

01485

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

4

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**“Evaluación de la fidelidad del Plano Oclusal con respecto al
Plano de Frankfort al montar en articuladores semiajustables”**

TESIS QUE PRESENTA EL ALUMNO

Roberto de Jesús Verdugo Díaz

PARA OPTAR AL GRADO DE

Doctorado en Ciencias Odontológicas

(Oclusión)

TUTOR: Dr. Manuel Plata Orozco

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

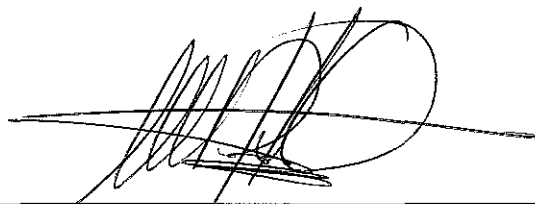
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**“Evaluación de la fidelidad del Plano Oclusal con respecto al
Plano de Frankfort al montar en articuladores semiajustables”**

TESIS DE DOCTORADO APROBADA POR:



Mtro. Alberto Barreras Serrano
Asesor



Dr. Manuel Plata Orozco
Tutor

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA DE CONTENIDO.

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ANTECEDENTES	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	16
HIPÓTESIS	18
OBJETIVOS	19
MATERIALES Y MÉTODO	20
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
RESULTADOS	33
DISCUSIÓN	42
CONCLUSIONES	53
PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN A FUTURO	55
REFERENCIAS	57

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

En este estudio se evaluó radiográficamente la precisión con la que dos sistemas de arco facial y articulador semiajustable, Whip-Mix (Whip-Mix Corp. Louisville, Kentucky) y Denar Mark II (Denar Corp. Anaheim, California), reproducen la posición del maxilar con respecto al plano de referencia horizontal de Frankfort. Se seleccionó una muestra de 28 sujetos adultos jóvenes, con denticiones completas y sanas. En cada sujeto se obtuvieron una cefalografía y dos modelos de la arcada superior, así como el registro con cada uno de los arcos faciales. Los modelos fueron montados en el articulador según correspondía y se procedió a obtener una radiografía lateral de cada uno de ellos. Se realizaron los trazos cefalométricos del plano oclusal y del plano horizontal de Frankfort en cada cefalografía, y en las radiografías de los modelos montados se trazó el plano oclusal y se consideró el brazo superior del articulador como plano horizontal. En cada radiografía de la cabeza y de los modelos se midió el ángulo formado entre el plano horizontal y el plano oclusal. Los datos fueron tabulados y sujetos a una prueba *t* de Student para datos pareados, para determinar si las diferencias entre los ángulos medidos en la cefalografía y en la radiografía de cada articulador eran estadísticamente diferentes de cero. Los resultados mostraron diferencias ($p < .01$) en las medidas angulares de los aparatos con respecto a las registradas por las cefalografías, por lo que se concluye que la transferencia de modelos a los articuladores estudiados, muestra diferencias con respecto al plano de Frankfort, al montar en los sistemas Whip-Mix y Denar estudiados.

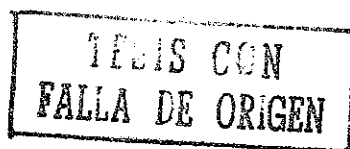
Palabras clave: Plano de Frankfort; Plano Oclusal; Articulador; Arco facial; Cefalografía.



ABSTRACT

The purpose of this study was to determine by radiographic evaluation the accuracy in which two semiadjustable articulators, Whip-Mix (Whip-Mix Corp. Louisville, Kentucky) and Denar Mark II (Denar Corp. Anaheim, California) reproduced maxillary position regarding Frankfort's referential horizontal plane. Twenty-eight young adult subjects with healthy and complete dentition were selected. A cephalogram and casts of the maxillary arch were obtained, as well as the face bow transfers. The casts were mounted on its articulator according to procedures and one lateral radiograph was gotten on each one of them. The cephalometric drawings from the occlusal plane and from the Frankfort horizontal plane were done in each cephalogram and lateral radiograph of mounted casts. Also the occlusal plane was drawn and the upper arm from the articulator was considered as horizontal plane. In each one of the radiographs, the angle formed between the horizontal and the occlusal plane was measured with the help of a cephalometric protractor. Data were tabulated and a *t* Student test for paired data was applied to determine whether the differences between the measured angles in the cephalograms and lateral radiograph from each articulator were statistically different than zero. Significant differences in groups were seen ($p < .01$) in the angular measures of the devices regarding the measures registered by the cephalometries. Therefore it can be concluded that the transferred model to studied articulators showed variations with regard the Frankfort Plane with the studied face bow-articulator systems.

Key words: Frankfort Plane; Occlusal Plane; Articulators; Face Bows; Cephalograms.



ANTECEDENTES

Para muchos de los procedimientos, sean estos de diagnóstico, planeación o tratamiento en la odontología, se requiere del montaje de modelos de las arcadas dentarias del paciente en un articulador. Ash y Ramfjord definen al articulador como: “un dispositivo mecánico que relaciona los modelos de las arcadas dentales del paciente para efectuar procedimientos de diagnóstico y restauración fuera de la boca”.¹ Y según Shillinburg: “los articuladores son instrumentos mecánicos que simulan los movimientos de la mandíbula”.² En la séptima edición del Glosario de términos prostodónticos, publicado por The Academy of Prosthodontics, se define a un articulador de la siguiente manera:

“Un instrumento mecánico que representa las articulaciones temporomandibulares y los maxilares, al cual los modelos maxilar y mandibular pueden ser unidos para simular algunos o todos los movimientos mandibulares...”³

Esta misma fuente clasifica a los articuladores dependiendo de las posiciones y los movimientos mandibulares que reproduzcan, en cuatro clases: I) no ajustables con movimiento vertical; II) no ajustables también con movimiento horizontal, pero sin orientar el movimiento a las articulaciones temporomandibulares; III) semiajustables, que simulan las guías condilares usando equivalentes mecánicos o promedios para algunos movimientos y toman en cuenta las articulaciones para la orientación de los modelos; y IV) totalmente ajustables, que permiten la orientación de los modelos con respecto a las articulaciones temporomandibulares y la reproducción de los movimientos mandibulares.

Con base en esas definiciones, se puede considerar que cuando los modelos de yeso están montados adecuadamente en un articulador, son análogos en su posición en el espacio a las arcadas dentarias del paciente. Y para juzgar si esos modelos están montados de manera correcta, se considera que deben cumplir por lo menos con dos consideraciones técnicas: 1) contar con la misma relación radial que tienen los dientes maxilares con el eje de bisagra intercondilar y 2) contar con la misma relación angular que hay entre el plano oclusal y el cráneo.

El marco de referencia común al articulador y a la cabeza del paciente está dado por el eje de bisagra intercondilar y el plano horizontal. En los articuladores semiajustables, el plano horizontal con respecto al cual se monta el modelo maxilar en el articulador es el plano de Frankfort, o el que se considera su equivalente más cercano, el plano eje-orbitario. En la odontología restauradora, un supuesto fundamental y generalmente aceptado es que esos planos son paralelos a la verdadera referencia horizontal, por lo cual son la base en el diseño de la mayoría de los articuladores utilizados actualmente.

La relación que guardan los dientes con respecto al eje intercondilar y al plano horizontal, se transfiere al articulador por medio de un registro de arco facial. El Glosario de términos prostodónticos define al arco facial como:

“Un instrumento similar a un compás utilizado para registrar la relación espacial de la arcada maxilar con algún o algunos puntos anatómicos de referencia y entonces transferir esa relación a un articulador; esto orienta el modelo dental en la misma relación con el eje de apertura del articulador. Comúnmente las referencias anatómicas son el eje horizontal transversal condilar mandibular y otro punto anterior seleccionado”.³

Generalmente se acepta que la localización y el registro del eje intercondilar pueden ser llevados a cabo de manera precisa o bien de una manera aproximada, según se utilice un arco facial de tipo cinemático o uno de tipo estático respectivamente.

Los articuladores semiajustables por lo general permiten o aceptan el uso de arcos faciales estáticos que localizan el eje intercondilar de manera aproximada. Desde hace años existen en la literatura odontológica controversias sobre la aproximación que se obtiene con este tipo de arcos faciales.^{2, 4-7} La mayoría de los estudios realizados para evaluar la fidelidad de los montajes hechos con arcos faciales estáticos, evalúan la precisión con la que localizan o reproducen el eje intercondilar, pero muy pocos se han enfocado a evaluar otros parámetros que permitan su comparación con respecto a los planos en el espacio.

La mayor parte de los usuarios de articuladores semiajustables utilizan arcos faciales estáticos para registrar, reproducir y transportar al articulador las posiciones y movimientos mandibulares de los pacientes. Existen dos formas principales para ubicar los puntos de referencia posteriores: la primera, señalando previamente sobre la piel del paciente un punto en cada lado de la cara, a unos 13 milímetros por delante del tragus de la oreja, lo que representa el eje de rotación o intercondilar; la segunda, colocando los marcadores posteriores del arco facial dentro de los conductos auditivos externos, por lo que se les ha llamado arcos faciales auriculares o simplemente arcos auriculares.³

La posición en que se colocan los modelos en el articulador tiene que ser similar a la que guardan en el cráneo los dientes y las estructuras anatómicas que representan. Estas posiciones son también registradas y transportadas por el arco facial, para lo cual se

requiere localizar en la cabeza de la persona, por lo menos tres puntos de referencia: dos posteriores, que corresponden a los centros de rotación de los cóndilos, y un tercer punto de referencia anterior, que varía según el arco facial utilizado, entre los que el más comúnmente utilizado es un punto llamado infraorbitario.

Ejemplos de arcos faciales que utilizan dos puntos posteriores localizados sobre la piel del paciente y un punto infraorbitario como relación anterior, son el Denar Student (Denar Corp, Anaheim CA, USA) y el Hanau 132 (Teledyne Hanau, Buffalo NY, USA). Entre los arcos faciales auriculares (con localizadores posteriores dentro de conductos auditivos externos) que utilizan como referencia anterior un punto infraorbitario, se pueden mencionar el Denar Slidematic (Denar Corp, Anaheim CA, USA) y los modelos Hanau 153 y 159-4 (Teledyne Hanau, Buffalo NY, USA). El arco facial Quick-Mount (Whip-Mix Corp, Louisville KY, USA) es de tipo auricular pero utiliza el nasion como tercer punto de referencia anterior, mientras que algunos otros lo ubican arbitrariamente sin puntos en la cara del sujeto, tomando como relación al montar los modelos, una marca localizada en el vástago incisal del articulador, como es el caso de algunos de los arcos Hanau (Teledyne Hanau, Buffalo NY, USA).

