se deslizan durante la protrusión de la mandíbula: distales superiores y mesiales inferiores



y las *vertientes transtrusivas,* las que se deslizan durante la transtrusión mandibular: en el lado de laterotrusión, vertientes internas de las cúspides de laterotrusión (vestibulares) superiores contra vertientes externas de las cúspides de trabajo (vestibulares) inferiores y, en el lado de mediotrusión, vertientes internas distales de las cúspides de mediotrusión superiores (linguales) contra vertientes internas mesiales inferiores de las cúspides de trabajo (vestibulares) inferiores.

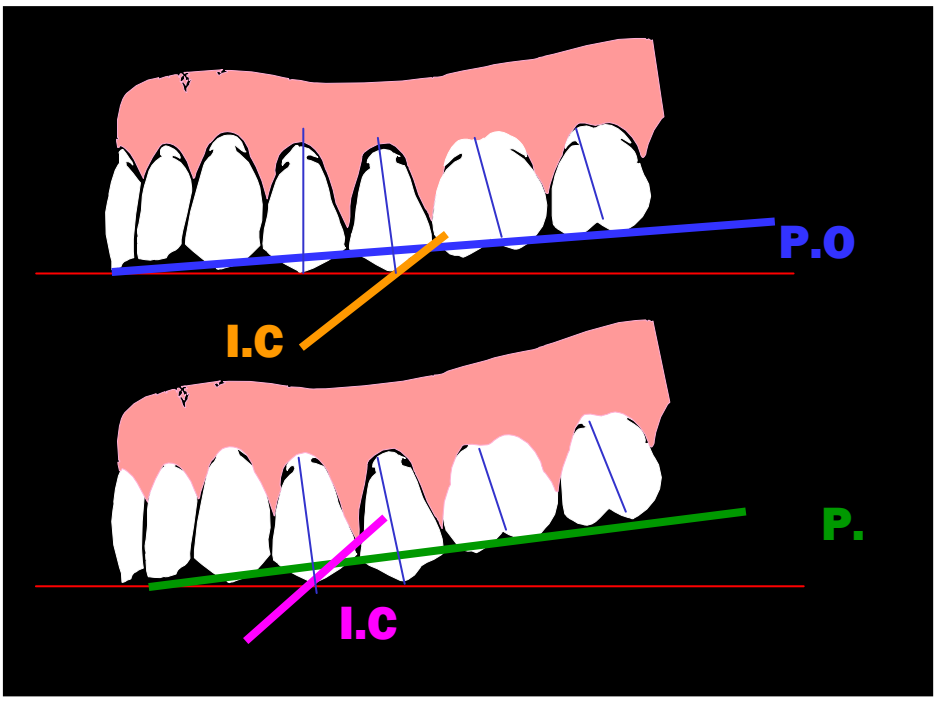
Hanau aprecia tres posiciones oclusales relacionadas con la altura/inclinación cuspídea[8]:

a) Inclinación de la guía cuspídea en protrusión . Aquí se está refiriendo a la guía cuspídea que proporcionan la vertientes propulsivas y que dependen de la curva de Spee.

b) Inclinación de la guía cuspídea lateral en el lado de trabajo. Es decir la inclinación de las vertientes vestibulares internas superiores y externas inferiores, sobre todo en relación a la curva de Wilson.

c) Inclinación de la guía cuspídea lateral en el lado de balanceo que depende directamente, para una misma altura cuspídea, de la curva de Wilson.

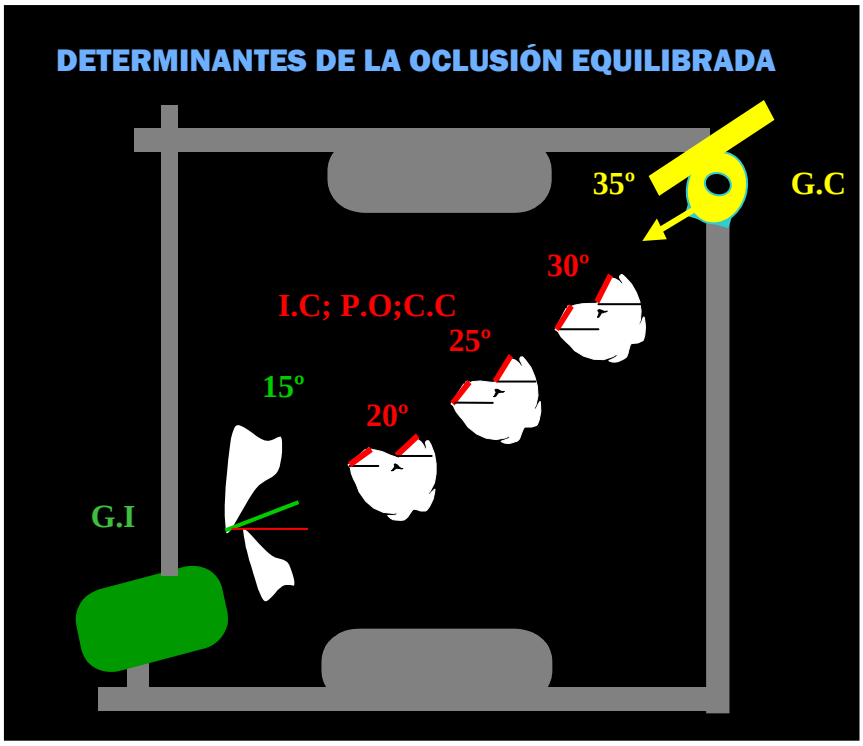
Conviene aclarar que la altura/inclinación cuspídea, el plano de orientación y las curvas de compensación están íntimamente relacionados, en la medida que la variación de uno repercute directamente en los demás. Por ejemplo, en relación a la protrusión de la mandíbula, *aumentar la curva de Spee* supone, que la inclinación cuspídea de las vertientes propulsivas también van a aumentar y, en consecuencia, también el plano de orientación quedará más elevado. Igualmente, *aumentar el plano de orientación*, según la definición de este concepto realizada, supone partir de una curva de compensación más elevada y, en consecuencia, también de un aumento de la inclinación cuspídea. Finalmente, partiendo de la inclinación cuspídea del diente artificial escogido, se puede *variar la inclinación de las vertientes propulsivas*, mesializando las piezas superiores y distalizando las inferiores, lo que va a representar un aumento de la curva de Spee y, consecuentemente, el aumento de la inclinación del plano de orientación .




Esto también se aplica en los movimientos de lateralidad, para compensar la separación mandibular en el lado mediotrusivo mediante la curva de Wilson. En efecto, la mayor inclinación cuspídea y el aumento del plano de orientación, se consigue mediante el aumento de la inclinación bucolingual o curva de Wilson. Por lo tanto se puede afirmar que los factores: plano de orientación, curvas de compensación y altura/inclinación cuspídea, pueden resumirse en *inclinación de las vertientes propulsivas (en protrusión) y transtrusivas (en lateralidad) ya definidas anteriormente*. Es decir, la mayor o menor distalización o mesialización de una pieza determinada o su mayor o menor bucalización o lingualización, provocará una variación en la inclinación cuspídea, en la curva de compensación y en el plano de orientación.