Cualesquiera que sean los puntos de referencia que se utilicen, se busca relacionar los modelos articulados con respecto a un plano horizontal determinado, por lo general el plano de Frankfort, debido a que se acepta como el más cercano al plano natural horizontal de la cabeza cuando el sujeto está en posición erecta. El plano de Frankfort es el plano horizontal representado en el perfil por el punto más inferior de la órbita y el punto más alto sobre el borde del meato auditivo, tal y como fue definido y adoptado en

el Decimotercer Congreso General de Antropólogos Alemanes (el “Acuerdo de Frankfort”) en Frankfort, Alemania, en 1882 y finalmente por el Acuerdo Internacional para la Unificación de las Mediciones Craneométricas y Cefalométricas en Múnich en 1906.³ Desde entonces, este plano se ha utilizado como base cuando se desea tener una relación a partir de la posición natural de la cabeza. Se considera que McCollum, en 1939, fue el primero que introdujo el uso del plano de Frankfort en la prostodoncia, cuando desarrolló lo que él llamó el plano de orientación eje-orbitario, que justificó por ser “horizontal, o muy cercano a ello, cuando el cuerpo está erecto”.⁸ Sin embargo, esta consideración ha sido cuestionada en lo que se refiere a su validez universal aplicable en todas las razas,^{9,10} lo mismo en lo que se refiere a si es un plano verdaderamente horizontal.⁸

En la planeación y elaboración de tratamientos rehabilitadores, protésicos y ortodóncicos, es necesario contar con modelos montados en un articulador, de manera que reproduzcan con precisión y fidelidad las relaciones cráneo-mandibulares. Por ello la importancia de que los planos de referencia utilizados sean reales, repetibles y fácilmente localizables. Los articuladores semiajustables y los totalmente ajustables, han sido diseñados considerando que esos planos cumplen con los requisitos mencionados.

Por otro lado, para llevar a cabo esos tratamientos de manera correcta, es necesario y de gran importancia reconstruir, acomodar o incluso crear un plano oclusal apropiado; es decir, conformar una relación de las superficies oclusales de los dientes, con ciertas características de inclinaciones y curvaturas con respecto a los planos de

orientación, de manera que armonicen con los demás elementos del sistema masticatorio y los factores de la oclusión para mantener la salud del paciente.

Se han realizado diversos estudios para tratar de determinar la correcta ubicación del plano oclusal por medio de diversas técnicas, algunos de ellos sustentados en aproximaciones radiográficas,¹¹⁻¹³ mientras otros, además, han desarrollado cálculos matemáticos sustentados en las relaciones existentes entre los diferentes planos cefalométricos.¹⁴⁻¹⁸ Sin embargo, las técnicas más antiguas y más comúnmente utilizadas para establecer el plano oclusal en las dentaduras totales, buscan que este plano sea paralelo al plano de Camper o plano prostodóntico (del ala de la nariz al tragus de la oreja). Aun cuando existen controversias sobre la confiabilidad y veracidad de estas técnicas, se han estudiado ampliamente haciendo comparaciones por medio de radiografías laterales (cefalografías).¹⁹⁻²³

Existe controversia también acerca de lo verdaderamente horizontal del plano de Frankfort y sobre si el plano oclusal que se obtiene en los modelos montados en un articulador, guarda la orientación o inclinación exacta con respecto al verdadero plano de Frankfort horizontal.^{11,23-27} Además, se han observado errores o variaciones en los montajes de modelos al usar arcos faciales estáticos, debido a diferentes causas, ya sean éstas atribuibles a los instrumentos (tanto los arcos faciales como los articuladores), como a fallas humanas del dentista, el asistente o el laboratorista dental, e inclusive a las diferencias anatómicas propias de cada individuo.^{6,7,28-31}

Por otra parte, el diseño de los arcos faciales y de los articuladores ajustables está basado en la fisiología mandibular y en el establecimiento de las relaciones cráneo-

mandibulares -entre las que se encuentran de manera primordial el eje intercondilar y el plano horizontal- con el importante propósito de reproducirlos en el articulador, de manera tal que el modelo superior se ubique con la misma orientación que se encuentra en la cabeza del paciente. Estas relaciones se consideran de gran importancia y de gran ayuda para ubicar y reconstruir los dientes de una manera estética y funcionalmente adecuada.

Varios de los estudios mencionados se han orientado a demostrar o cuestionar y desaprobar la precisión en la localización y la fidelidad de la reproducción del eje de bisagra intercondilar, pero muy pocos se han enfocado a investigar sobre la fidelidad de la reproducción del plano de referencia horizontal en el montaje.

En un estudio publicado en 1984 por Bailey y Nowlin²⁴ se evaluaron dos puntos de referencia anteriores: el punto infraorbitario y una marca en el pin incisal al montar modelos en un articulador semiajustable Hanau 130-28. Esos autores obtuvieron la relación del ángulo formado entre el plano de Frankfort y el plano oclusal medido sobre trazos cefalométricos en radiografías de diez sujetos, y compararon ese ángulo en los modelos montados usando dos formas para determinar el tercer punto anterior: una, por el señalador orbitario del arco facial; y otra, a través de la muesca en el vástago incisal del articulador. Los resultados de este trabajo indicaron la existencia de diferencias significativas entre la angulación obtenida en las cefalometrías y la de los modelos montados con ambos métodos, con diferencias promedio de 4.5° al usar la muesca incisal y de 7° con el punto infraorbitario.

Otros estudios han investigado la precisión de los montajes en articuladores tomando en cuenta el plano horizontal de relación, al evaluar la ubicación y la forma de determinar el tercer punto de referencia anterior,^{32,33} o bien estableciendo relaciones con algún tratamiento en especial, ya sea quirúrgico^{26,34} o prostodóncico.^{25,28,35-37}

Pitchford,²⁵ encontró errores sustanciales en lo que se refiere a la posición del plano oclusal y de los bordes incisales superiores, al montar modelos en un articulador semiajustable Hanau 158-H2 y al utilizar el punto infraorbitario como tercer punto de referencia y concluyó también que ni el plano de Frankfort, ni el plano eje-orbitario son paralelos a la referencia horizontal, ya que el primero se localizó a 8° y el segundo a 13° en promedio con respecto a la horizontal, lo que cuestiona inclusive las definiciones del Glosario de términos prostodónticos en este sentido. Entre sus recomendaciones está considerar estas variaciones y compensarlas al montar los modelos maxilares en articuladores semiajustables al llevar a cabo procedimientos restauradores estéticos.

Ellis, Tharanon y Gambrell²⁶ encontraron lo que ellos consideran una “diferencia altamente significativa”, de 6.8° en promedio, al comparar el ángulo formado entre el plano oclusal y el plano de Frankfort medido en cefalografías de 25 pacientes que serían sometidos a cirugía ortognática, con el ángulo medido entre el plano oclusal del modelo maxilar y el miembro superior del articulador utilizado por ellos en este estudio, que fue el Hanau modelo H2.

En un estudio con el objetivo de comparar la exactitud en la reproducción de los montajes de modelos con aplicaciones en cirugía ortognática, y utilizando dos sistemas de arcos faciales (Denar Slidematic y Dentatus AEB) por dos operadores, Bamber y col.³⁶

reportan que encontraron una pobre reproducción en general. Reportan que obtuvieron una mejor reproducción con el Denar Slidematic ($p < 0.001$) que con el Dentatus AEB. La evaluación se hizo midiendo la posición y orientación en las tres dimensiones del espacio del modelo maxilar una vez montado. Reportan también que los errores fueron mayores en sentido anteroposterior que lateral.

Por su parte, O'Malley y Milosevic,³⁷ evaluaron la inclinación del plano oclusal al montar modelos en tres sistemas de arco facial y articulador semiajustable (Dentatus ARL, Denar Mark II y Whip-Mix Quickmount 8800), sobre 20 pacientes clases II y III de Angle que estaban recibiendo tratamiento ortodóncico prequirúrgico. Lo hicieron midiendo el ángulo formado entre el brazo superior del articulador y la horquilla oclusal del arco facial, para compararlo con el que obtuvieron entre el plano oclusal y el plano de Frankfort en cefalografías laterales. En sus resultados informan que con los tres articuladores se encontraron diferencias significativas, que producen un plano oclusal menos inclinado al compararlo con el encontrado en las cefalografías. Reportan que el articulador Whip-Mix fue el que más se acercó a las medidas promedio, al hacer el plano menos inclinado por 1.9° ($p < 0.05$), mientras que el Denar y el Dentatus presentaron diferencias significativas, con medidas más horizontales por 5.2° y 6.5° respectivamente

Gateno, Forrest y Camp,³⁸ compararon la reproducción de la inclinación del plano oclusal en modelos montados en el articulador SAM2, utilizando para ello tres diferentes arcos faciales (SAM Anatómico, Erickson Quirúrgico y uno desarrollado por Gateno) y midiendo la distancia entre el plano de Frankfort y la horquilla oclusal de los arcos en radiografías laterales de cráneo, y después trasladaron esa medidas para montar los

modelos en el articulador. Reportan que obtuvieron diferencias significativas mayores que las de las radiografías al montar con los arcos SAM Anatómico y Erickson Quirúrgico (7.8° y 4.4° respectivamente), mientras que con la técnica desarrollada por ellos obtuvieron que la inclinación promedio fue mayor por sólo 0.9° , que reportan como no significativa.

Por consideraciones como las anteriores, Ercoli, Graser, Tallens y Galindo,³⁹ sostienen que al no ser paralelos al verdadero plano horizontal ni el plano de Frankfort ni el plano eje-orbitario, y tampoco serlo entre sí, no se requieren como planos de referencia para montar correctamente los modelos en los articuladores, por lo menos tal y como se realiza en la actualidad. Describen entonces una técnica para montar los modelos sin tomar en cuenta el tercer punto de referencia anterior en los arcos faciales y, en lugar de ello, utilizan un registro oclusal protrusivo con los dientes incisivos borde a borde, para así registrar la inclinación de las guías condilares y transportarlas entonces al articulador, con el fin de hacer coincidir esta inclinación con el plano oclusal del modelo maxilar, con lo que, según sostienen, se logrará relacionar funcionalmente el plano oclusal con los determinantes de la oclusión de cada paciente

Todo lo anterior lleva a cuestionar si los procedimientos que habitualmente se realizan, sobre todo aquellos que involucran la utilización de los arcos faciales y los articuladores o las radiografías, tienen cualidades de precisión y exactitud en la reproducción de las formas, posiciones y relaciones funcionales de las arcadas dentarias y de los elementos del sistema masticatorio.

También se puede plantear si los articuladores semiajustables y por lo tanto, los procedimientos que se llevan a cabo al utilizarlos y el diseño sobre el que se sustentan, tienen o brindan la suficiente exactitud para la planeación y la ejecución de tratamientos rehabilitadores, ortodónticos, quirúrgicos o de cualquier otra índole en la odontología moderna.

En el presente estudio, con el apoyo de radiografías laterales, se evaluó la precisión con la que funcionan dos de los sistemas de articulador semiajustable y arco facial más utilizados actualmente (el Whip-Mix con el arco facial Quick Mount y el Denar Mark II con el arco facial Slidematic),⁴⁰ al reproducir la posición del modelo superior montado en cada uno de los articuladores, cuando se compara con la posición de los dientes de la arcada maxilar del paciente, tomando como referencia horizontal el plano de Frankfort.

YESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El conocimiento y uso adecuados de los articuladores semiajustables para el diagnóstico, el plan de tratamiento y la realización de procedimientos odontológicos, sobre todo protésicos y restauradores, son de gran importancia para devolver la función y la estética al paciente. La mayoría de los sistemas de articuladores utilizados actualmente han sido diseñados de manera que suponen que al montar correctamente el modelo maxilar, resulta en la misma posición en la que se encuentra la arcada dentaria superior en relación con la cabeza del sujeto cuando se encuentra en la posición erecta natural. Para ello se han basado en la suposición de que el plano de Frankfort y el plano eje-orbitario generalmente son paralelos al plano horizontal verdadero cuando la cabeza se encuentra en esa posición.