## Las leyes de Hanau para alcanzar una oclusión equilibrada

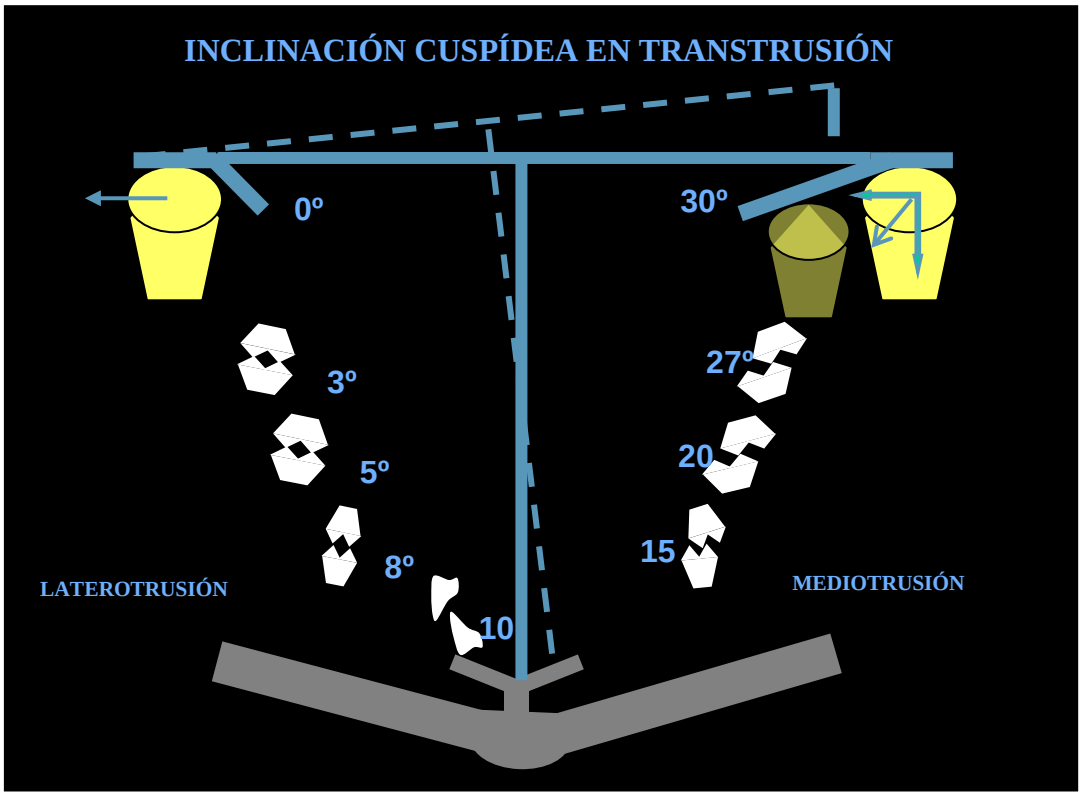
Según los expuesto más arriba, se puede concluir que la oclusión equilibrada depende de tres determinantes: uno posterior la guía condílea (protrusiva y transtrusiva), uno anterior la guía incisal (protrusiva y transtrusiva) y otro central que es, sintetizado, la inclinación de las vertientes propulsivas y transtrusivas .



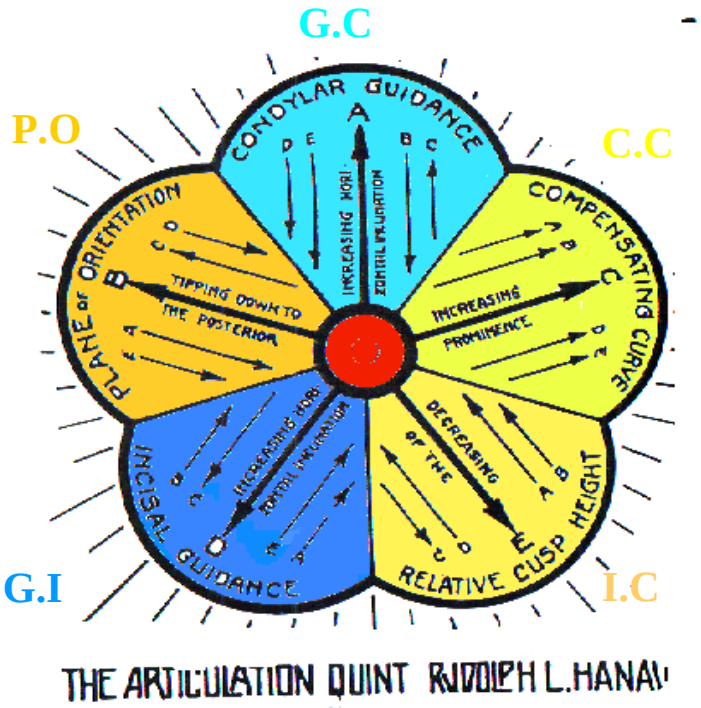

La influencia de uno sobre otro dependerá de su proximidad. Por ejemplo, el factor posterior, guía condílea, tendrá una influencia decreciente desde el segundo molar hacia las piezas anteriores. Por lo tanto el descenso mandibular irá decreciendo también hacia delante. El factor anterior, la guía incisal, tendrá también un influencia decreciente pero en sentido inverso, desde las piezas anteriores hacia las posteriores. Por lo tanto, la separación mandibular irá decreciendo también desde delante hacia atrás. De la misma manera, si el factor central altura/inclinación cuspídea está sobredimensionado, contactará prematuramente y se erigirá en guía de la oclusión, cosa que se debe evitar para mantener el equilibrio oclusal. Así, el equilibrio oclusal, es decir la inclinación/altura cuspídea adecuada para obtener contactos, dependerá de la guía condílea y de la guía incisal, tanto en sentido anteroposterior como bucolingual y vendrá determinado por las curvas de compensación, la curva de Spee y de Wilson. En la Figura anterior se puede observar cómo, en protrusión, para una guía condílea de 35º y una guía incisal de 15º, la inclinación cuspídea apropiada de cada pieza, para que hayan contactos, irá decreciendo desde los 35º de la guía condílea hasta los 15º de la guía incisal, configurando la curva de Spee correcta .

Igualmente, en la Figura siguiente, durante la transtrusión mandibular, se puede observar cómo, dependiendo de la proximidad de cada pieza a las guías condíleas e incisales, se necesitará más o menos inclinación para establecer los contactos de equilibrio. En este movimiento, no obstante, conviene recordar que para el descenso de la mandíbula, sólo influye la guía condílea de mediotrusión, dado que es este cóndilo el que desciende a través de la inclinación lateral de

la cavidad glenoidea, y la guía incisal de laterotrusión. En la práctica la guía condílea del lado de laterotrusión se puede considerar 0º.




Hanau, a través, de su famoso "Articulation Quint"[8] nos muestra cómo la variación de un factor influye en el resto para mantener una oclusión balanceada.



Por ejemplo: e*l incremento de la guía condílea,* para seguir obteniendo contactos, supondrá: *una disminución de la guía incisal, un aumento de las curvas de compensación, del plano de orientación y de la altura cuspídea.*[8] En efecto, cuanto mayor sea la guía condílea más descenderá la mandíbula durante sus movimientos y, en consecuencia, para seguir teniendo contactos se deberá "compensar" esta separación mediante el aumento de la angulación de las curvas de Spee y Wilson o mediante la disminución del factor anterior que es la guía incisal.

Igualmente, el *aumento de la guía incisal* también influye en el resto de los factores para mantener los contactos de equilibrio. Si el factor anterior, aumenta deberá *aumentar de manera decreciente hacia atrás la altura/inclinación cuspídea*, que conllevará también un *aumento de las curvas de compensación y del plano de orientación*[8]. Desde un punto de vista teórico, las leyes de Hanau contemplan, en este caso, "*disminuir la guía condílea"*, pero en la práctica es imposible ya que es el único factor invariable por pertenecer al paciente. Por lo tanto, en la práctica, en la parte posterior deberemos lograr la curva de compensación suficiente para seguir "compensando" la separación mandibular provocada por la guía condílea del paciente.