Sin embargo, con frecuencia en la práctica se presentan situaciones en las que los modelos no responden a las expectativas planteadas, y que se observan sobre todo cuando se colocan las restauraciones en boca y estas no cumplen satisfactoriamente con los requisitos funcionales de oclusión y de estética. Frecuentemente se observa, por ejemplo, que al querer unir el modelo maxilar al miembro superior del articulador, se encuentra en una posición muy baja, lo que impide el montaje del modelo mandibular; o bien, tiene una inclinación tan pronunciada que hace casi imposible el ajuste de las guías condilares del articulador.

Los registros con los arcos faciales más comúnmente empleados para transportar las relaciones de modelos dentales a articuladores semiajustables, no tienen la precisión que deberían tener al utilizarlos, principalmente en lo que respecta a la relación que guarda el plano oclusal con respecto al plano horizontal de Frankfort

Cualquier cambio en la reproducción de la posición de los modelos aumentará el riesgo de fallas en los tratamientos rehabilitadores, y ocasionará por ejemplo, cambios de las guías condilares y por lo tanto alteraciones en los factores de la oclusión como son la altura y la inclinación de las cúspides de los dientes posteriores. Lo anterior tiene sin duda una importante repercusión en los conceptos de oclusión y estética aplicados a la rehabilitación protésica, a la ortodoncia y a la cirugía ortognática.

Es también importante destacar que las consecuencias perjudiciales que pueden ocasionar los errores a nivel oclusal sobre los elementos del sistema masticatorio, no siempre pueden ser detectadas de manera temprana, como sería lo deseable para evitar que se diagnostiquen sólo hasta que el paciente presente signos y síntomas de que el proceso fisopatológico se encuentra avanzado, lo cual puede ser varios meses y hasta años después de haber sido hecho el tratamiento odontológico.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Es importante encontrar las razones por las que los articuladores de tipo semiajustable (los más comúnmente utilizados en la actualidad) presentan fallas en los montajes de modelos, al intentar reproducir las posiciones y movimientos mandibulares de un paciente. Igualmente importante es que se puedan proponer alternativas de control de esos errores, con el consecuente beneficio para la práctica odontológica y la salud de los pacientes.

Los cirujanos dentistas requieren conocer los alcances y limitaciones que presentan los instrumentos y aparatos que utilizan como valiosos auxiliares en diversos tratamientos preventivos y rehabilitadores, de tal manera que puedan prever y contribuir a disminuir los márgenes de error que siempre están presentes en todo tratamiento odontológico. Por otra parte, es importante avanzar en el conocimiento de la fisiología del sistema masticatorio para mejorar la precisión con la que los aparatos la reproducen mecánicamente, con el consecuente beneficio para el trabajo del odontólogo, su equipo auxiliar y desde luego del paciente.

Tomando en consideración que existen muy pocas publicaciones que reporten análisis semejantes, además de que la poca información se ha obtenido a partir de trabajos con otros articuladores y con técnicas de medición diferentes, la mayoría de los cuales no son recientes; y que hasta este momento sólo se encuentran publicados un par de ellos, donde se evalúan las relaciones entre los planos mencionados al montar modelos en los articuladores semiajustables, y sólo se conoce uno donde se evalúan juntos los

sistemas de arco facial y articulador Whip-Mix y Denar Mark II, es que se decidió diseñar un estudio que permitiera evaluar cómo es la reproducibilidad de los montajes de modelos en ellos, a través de comparar la localización de los planos en radiografías laterales de cráneo y en los articuladores mencionados.

Con estas preocupaciones se ha llevado a cabo el presente estudio, con el objetivo de evaluar, con una técnica original, la fidelidad y precisión de los registros obtenidos con los arcos faciales Quick Mount y Slidematic, y sus correspondientes transporte y montaje en los articuladores semiajustables Whip-Mix y Denar Mark II respectivamente, que son de los sistemas de arco facial y articulador más frecuentemente empleados tanto en la enseñanza como en la práctica de la clínica odontológica actuales y en la mayor parte de nuestro país y en muchos otros

Se consideró que si los planos de Frankfort y oclusal se obtienen por trazados cefalométricos sobre radiografías laterales de cráneo, también podrían trazarse en las radiografías laterales de los modelos montados en articuladores. Y que después, como consecuencia, podría compararse su dirección o ubicación en el espacio y por lo tanto la angulación que se forma entre ellos, tanto en la radiografía del cráneo, como en la de los articuladores.

HIPÓTESIS

La hipótesis que se propuso en este estudio fue que: Existen diferencias significativas entre la posición que guardan los dientes de la arcada maxilar y la posición que presentan los modelos de yeso de esa arcada montados en articuladores semiajustables, cuando se compara su posición considerando el plano oclusal con respecto al plano horizontal de Frankfort en sujetos con dentición completa.

Para probar esa hipótesis, se plantean las siguientes hipótesis de prueba estadística:

Hipótesis nula (H₀):

La diferencia entre las medidas del ángulo formado por el plano oclusal y el plano de Frankfort, cuando se mide en la cefalografía de un paciente y en las radiografías de los modelos montados en los articuladores, es igual a cero. Es decir, no existe una diferencia significativa.

Hipótesis alternativa (H_a):

La diferencia entre las medidas del ángulo formado por el plano oclusal y el plano de Frankfort, cuando se mide en la cefalografía de un paciente y en las radiografías de los modelos montados en los articuladores, es mayor que cero. Por lo tanto, existen diferencias significativas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la precisión al reproducir la posición de los modelos de las arcadas maxilares al montarlos en dos articuladores semiajustables, cuando se compara con la posición en la que se encuentran en la cabeza del paciente las arcadas dentarias a las que representan.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Evaluar con respecto a la referencia horizontal (plano de Frankfort), si los modelos montados en un articulador Whip-Mix por medio de un arco facial Quick-Mount, reproducen correctamente la posición en la que se encuentran las arcadas dentarias maxilares a las que representan, al medir la inclinación del plano oclusal.
- 2) Evaluar con respecto a la referencia horizontal (plano de Frankfort), si los modelos montados en un articulador Denar Mark II por medio de un arco facial Slidematic, reproducen correctamente la posición en la que encuentran las arcadas dentarias maxilares a las que representan, al medir la inclinación del plano oclusal.
- 3) Inferir si los articuladores semiajustables de mayor uso actualmente, reproducen correctamente las posiciones y movimientos mandibulares.

MATERIALES Y MÉTODO

Se analizaron las relaciones de los planos de Frankfort y oclusal en 28 sujetos adultos jóvenes de ambos sexos, seleccionados al azar de entre los alumnos de la Facultad de Odontología de Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California y que de manera voluntaria aceptaron participar en el estudio. Las edades oscilaron entre los 19 y los 25 años.

Después de explicarles el objetivo del estudio y los procedimientos a que deberían someterse, se obtuvo su anuencia para participar y se procedió a realizarles un examen clínico del sistema masticatorio. A partir de éste se seleccionaron los que cumplían con las siguientes características: dentición completa (pudiendo exceptuarse terceros molares), relaciones oclusales funcional y estéticamente aceptables; y ausencia de síntomas de disfunción temporomandibular.

El examen clínico consistió en la elaboración de una historia clínica, con interrogatorio y el reconocimiento por observación e inspección del sistema masticatorio, además de la aplicación del índice de Helkimo, con base en el cual fueron aceptados como sujetos de estudio aquellos pacientes clase I; es decir, sin signos ni síntomas de disfunción temporomandibular o síndrome doloroso miofacial, por lo que el sujeto debió tener movimientos mandibulares normales en extensión y dirección, sin dolor o molestias en músculos o articulaciones temporomandibulares (ATMs), sin sonidos o ruidos en ATMs, sin dolor a la palpación muscular o articular, y sin interferencias oclusales severas.

A cada sujeto se le tomaron dos impresiones con portaimpresiones comerciales tipo rim-lock de la arcada superior e hidrocoloide irreversible (alginato) como material de impresión (Jeltrate Plus, Type II, L.D. Caulk, Milford, D.E.), y se procedió a vaciar inmediatamente para obtener dos modelos en yeso piedra de alta resistencia tipo IV (Silky Rock, Whip-Mix, Louisville, KY), retirando el modelo del hidrocoloide después de 45 minutos.

A cada uno de los sujetos seleccionados se le practicaron los registros de arcos faciales siguiendo las indicaciones que los fabricantes señalan en los manuales de cada uno de los sistemas de arco facial y articulador, a saber: Quick-Mount (Whip-Mix Corp. Louisville, Kentucky)⁴¹ y Slidematic (Denar Corp. Anaheim, California).^{42,43} En ambos casos se utilizó como material para la impresión de las caras oclusales sobre la horquilla de registro oclusal, cera rosa base dura (Kerr), donde se impresionaron las elevaciones de las superficies oclusales de los dientes maxilares

Los dos arcos faciales utilizados en este estudio son estáticos de tipo auricular; es decir, que utilizan como puntos de referencia posteriores los conductos auditivos externos, colocando dentro de ellos piezas de plástico que se encuentran en los extremos de las ramas laterales del arco (olivas), con lo que se hace una localización aproximada del eje de bisagra intercondilar, el cual se encuentra por delante de los conductos auditivos externos.

El arco facial Quick Mount (Whip-Mix), utiliza como tercer punto de referencia en la parte anterior el nasion, colocando una pieza convexa de plástico duro en contacto con la concavidad por arriba del puente de la nariz entre las cejas.⁴⁴⁻⁴⁶ Al llevar a cabo el

procedimiento completo de colocación del arco, se supone que las ramas laterales del mismo quedan alineadas con el plano de Frankfort o con el plano eje-orbitario.

El arco facial Denar Slidematic utiliza como punto de referencia anterior un punto marcado en la pared lateral derecha de la nariz del paciente, localizado o medido a 43 mm del borde incisal del incisivo central o lateral derecho. Al colocar el arco facial, se hace girar hasta que el extremo de un señalador metálico adherido a la rama lateral derecha del arco, toca el punto antes marcado. De esa manera, las ramas laterales quedan alineadas al plano de Frankfort. Al momento de colocarlos en la cabeza del paciente, ambos arcos faciales permiten también obtener una medida de la distancia intercondilar, que debe ser trasladada o reproducida en el articulador ajustando los elementos y las guías condilares del mismo.⁴⁴

Una vez obtenidos los registros con ambos arcos, los modelos de yeso piedra de la arcada superior fueron montados en sus correspondientes articuladores semiajustables, siguiendo las instrucciones señaladas por los fabricantes para unir cada modelo a una platina de montaje. Se colocó el arco facial en su lugar indicado y descansando sobre el aditamento de soporte de la horquilla oclusal, para evitar que se desplazara hacia abajo por el peso del modelo y del yeso de montaje. Posteriormente, con el objeto de reducir los márgenes de error que pudieran presentarse por la expansión durante el fraguado, se utilizó para el montaje, en un primer tiempo, una pequeña cantidad de yeso para modelos (Snow white, Kerr Mfg), sólo la necesaria para unir el modelo a la platina de montaje, ejerciendo presión sobre el miembro superior del articulador mientras fraguaba inicialmente el yeso. Una vez fraguado el yeso y cuando ya se mantenía la posición del

modelo con respecto a la platina, se agregó la cantidad necesaria para asegurar la resistencia de la unión del modelo a la platina.