De manera análoga, según Hanau, un *aumento de la altura cuspídea*, supondrá una *disminución del plano de orientación, de las curvas de compensación* y *un aumento de la guía incisal y de la guía condílea*. En efecto, si las cúspides son más altas, para conseguir contactos no se necesitará aumentar tanto las curvas de compensación y, en consecuencia, el plano de orientación tampoco quedará tan elevado. Por otra parte, con cúspides altas se necesitará más espacio para que no interfieran durante los movimientos mandibulares, espacio que se consigue con un aumento del factor anterior, la guía incisal, y con una guía condílea muy pronunciada.

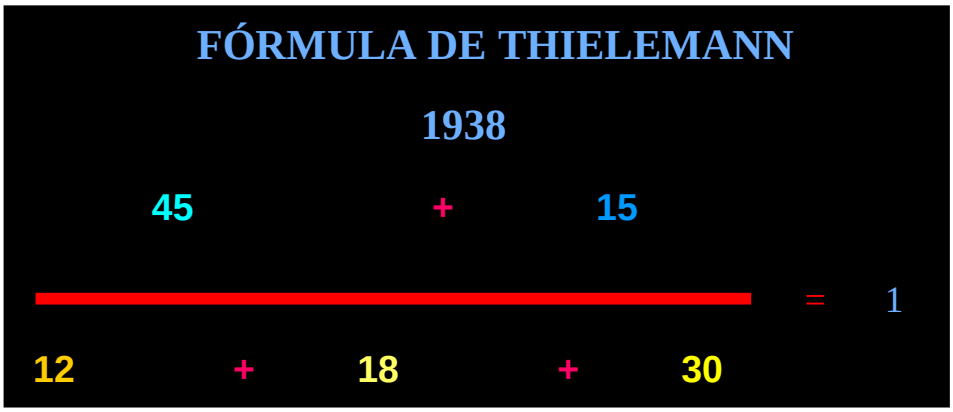
Posteriormente, Konrad Thielemann[x] presentó una relación matemática para explicar la interacción entre los cinco factores de Hanau. Su fórmula, sin representar un producto aritmético exacto de los factores es la siguiente.

**FÓRMULA DE 1938**

$$\frac{G.C + G.I}{P.O + C.C + A.C} = 1$$

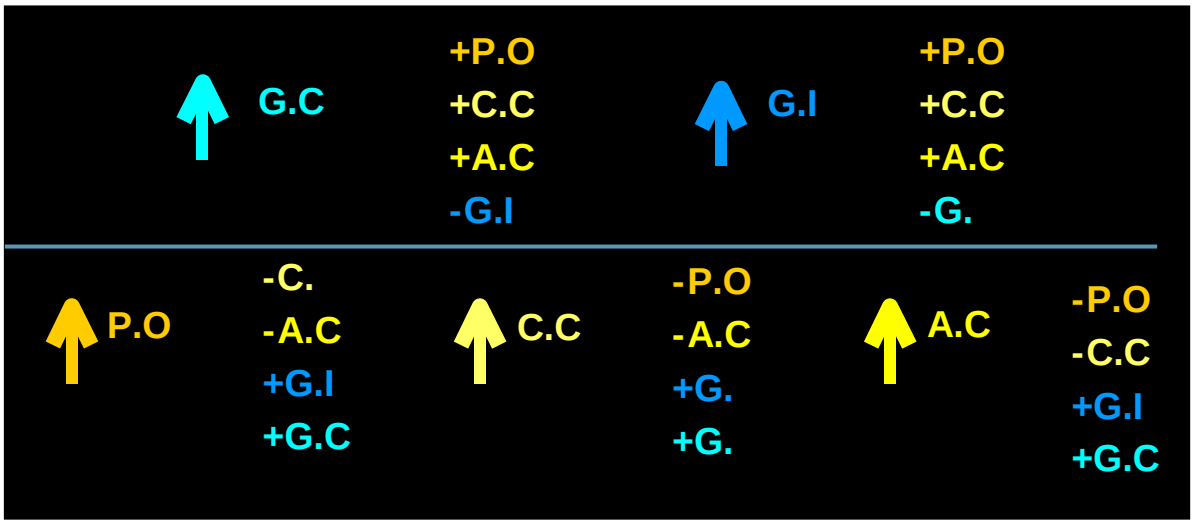
**PRÓTESIS EQUILIBRADA**

Esta fórmula indica que el equilibrio se obtiene en la medida que los factores del numerador se relacionan correctamente con los del denominador. Como ejemplo, si los factores se sustituyen por números, para que haya equilibrio, la división ha de dar uno .