Asimismo, a cada sujeto se le tomó una radiografía lateral de cráneo (cefalografía) con los dientes en máxima intercuspidad u oclusión céntrica, sobre la cual se realizaron los trazos cefalométricos de los planos oclusal y de Frankfort, para posteriormente medir el ángulo formado entre ellos. Para el procedimiento de obtención de la cefalografía se contó con la asesoría y ayuda de personal capacitado en radiología extraoral y se respetaron las instrucciones, estandarizándolas para todos los casos en la colocación del paciente para la correcta obtención de la distancia y la orientación de su cabeza con respecto a la fuente de rayos X del aparato (150 cm) y del chasis con la película radiográfica (20 cm), de manera que el plano de Frankfort quedara paralelo con la verdadera horizontal y se minimizaran con ello las distorsiones de imagen en la radiografía^{47,48}

Para llevar a cabo ese procedimiento se utilizaron películas Kodak Ortho L 8X10 ultraspeed (Eastman Kodak, Rochester, NY), montadas en un chasis Siemens 8X10 con pantallas Kodak Lanex regular screens. Se utilizó en todos los casos un aparato de rayos X para cefalografías marca Siemens, modelo Orthoceph 10 (Siemens medical Systems, Dental X-ray Div, Charlotte, NC). De igual manera se estandarizaron para todos los casos, los ajustes del aparato con las siguientes características: 75 KV y 10 MA para la generación de rayos X, y con un tiempo de exposición de entre 0.8 y 1.0 segundos, según las recomendaciones contenidas en el manual de operación del aparato, dependiendo del tamaño de la cabeza por radiografiar.

Posteriormente se obtuvieron radiografías laterales de ambos articuladores con los modelos maxilares montados. Para ello se utilizó un cubo de madera como base para colocar en ella el articulador, simulando la posición de la cabeza del paciente tal como se había radiografiado antes. Al colocar los articuladores en el cubo, con la ayuda de un nivel, se tuvo la preocupación de lograr que el miembro superior del articulador estuviera paralelo a la horizontal. Además, se colocaron los posicionadores auriculares del cefalostato sobre las cajas de las guías condilares, donde se posiciona el arco facial auricular durante el montaje. Se repitieron también las mismas relaciones de distancia con las que se obtuvieron las radiografías de la cabeza del sujeto, tanto con respecto a la fuente de rayos X como al chasis con la película, utilizando los mismos materiales y tiempos de exposición que se anotaron anteriormente para las radiografías laterales de cráneo.

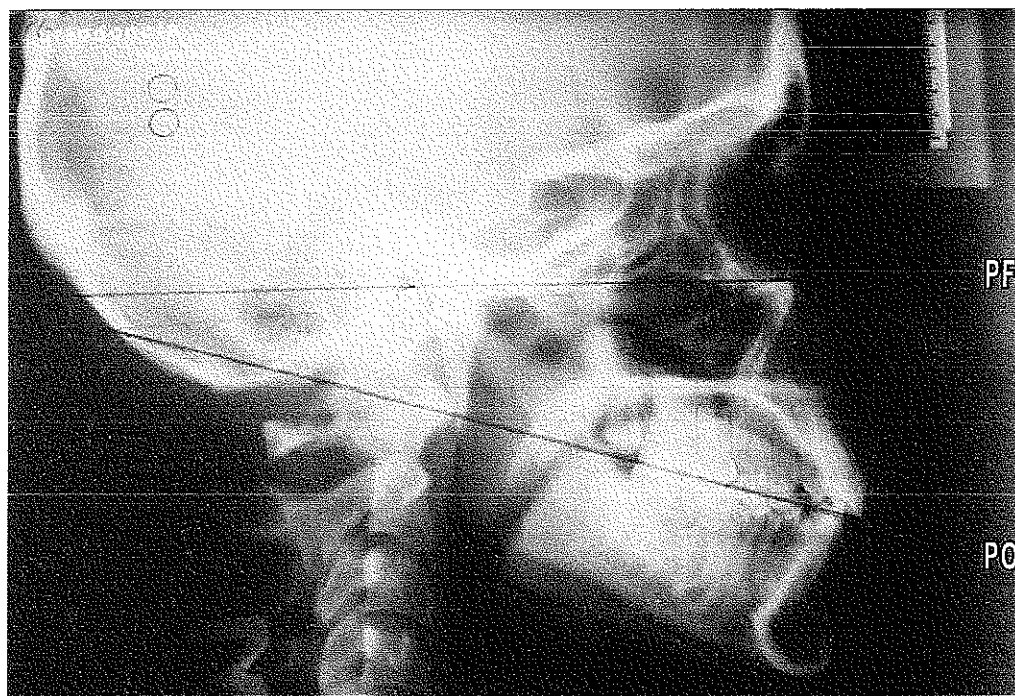
Para hacer más visibles en las radiografías de los articuladores los puntos de referencia para trazar el plano oclusal, en cada modelo se pintaron con una solución acuosa de sulfato de bario como medio de contraste, el borde incisal del incisivo central superior izquierdo y la punta de la cúspide mesiovestibular de los primeros molares superiores izquierdos. Las radiografías así obtenidas fueron reveladas con la ayuda de un revelador automático (AP 200 Processor, Allied), con soluciones reveladoras premezcladas.

Sobre las radiografías, tanto de la cabeza del paciente como de los modelos montados en los articuladores, utilizando hojas especiales para trazados cefalométricos de acetato mate (Ortho/trace, RMO, inc.) y con la ayuda de los aditamentos para trazos

cefalométricos, Cephalometric tracing kit diseñado por A.I. Baum y fabricado por la casa Unitek Corp., se realizaron los trazos del plano horizontal de Frankfort y del plano oclusal en cada una de las radiografías (ver figuras 1, 2 y 3).

Para el trazado sobre las radiografías craneales de los planos mencionados, se consideraron los puntos de referencia señalados en el Glosario de términos prostodónticos.³ Por lo tanto, el plano de Frankfort se estableció trazando una línea del punto más alto del meato auditivo externo (porion) al punto más bajo de la órbita (orbitale), mientras que el plano oclusal se trazó uniendo con una línea el punto más bajo de la cúspide mesiovestibular del primer molar y el punto más bajo del borde incisal de los incisivos superiores.

FIGURA 1. Cefalografía de uno de los sujetos de estudio con los trazos cefalométricos del plano horizontal de Frankfort (PF) y el plano oclusal (PO).



PLANO CEN
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 2. Radiografía del modelo maxilar de uno de los sujetos de estudio, montado en el articulador Whip-Mix, con los trazos que corresponden al plano horizontal del articulador (PH) y el plano oclusal del modelo (POM).

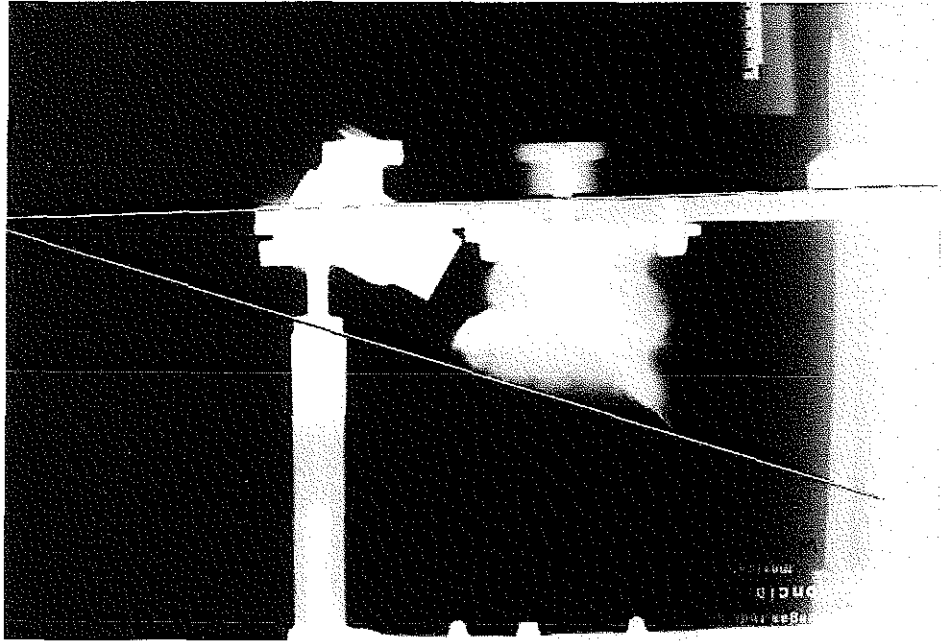
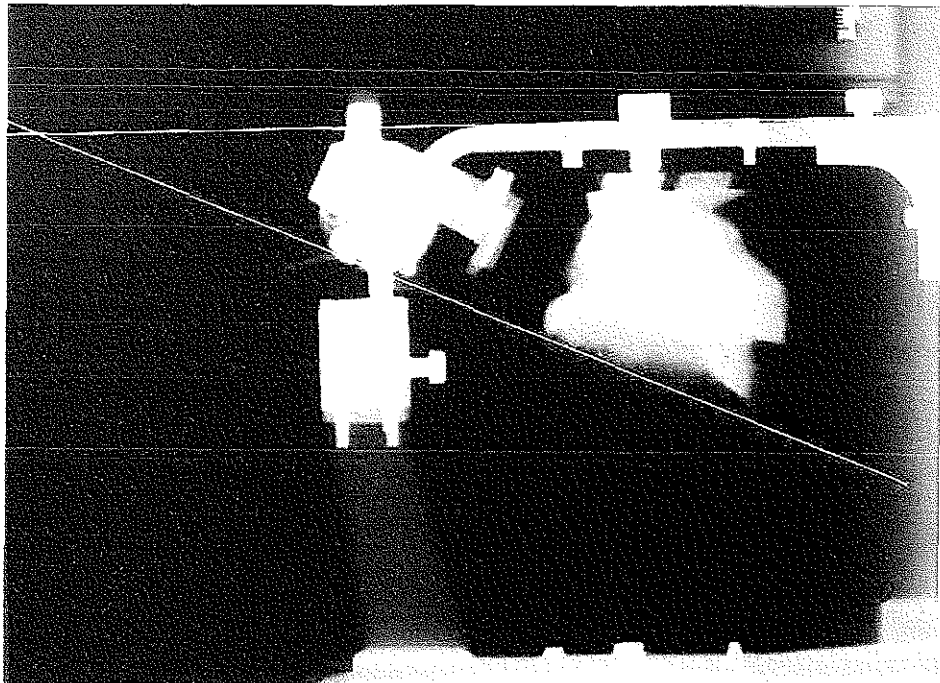


FIGURA 3. Radiografía del modelo maxilar de uno de los sujetos de estudio, montado en el articulador Denar Mark II, con los trazos que corresponden al plano horizontal del articulador (PH) y el plano oclusal del modelo (POM).



Para el trazado de los planos en las radiografías de los articuladores, se decidió trazar el plano horizontal sobre el borde superior del brazo superior del articulador y el plano oclusal, uniendo mediante una línea el punto más bajo de la cúspide mesiovestibular del primer molar izquierdo con el punto más bajo del borde incisal del incisivo central izquierdo (puntos donde se pintó con el medio de contraste antes mencionado). Se utilizó el Cephalometric Protractor (Cephalometric Tracing Kit, Unitek Corp.), instrumento formado por una regla plástica transparente montada sobre una lámina también de plástico transparente donde se encuentra pintado un transportador graduado, de tal manera que al colocarlo sobre el acetato con los trazos cefalométricos descritos, permite medir el ángulo que se forma entre las líneas que representan al plano de Frankfort y al plano oclusal (ver figura 4).

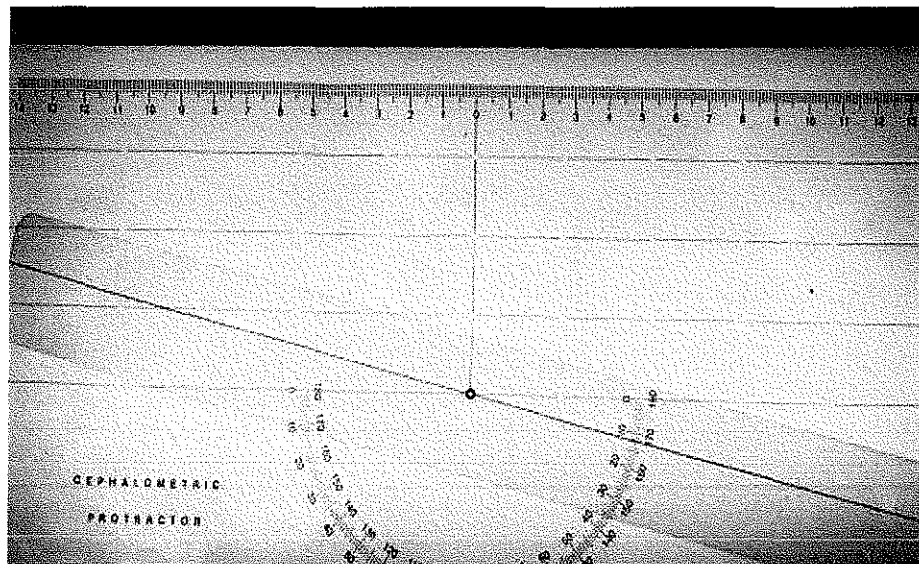


FIGURA 4. Fotografía del Cephalometric Protractor, instrumento utilizado para medir en las radiografías el ángulo formado entre el plano horizontal y el plano oclusal.

TEXIS CON
FALLA DE ORIGEN

De esa manera se procedió a medir y registrar el ángulo formado entre el plano horizontal de Frankfort y el plano oclusal, tanto en la cefalografía de la cabeza de cada sujeto, como en la radiografía de cada uno de los modelos montados en los dos articuladores. Con el fin de ajustar la técnica de registro y en consecuencia validarla, se repitieron las mediciones por otro odontólogo entrenado, con las mismas consideraciones expuestas anteriormente. Posteriormente se procedió a llevar a cabo el análisis estadístico de los datos obtenidos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez que los dos operadores realizaron las mediciones descritas, se procedió a determinar la repetibilidad entre ambas. Para ello, la hipótesis de prueba fue que las diferencias entre ambas mediciones eran nulas, con lo que se determinaría que ambas medidas son iguales. Para probar esta hipótesis se utilizó el estadístico t para dos poblaciones independientes, empleando el procedimiento TTEST del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System versión 6.12 para Windows).⁴⁹

Para determinar si las diferencias entre los ángulos medidos en la cefalografía y en cada articulador eran estadísticamente diferentes a cero, se utilizó la prueba estadística t para datos en pares (Steel, Torrie y Dickey, 1997)⁵⁰

Con la información de los valores de los ángulos (tabla 1), se procedió a confirmar si la muestra provenía de una población con distribución normal, para lo cual se utilizó la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett (Steel, Torrie y Dickey, 1997⁴²), por considerar que esta prueba es más sensible para detectar la normalidad que el estadístico F en el análisis de varianza. Adicionalmente se obtuvieron los estadísticos descriptivos siguientes: promedios generales (media), desviación estándar, valor máximo, valor mínimo y error estándar, empleando el procedimiento “means” del paquete estadístico SAS.

TABLA 1. Medidas en grados del ángulo formado por el plano de Frankfort y el plano oclusal, en la cefalografía del cráneo, en la radiografía del modelo maxilar montado en el articulador Whip-Mix y en la radiografía del modelo maxilar montado en el articulador Denar Mark II

OBSERVACIONES	CEFALOGRAFÍA	WHIP-MIX	DENAR MARK II
1	13.5	7	15
2	12	13.5	20
3	11.75	10.75	10
4	6.75	11.25	12
5	12	13.75	11
6	15	18.75	17.75
7	11.25	12.25	12.75
8	7.25	9.5	6
9	13.75	8.75	11.25
10	19	11.25	11
11	13.5	9.5	11.25
12	13.75	6	12.5
13	16	19	23.75
14	11.5	10	12
15	12.5	12.5	9.75
16	13	14.5	13
17	18	21.25	22.25
18	15.5	10.25	12.5
19	16.5	12.75	14.75
20	19	17.25	15.5
21	10.5	7.75	12.25
22	11.75	11	12.25
23	8.75	8.75	8.25
24	8.5	14	16
25	13.5	9.75	13
26	6.25	13	12
27	21.25	21.5	23.25
28	21.75	24	20.75

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para la prueba estadística de este estudio, la hipótesis nula fue que el promedio de la diferencia que existe entre las medidas angulares de la primera y la segunda observaciones dentro de un par ($\Pi_D = \Pi_1 - \Pi_2$) era igual a cero. La hipótesis alternativa sería, entonces, que esa diferencia es mayor que cero.

La primera observación se refiere a la medida angular obtenida en la cefalografía, mientras que la segunda observación se refiere al registro generado a partir de la radiografía del modelo maxilar montado en el articulador Whip-Mix o en el Denar Mark II según sea el caso.

El estadístico de prueba para datos pareados utilizado fue:

$$t_c = \frac{\bar{x}_D - \mu_D}{S_{\bar{x}_D}} \sim t_{\Delta, (n-1) gl}$$

Donde:

t_c = Estadístico de prueba.

\bar{x}_D = Media estimada de la diferencia por pares.

μ_D = Media paramétrica para la diferencia por pares.

$S_{\bar{x}_D}$ = Desviación estándar del estimador = S_D / \sqrt{n} .

Una estimación puntual, aun cuando representa el verdadero valor del parámetro (propiedad de insesgamiento, $E(\bar{x}) = \Pi$), puede estar cerca del valor verdadero, pero prácticamente nunca lo igualará en realidad. Para resolver lo anterior, es común construir un intervalo de posibles valores para el parámetro que se estima; es decir, sustituir la estimación puntual por una estimación por intervalo o intervalo de confianza. Por lo general el nivel de confianza que se usa en los estudios de este tipo es del 95 o 99%.

La decisión para el parámetro Π_b en el presente estudio, fue construir un intervalo de confianza al 95%, con lo que la ecuación quedó como se escribe a continuación:

$$P(\text{Límite Inferior} \leq \Pi_b \leq \text{Límite Superior}) = .95$$

$$\left(\bar{x}_D - t_{\alpha/2, (n-1)gl} S_D / \sqrt{n}, \bar{x}_D + t_{\alpha/2, (n-1)gl} S_D / \sqrt{n} \right)$$

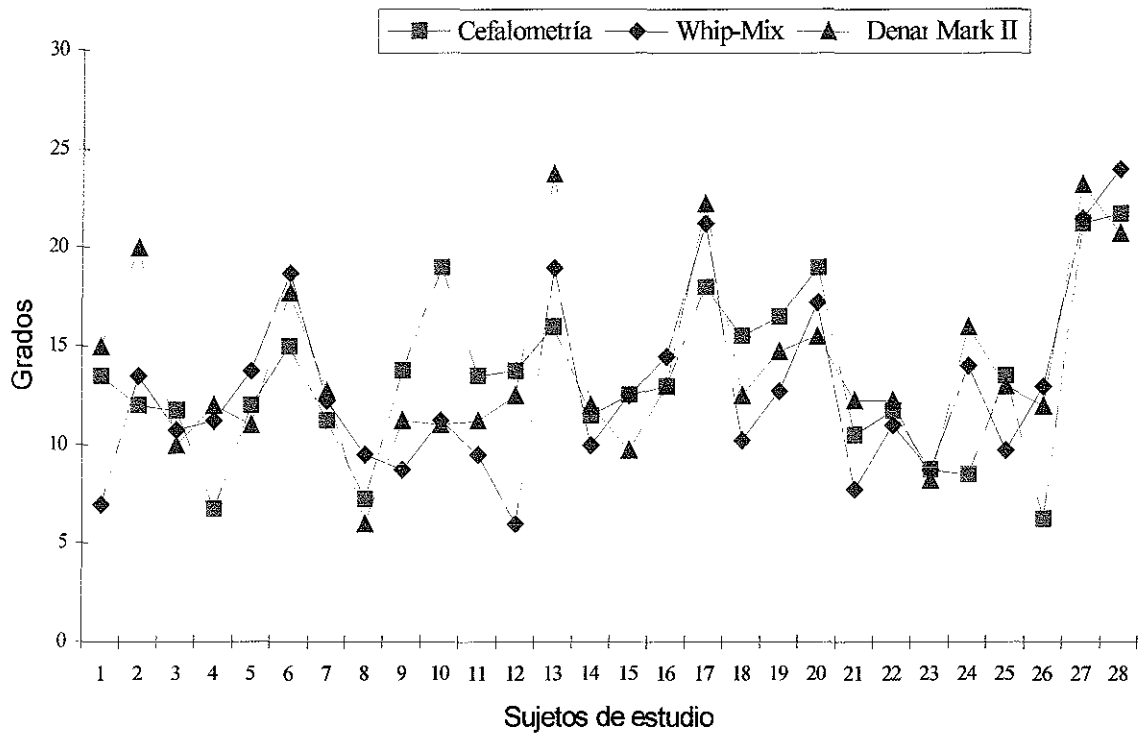
RESULTADOS

Los valores obtenidos al medir el ángulo formado entre el plano de Frankfort y el plano oclusal en la cefalografía de cada sujeto de estudio y en las radiografías de los modelos montados en cada uno de los articuladores (Whip-Mix y Denar Mark II), se mostraron en la tabla 1. Estos valores resultaron del promedio de los registros de cada operador, al no existir diferencias importantes ($p > 05$) entre ambas mediciones promedio.

En la gráfica 1 se muestra la dispersión de los datos obtenidos para cada caso en las cefalografías y en las radiografías de ambos articuladores. Se observa que no existe un patrón definido en el comportamiento de los resultados obtenidos, y se encuentran en varios de los casos, diferencias muy amplias entre la medida obtenida en un articulador y en otro en un mismo sujeto, que llegan incluso en 7 casos a medir con mayor angulación en un articulador y con menor en el otro. Se puede observar que con respecto a la angulación medida en la cefalografía, en 9 casos ambos articuladores midieron con una angulación mayor, y que en otros nueve lo hicieron con una angulación menor.