Es decir, cuando aumenta un factor del numerador, por ejemplo la guía condílea, para que la prótesis dé 1 y, en consecuencia, quede equilibrada, han de aumentar los del denominador, o disminuir el otro valor del numerador, la guía incisal. O, en la medida que aumenta, por ejemplo, la curva de compensación del denominador, para que siga dando 1, se han de aumentar los valores del numerador o se han de disminuir los otros valores del denominador, plano de orientación y altura cuspídea.

La combinación del "*Articulation Quint* " de Hanau y la fórmula de Thieleman podría sintetizarse en la siguiente fórmula (Fig. 28):




También aquí, y desde el punto de vista práctico, los factores del denominador se pueden reducir a la inclinación/altura de las vertientes propulsivas y transtrusivas. Por lo tanto, en la práctica, partiendo de la guía condílea del paciente (factor posterior), hemos de "jugar" con los

otros factores, guía incisal y altura/inclinación cuspídea para obtener una prótesis completa equilibrada.

Hasta aquí queda explicada la teoría y la práctica de Hanau con respecto a la oclusión equilibrada en prótesis completas. Dicha teoría, evidentemente, presenta sus limitaciones y, a menudo, se la encasilla peyorativamente, como "teoría mecanicista", en la medida que se afirma, no sin razón, que nunca un articulador podrá comportarse como la articulación temporomandibular del paciente. Dicho esto, no es menos cierto que, la corriente iniciada con Bonwill, y continuada con Gysi y Hanau, ha contribuido en gran manera por un lado, a comprender la cinemática mandibular y, por otro, a evidenciar la importancia de contar con los datos individuales del paciente en un instrumento, el articulador, que los pueda reproducir durante la construcción de la prótesis. Asimismo, cabe reseñar que, en una época en la que, el desarrollo de los instrumentos capaces de reproducir los valores individuales de cada paciente ocupaba un lugar principal, ya Hanau decía *"mientras nos preocupamos principalmente de la correcta aplicación de la mecánica, es importante que ésta esté de acuerdo con los requerimientos fisiológicos, y quiero poner énfasis en la necesidad de coordinar los requisitos mecánicos y fisiológicos. Son de igual importancia."*[8]

---

[i] Bonwill, W.G.A.: The Science of the Articulation of Artificial Dentures, en The Dental Cosmos. 20, 1878.

[ii] Bonwill, W.G.A.: The geometrical and mechanical laws of the articulation of the human teeth. The anatomical articulator. The American System of Dentistry. Philadelfia, Lea Broth, 1887; 2: 486-498.

[iii] Gysi, A.: The problem of articulation. Dental Cosmos,1910; 1: 1-9.

[iv] Sears, V. H.: Balanced occlusions, J.A.D.A. 1925;December: 1448-1451

[v] Hanau, R.L.: Relation Between Mechanical and Anatomical Articulation, J.A.D.A., 1923; 10: 776-784.

[vi] Bennett, N. G.: A contribution to the study of the movements of the mandible. J. Prosth. Dent, 1958; 1: 41-54.

[vii] Hanau, R.L.: Dental engineering. J.A.D.A., 1922; 7: 595-609.

[viii] Hanau, R.L.: Articulation Defined, Analyzed and Formulated. J.A.D.A. 1926; Vol. 13, nº 12, p.1694-1709.

[ix] Capusselli, H.O., Schvartz, T.: Tratamiento del desdentado total. Buenos Aires. Mundi. 1987.

[x] Thielemann, K.: Biomechanik der Paradontose, H. Meuser. Leizpig. 1938