Con la finalidad de conocer si la muestra de datos obtenidos al medir los ángulos provenía de una población con distribución normal, se sometieron a la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett (Steel, Torrie y Dickey, 1997). Los resultados no mostraron diferencias significativas ($p > 05$), por lo que se concluye que la muestra de datos proviene de una población con distribución normal

Los estadísticos descriptivos para los datos del estudio se presentan en la tabla 2



GRÁFICA 1. Dispersión en grados del ángulo formado por el plano de Frankfort y el plano oclusal, medido en las cefalografías y las radiografías de los modelos de cada uno de los articuladores.

TABLA 2. Medidas descriptivas de tendencia central y de dispersión para los valores angulares formados entre el plano de Frankfort y el plano oclusal en la cefalografía y en la radiografía de cada articulador.

	n	Media	D.E.	Valor mínimo	Valor máximo	E.E.
Cefalografía	28	13.3482	4.0577	6.25	21.75	0.7668
Whip – Mix	28	12.8393	4.5872	6	24	0.8669
Denar Mark II	28	13.9911	4.4827	6	23.75	0.8472

D.E. : Desviación estándar ($\sqrt{s^2}$)

E.E. : Error estándar (s / \sqrt{n})

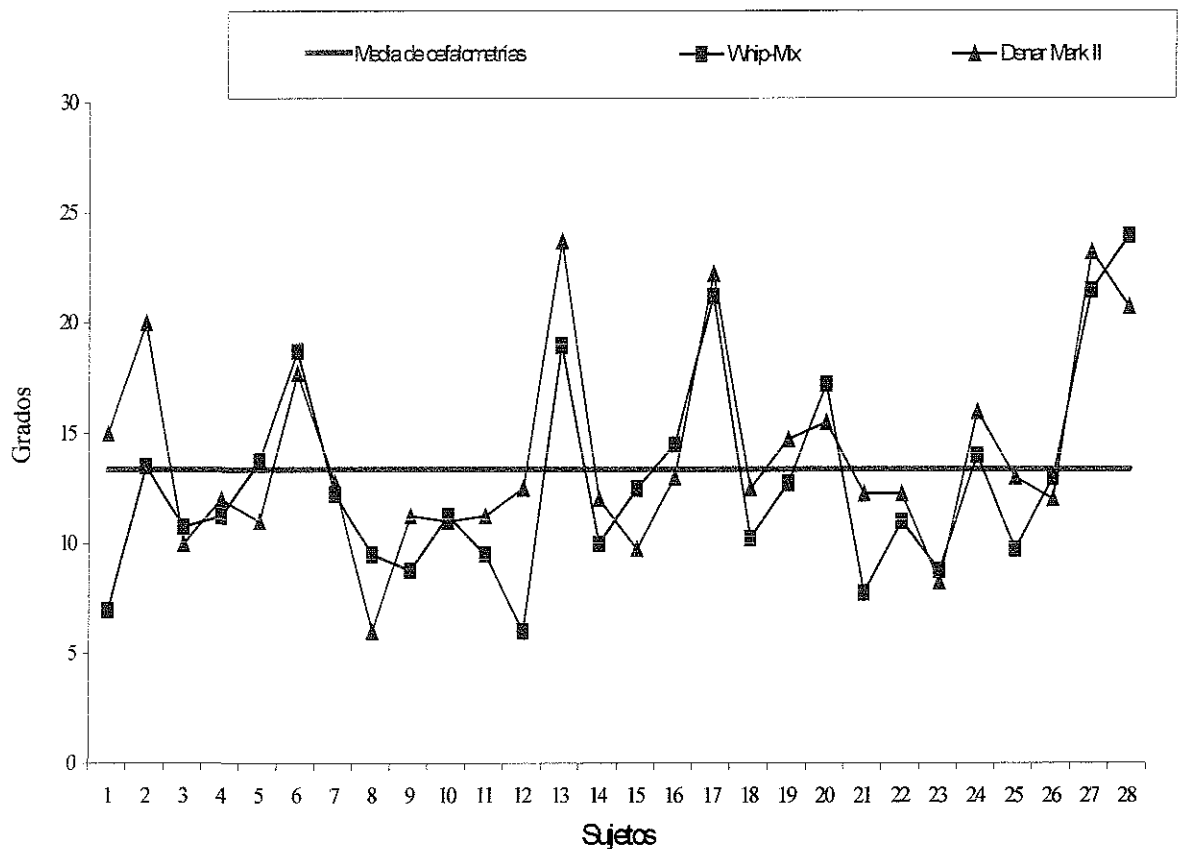
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como se puede observar en las tablas anteriores, los rangos de los valores se comportan de manera similar, sobre todo cuando se comparan los obtenidos entre los valores de las radiografías de modelos en ambos articuladores. En el caso de las cefalografías, el rango es de 15.5, con valores de 6.25° como mínimo y de 21.75° como máximo; para el articulador Whip-Mix es de 18, con medidas entre los 6° y los 24°; mientras que para el articulador Denar es de 17.75, con medidas de 6° y 23.75°, como mínimo y máximo respectivamente. Sin embargo, se considera que el rango es un estimador estadístico pobre, por lo que se procedió a analizar los resultados tomando en cuenta otros indicadores.

En la tabla 2 se observa que al comparar los valores de las medias de cada uno de los conjuntos de datos obtenidos (cefalografías 13.35, Whip-Mix 12.84 y Denar 13.99), no existen grandes diferencias si se consideran como valores absolutos, y que esa diferencia es mayor al comparar los valores de los articuladores entre sí (1.1518), que cuando se comparan cada uno con respecto a la media de las cefalografías. Además, llama la atención que la media de los valores obtenidos en el articulador Whip-Mix es menor a la de las cefalografías en 0.5089, mientras que la media de los valores del Denar Mark II es mayor por 0.6429.

No obstante que no existan diferencias muy amplias entre las medias, al comparar sus desviaciones estándar y sus errores estándar, el comportamiento es diferente. En ambos casos resultan mayores los valores que corresponden a los datos obtenidos en los dos articuladores con respecto a los obtenidos en las cefalografías, que son aún más altos para los correspondientes al Whip-Mix.

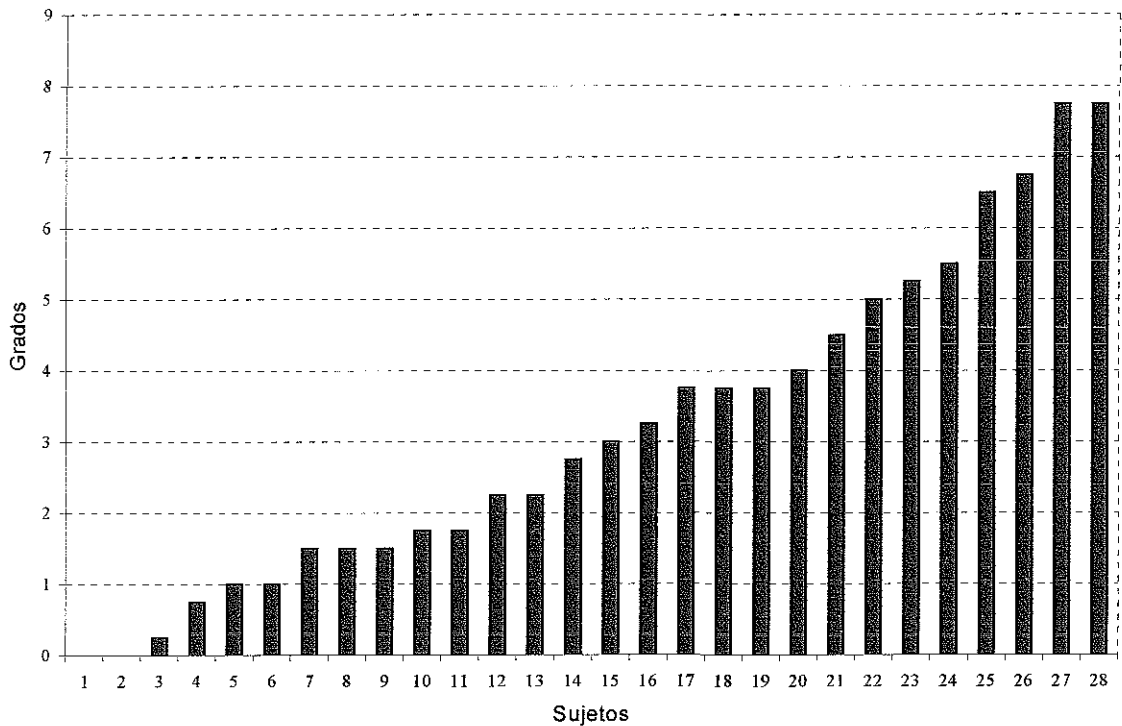
Para observar la dispersión de los valores con respecto a la media de las cefalografías, se construyó la gráfica 2, en la cual se nota que la dispersión es grande y que existen valores tanto mayores como menores a la media de las cefalografías. Se observan oscilaciones de hasta 10.65° en los ángulos medidos en el articulador Whip-Mix y 10.40° en el Denar Mark II con respecto al valor de la media de los ángulos medidos en las cefalografías, que fue de 13.35° .



GRÁFICA 2. Dispersión de los valores obtenidos en cada el articulador Whip-Mix y en el Denar Mark II, con respecto a la media de los valores obtenidos en las cefalografías.

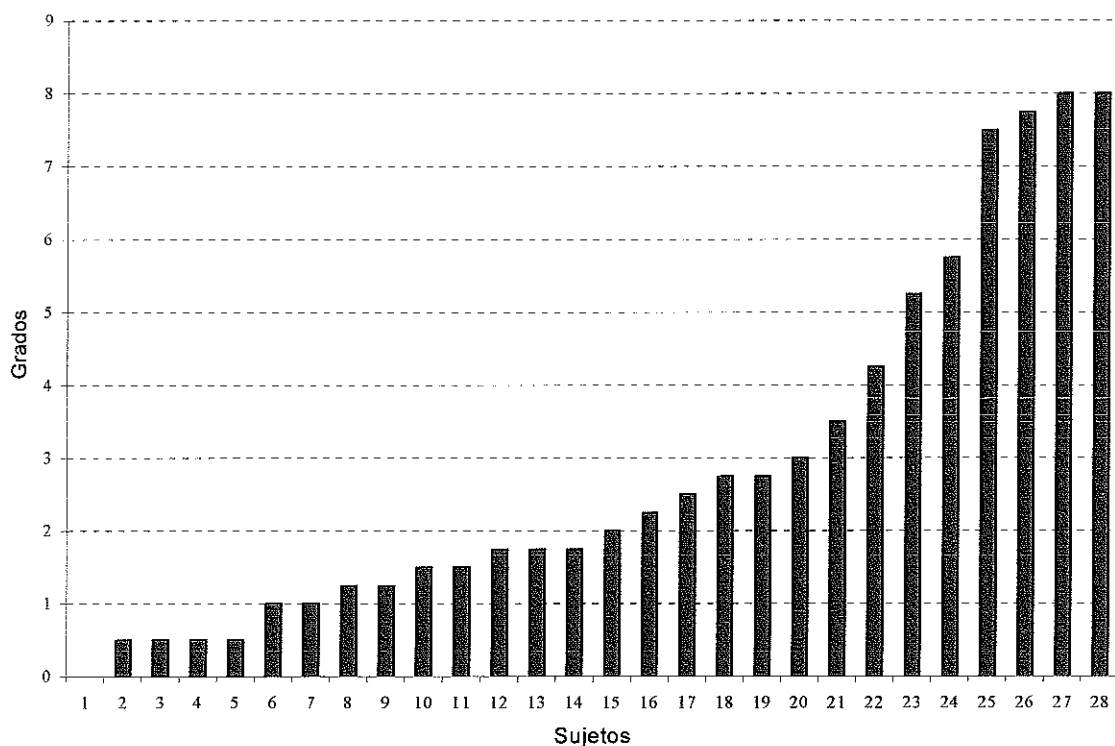
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la gráfica 3 se muestran, ordenados de manera ascendente, los valores en grados de las diferencias obtenidas al comparar el ángulo medido en las radiografías del articulador Whip-Mix con respecto a la medida obtenida en la cefalografía de cada uno de los 28 sujetos. Como se puede observar, en 17 casos existe una diferencia de más de 2°, que representa el 60% del total, y en 4 de esos casos (14% del total) la diferencia es de más de 6°. Además, 9 de los 28 casos de estudio (32%) presentaron una diferencia menor a los 2°, con 4 de ellos con menos de un grado, que aunque son diferencias, podrían considerarse moderadas. Se aprecia también que sólo en dos casos (7%) no hay diferencia alguna, al coincidir las mediciones en ambas radiografías.



GRÁFICA 3. Se muestran en orden ascendente, las diferencias entre los valores en grados de los ángulos medidos en las radiografías de los modelos montados en el articulador Whip-Mix contra los valores de los ángulos medidos en las cefalografías.

Al comparar lo anterior con los resultados mostrados en la gráfica 4, donde se presentan igualmente ordenadas en forma ascendente las diferencias obtenidas al contrastar los valores de los ángulos medidos en las radiografías de los modelos montados en el articulador Denar Mark II contra los medidos en las cefalografías de cada sujeto de estudio, se observa que el 46 % de los casos (13 de los 28) presenta una diferencia mayor a 2°, con 4 de ellos con una gran diferencia de más de 7°. Asimismo, se puede ver que 14 de los casos (50% del total) tuvieron una diferencia de 2° o menos, que en 6 de ellos es de un grado o menos, y que sólo un caso resultó con 0°.



GRÁFICA 4. Se muestran en orden ascendente, las diferencias entre los valores en grados de los ángulos medidos en las radiografías de los modelos montados en el articulador Denar Mark II contra los valores de los ángulos medidos en las cefalografías

En las gráficas 3 y 4 se pueden apreciar errores de menor magnitud y en mayor número de casos al utilizar el articulador Denar Mark II, cuando se comparan con los realizados en el articulador Whip-Mix. En ambas gráficas se observa también que en cuatro casos la diferencia entre el valor del ángulo medido en cada uno de los articuladores es mayor a los 6° y que, incluso en el caso del Denar Mark II (gráfica 4), el valor de la diferencia en esos cuatro sujetos de estudio es mayor a los 7°.

Para probar estadísticamente el supuesto de que los errores de la magnitud de las diferencias obtenidas al contrastar los valores de los ángulos medidos en los dos articuladores utilizados, respecto a los valores medidos en las cefalografías, sería de cero, se empleó el estadístico t para datos pareados. Los resultados de esta prueba se muestran en la tabla 3.

TABLA 3. Resultados de la Prueba t de Student para diferencias dentro de pares.

Diferencia	n	\bar{x}_D	S_D / n	t_c	P
Whip-Mix vs. Cefalog.	28	3.1696	0.4313	7.349	<.01
Denar vs. Cefalog.	28	2.3571	0.4685	6.098	<.01

Como se observa, los resultados indican que existe una diferencia altamente significativa ($p < .01$) entre las diferencias pareadas de las medias de los valores obtenidos por cefalografías con respecto a los obtenidos con cada uno de los dos articuladores empleados.

Cuando se observan los valores de los ángulos medidos en las cefalografías y se comparan con los medidos en las radiografías de los articuladores, se encuentran diferencias estadísticas ($p < .01$) en casi todos los casos y con una gran dispersión, lo cual confirma que esas diferencias fueron significativas para la muestra analizada. Por ello se puede dudar acerca de que los registros de arcos faciales y sus respectivos montajes en articuladores semiajustables aplicados en este estudio, sean repetibles y confiables, así como sobre la validez universal con la que se considera se pueden emplear en todos los casos.

La estimación del parámetro puede darse de manera puntual o bien por intervalo. La estimación puntual para las diferencias entre las medidas de los articuladores y las cefalografías ha sido señalada en los párrafos anteriores; sin embargo, la estimación se generó también en un intervalo de confianza con un valor de probabilidad asociado de un 95% ($1-\Delta$).

Las diferencias entre cada uno de los articuladores con respecto a las cefalografías pueden observarse dentro de un intervalo, lo cual se muestra en la tabla 4.

TABLA 4 Valores de Intervalos de Confianza para medidas angulares dentro de pares.

Intervalo de Confianza	Límite inferior	Límite superior	$1-\Delta$
Whip-Mix vs. cefalografía	2.28	4.05	95%
Denar vs. cefalografía	1.39	3.32	95%

Como se observa, aún con la estimación por intervalo, el límite inferior del mismo no es cero, que era lo esperado, lo cual indica que existe una gran variabilidad en la reproducibilidad de los aparatos estudiados. El articulador Denar Mark II muestra una menor diferencia en las medidas de los ángulos, pero sin llegar al cero. Además, en la tabla 4 se presentan los intervalos de valores posibles para el parámetro Π_D , que representa la diferencia entre la medida obtenida en cada uno de los articuladores con respecto a la obtenida en las cefalografías, con un nivel de confianza del 95%.

Esas diferencias promedio en las medias pareadas, al referirlas en estimaciones por intervalos, nunca alcanzan a ser prácticamente iguales a cero. Los valores mínimos fueron de 2.28 para las medidas obtenidas con el Whip-Mix contra las cefalografías, y de 1.39 con el Denar Mark II. Esto fortalece la discusión en lo que se refiere a la falta de precisión de los aparatos empleados para reproducir fielmente las posiciones de los modelos montados en ellos.

Con base en estos resultados, que muestran diferencias importantes al estimar la precisión con la que se reproduce la posición de los modelos en los articuladores semiajustables estudiados, se puede asumir que esas diferencias producen errores en el montaje, con las subsecuentes alteraciones en la reproducción de las posiciones y de los movimientos mandibulares de los pacientes y por consiguiente también, con un incremento en las posibilidades de fallas en los procedimientos de diagnóstico o de tratamientos odontológicos para los cuales se utilicen.

DISCUSIÓN

Como se ha mostrado, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 01$), al comparar la angulación medida al montar los modelos en los articuladores utilizados en el presente estudio, con la que se midió entre los planos oclusal y de Frankfort en los trazados cefalométricos de cada sujeto de estudio.

Es importante destacar que, no obstante que el diseño de la metodología aplicada en este estudio para obtener las medidas entre los ángulos fue diferente a la utilizada en otras investigaciones, se encuentra coincidencia entre los resultados del presente estudio y los informados por otros investigadores. Así sucede por ejemplo, cuando se comparan con los resultados reportados por Bailey y Nowlin²⁴ en un estudio sobre diez pacientes, donde informan de una diferencia de 7.5° entre los valores promedios de ángulos medidos en la radiografía del cráneo y los valores promedio medidos en el articulador cuando se montaron los modelos con el punto infraorbitario como tercer punto de referencia para un arco facial Hanau; y donde se registró una diferencia de 4.7° entre los mencionados valores promedios cuando se montaron los modelos con la relación de la muesca del vástago incisal del mismo articulador. En ambos casos se concluye que son diferencias importantes

Lo mismo sucede cuando se revisan los resultados reportados por Ellis, Tharanon y Gambrell,²⁶ en su estudio sobre 25 pacientes que recibirían tratamiento ortognático y a los cuales tomaron medidas sobre cefalografías y sobre modelos montados en articulador Hanau, el ángulo entre plano de Frankfort y plano oclusal. Dichos autores informan que

el promedio de las diferencias encontradas es de 6.8° con una desviación estándar de 3.5° y por lo tanto encuentran esa diferencia altamente significativa ($p < 0.001$). Cabe hacer mención de que en su estudio encontraron que sólo dos de los 25 casos habían sido montados con un ángulo mayor que el medido en las radiografías, y que los valores de las diferencias se movieron en un rango de 17° con un valor mínimo de -3° y uno máximo de $+14^\circ$.

Cuando se comparan los promedios de las magnitudes de las diferencias reportados en esos dos estudios con los obtenidos en este estudio, se observa que en los primeros resultan ser mayores. En el presente estudio los valores promedio para las diferencias fueron de 3.2° con una desviación estándar de 2.28 para el sistema Whip-Mix, y de 2.4° con desviación estándar de 2.48 para el Denar Mark II. En el estudio de Bailey y Nowlin²⁴ fueron de 7.5° y 4.7° (no hacen mención de la desviación estándar) según se hubiese utilizado el punto infraorbitario o la muesca en el pin incisal para obtener el tercer punto de referencia al montar el modelo superior en un sistema arco articulador Hanau. En el reporte de Ellis, Tharanon y Gambrell,²⁶ en otro sistema Hanau, se observa una diferencia promedio de 6.8° , con desviación estándar de 3.5.

De igual manera se puede notar que los rangos en los que se mueven las diferencias entre las medidas obtenidas en los estudios mencionados, fueron más amplios que los resultantes en el presente, aun con desviaciones estándares mayores en ellos. En el de Bailey y Nowlin, el rango que reportan se encuentra entre los 4° y los 12° al usar el punto infraorbitario y entre los 1° y los 11° al utilizar la muesca del pin incisal. En el

estudio de Ellis y colaboradores se informa que es de entre los 3° y los 14°, mientras que en el presente estudio los valores que resultaron se encuentran entre el 0° y los 8°.

En el estudio de O'Malley y Milosevic,³⁷ se lee que lo realizaron con una metodología similar a la que se utilizó en el presente estudio, en él se utilizaron cefalografías para comparar la angulación entre el plano de Frankfort y el plano oclusal. Además de los tres articuladores que ellos usaron para montar los modelos y reproducir el plano oclusal, dos de ellos son el Whip-Mix y el Denar Mark II, el tercero es el Dentatus ARL. Si comparamos sus resultados, se encuentra que existen diferencias significativas con los tres articuladores; reportan que los tres articuladores semiajustables posicionan el plano oclusal menos inclinado con respecto al plano de Frankfort cuando se compara con los trazados en las cefalografías. Informan que el Whip-Mix fue el que dio resultados más cercanos a las de la cefalografía, al mostrar diferencias de -1.9° con desviación estándar de 3.8 y, sin embargo, significativamente diferentes ($p < 0.05$). El articulador Denar reprodujo todavía menos inclinado el plano oclusal por -5.2° con una desviación estándar de 4.7 y, por lo tanto, con mayor diferencia significativa ($p < 0.001$).

De lo anterior se puede decir que los resultados son similares a los que se están reportando en el presente estudio, con diferencias estadísticamente significativas para los dos articuladores, aunque los últimos autores informan que los valores obtenidos con el Whip-Mix fueron más cercanos, mientras que en nuestro estudio se encuentra una aproximación ligeramente más cercana en el Denar.

En los reportes de los autores citados, no se informa de casos en los que hayan coincidido exactamente los valores que obtuvieron en los articuladores y su testigo de

comparación, mientras que en este estudio, no sólo se tienen rangos más estrechos, sino que además se observan algunos casos en los que coinciden exactamente (valor igual a cero) y otros con valores muy cercanos.

También llama la atención que mientras que en los primeros dos estudios de los investigadores citados la gran mayoría de las medidas que realizaron en los articuladores presentan una mayor angulación comparada con los de las cefalografías, y en el tercero de ellos son menores, en el presente estudio los valores de los ángulos medidos en los articuladores resultaron con una frecuencia muy similar al medir, en el 33% de los casos (9 sujetos) con mayor angulación y en otro 33% con menor angulación con respecto a los medidos en la cefalografía correspondiente. En el presente estudio también se presenta una distribución en la que el 34% de los casos presentó en uno de los articuladores una angulación mayor, mientras que el otro articulador presentaba una medida menor con respecto a la medida en la cefalografía en un mismo sujeto.

Cuando comparamos la metodología seguida en este estudio con las llevadas a cabo en los antes mencionados, se observa que en todos ellos los ángulos entre los planos fueron medidos sobre las cefalografías del cráneo; sin embargo, las técnicas empleadas para medir los ángulos entre los planos en los modelos fueron diferentes. En el caso del estudio de Bailey y Nowlin se midió con un aditamento diseñado para prolongar tanto el plano oclusal de los modelos como el brazo superior del articulador, algo similar a lo hecho por O'Malley y Milosevic; mientras que en el caso de Ellis y colaboradores, el plano oclusal se obtuvo midiendo la distancia entre el brazo superior del articulador y la punta de la cúspide mesiovestibular del primer molar y la distancia entre el brazo del

articulador y el borde del incisivo central, con lo que se obtuvo una línea que permitió trazar un ángulo con la línea que se prolonga del borde superior del miembro superior del articulador.

Se debe hacer notar también, que no todos los estudios fueron realizados en los mismos sistemas de arco facial y articulador, no obstante que se supone que todos ellos se han diseñado con el mismo principio de considerar al plano de Frankfort (o al plano eje-orbitario) como la referencia horizontal con respecto a la que se orientan los modelos en el articulador. Estas pueden originar algunas de las diferencias mencionadas al comparar los resultados.

Es importante señalar que aunque en el presente estudio se obtuvieron resultados similares a los obtenidos en los otros estudios citados, tanto esos como el presente estudio se llevaron a cabo sólo en algunos de los más de 81 sistemas de arco facial y articulador que se han registrado mundialmente.⁴⁰ Además, los estudios se realizaron sobre poblaciones diferentes con diversas características (raza, sexo, edad) y sobre todo con diferente metodología, diseñada cada una por sus respectivos autores, con la subsecuente inclusión de múltiples variables que pueden incidir en los resultados y que complican las comparaciones entre los estudios y, por lo tanto, las conclusiones en cuanto a cuál o cuáles de los sistemas de arco y articulador son los que presentan mayor precisión y por lo tanto son más confiables para reproducir las posiciones y movimientos mandibulares.

En consecuencia, deberán diseñarse investigaciones que permitan comprobar lo anterior con una metodología homogénea y de tal manera que se tome en cuenta a todas o

la mayor parte de las variables que pueden presentarse, a fin de que permitan verificar y comparar los resultados entre los diferentes aparatos.

En el presente estudio, como lo demuestran las pruebas estadísticas realizadas, las diferencias obtenidas fueron altamente significativas. Al comparar los resultados para considerar que la reproducción de la angulación del plano oclusal en el articulador es precisa y por lo tanto confiable en su aplicación clínica, se esperaría encontrar diferencias con valores iguales o cercanos a cero. Sin embargo, para poder asegurar que los sistemas Whip-Mix y Denar aquí analizados, por presentar rangos y promedios de las diferencias menores, son más confiables y que han sido mejor diseñados y construidos de manera que se acercan un poco más al registro y la reproducción correcta de la posición de los modelos al montarlos con respecto al plano horizontal de referencia, se requiere la realización de otras investigaciones que permitan analizar con mayor profundidad estas cuestiones.

Por todo lo anterior se puede cuestionar si el diseño de los articuladores semiajustables, que consideran como referencia horizontal el plano de Frankfort o su similar, el plano eje-orbitario, es el adecuado; y si puede considerarse de aplicación universal, puesto que como también se ha mencionado en la revisión de la literatura, existen diversos estudios y opiniones de investigadores que ponen en duda la certeza de esa aseveración, tal y como se ha aceptado en la odontología hasta nuestros días.

Basados en estos resultados, se pueden esperar sin lugar a dudas errores en el montaje de modelos en articuladores semiajustables, mismos que pueden observarse al no corresponder a la realidad; es decir, a las posiciones que verdaderamente se presentan en

los pacientes y que en ocasiones de manera temprana se manifiestan al encontrar problemas para lograr el espacio necesario y suficiente para colocar el yeso de montaje y que, desafortunadamente en otras, no se detectan sino hasta que se lleva a cabo el tratamiento final al paciente y en muchos casos, tiempo después de su permanencia en boca (meses y hasta años después), con las consecuentes complicaciones para el operador y el paciente.

Además de la falta de fidelidad que se ha expuesto, existen algunas otras posibles causas de fallas que incrementan el índice de errores en la clínica odontológica, debidas principalmente al descuido durante todos los procedimientos o a la capacitación técnica deficiente del cirujano dentista o sus auxiliares, por lo que se debe prestar atención a todos y cada uno de los pasos a seguir y disminuir conscientemente esos errores con el consecuente beneficio en el tratamiento al paciente.

Por otra parte, llama la atención que algunos autores han cuestionado por los resultados de sus investigaciones, la validez universal de la horizontalidad del plano de Frankfort en todas las razas humanas y por lo tanto, su aplicación en los sistemas de arco facial y articulador. También se pone en duda la suposición de que existe un paralelismo entre el verdadero plano de referencia horizontal, el plano de Frankfort, el plano eje-orbitario y el miembro superior del articulador. Debido a ello es que pudieran explicarse también las discrepancias entre los valores que resultaron al medir los ángulos en este estudio y en los que se han mencionado, ya que de no haber una exacta correspondencia entre esos planos, el plano que se estaría registrando con los arcos faciales aquí

utilizados, tendría diferencias importantes para con el verdadero plano horizontal de Frankfort.

También otros investigadores cuestionan que, si bien existen publicaciones que sostienen que los puntos arbitrarios de referencia posteriores utilizados por los arcos faciales estáticos, brindan una adecuada reproducción en la mayoría de los casos (con una aproximación del 95% dentro de un radio de 5mm del verdadero eje intercondilar)⁴ para los pacientes con relaciones intermaxilares normales, qué sucede o cómo deben manejarse aquellos que presenten relaciones intermaxilares incorrectas con el fin de corregir sus anomalías faciales.

En los tratamientos odontológicos, la reproducción incorrecta de la inclinación del plano oclusal afecta tanto la función como la estética del paciente. Por eso es muy importante la selección de los puntos de referencia, tanto posteriores como el anterior, ya que ello orienta el plano horizontal de referencia y por lo tanto el plano oclusal que se reproduce en el articulador. Un cambio en la posición vertical de un punto de referencia que ocasiona un cambio en la reproducción de la posición de los modelos, aumentará el riesgo de fallas en los tratamientos rehabilitadores, lo que ocasiona por ejemplo, cambios de las guías condilares y por lo tanto alteraciones en los factores de la oclusión, como son la altura y la inclinación de las cúspides de los dientes posteriores.

Existen algunos artículos que informan de estudios basados en modelos y análisis matemáticos y geométricos,^{6,7,33,35} a través de los cuales se han evaluado y en ocasiones cuantificado las variaciones que se presentan a nivel oclusal debidas a los errores al reproducir en articuladores semiajustables el eje intercondilar. Los autores explican que

los errores a nivel oclusal son debidos a que el error de reproducción del eje intercondilar produce un error en la reproducción de las guías condilares en el articulador y en consecuencia, al ser determinantes y factores fijos de la oclusión, se obtendrán de manera obligada errores a nivel de las superficies oclusales, es decir de la posición y oclusión dentarias.

Weinberg⁴ en un estudio realizado sobre modelos monoplanos sin cúspides, calculó un error oclusal en sentido vertical de 0.2 mm al nivel del segundo molar como resultado de un error en la reproducción del eje intercondilar y su consecuente error en la inclinación del modelo, lo que obviamente no podría ser menor en el caso de la presencia de planos inclinados de las cúspides. Bowley y Morgano³⁵ ratifican esta aseveración a través de análisis geométricos y trigonométricos.

Piehslinger y col.⁷ en su estudio evaluaron los efectos de los montajes en articuladores utilizando arcos faciales arbitrarios sobre las relaciones oclusales, y reportan que en 77% de los casos el eje intercondilar registrado por el arco arbitrario presentaba más de 5 mm de error con respecto al verdadero eje, y además, evaluaron los errores resultantes a nivel oclusal después de cuantificar la variación en la altura que se producía, es decir la modificación de la distancia entre el plano horizontal de relación y el plano oclusal, y encontraron que los errores oclusales dependían del ángulo entre el eje preciso y las inclinaciones de los movimientos del eje. Concluyen que por una variación de 2 mm en la altura, se presentaba una discrepancia oclusal de por lo menos 0.1 mm, con lo que, como se ha demostrado en otras investigaciones y es aceptado en el medio odontológico actualmente, ese error de 0.1 mm a nivel oclusal es suficiente para producir

alteraciones disfuncionales del sistema masticatorio, y por lo tanto justifican la necesidad de aplicar procedimientos de ajuste oclusal extenso en los pacientes para finalizar un tratamiento odontológico.

Asimismo, existen muy pocos reportes de estudios que hayan evaluado, y mucho menos cuantificado, las alteraciones a nivel oclusal debidas a los errores en el montaje en articuladores en cuanto a la inclinación del plano oclusal con respecto al plano horizontal de Frankfort. En este sentido, O'Malley y Milosevic³⁷ concluyen relacionando que un error o diferencia entre la distancia del plano oclusal con respecto al plano de Frankfort en la cabeza del paciente con respecto a la distancia medida en el montaje en el articulador, de una magnitud de 3 mm al nivel de los incisivos, produce una variación en la reproducción de las guías condilares en el articulador de 2 grados; y señalan también que en consecuencia se tendrá un error en la inclinación del plano oclusal reproducido en el articulador y, por lo tanto, a nivel de los contactos oclusales existirán diferencias importantes, esto es, interferencias oclusales con su ampliamente demostrado potencial generador de alteraciones en los tejidos del sistema masticatorio. Reportan que, con base en sus resultados, el articulador Whip-Mix mostró una reproducción con menor magnitud de esos errores.

Al comparar lo anterior con el presente estudio y con base en el intervalo de confianza definido en él (ver tabla 4), se observa que el articulador Whip-Mix presenta errores graves en un 95% de los casos, con diferencias mínimas de 2.28 grados, mientras que para el articulador Denar Mark II se encuentra una diferencia mínima de 1.39 grados, que si bien se observa por debajo del límite permisible de los dos grados, al observar su

intervalo de confianza (tabla 4), se puede apreciar que los 3.32 grados demuestran una amplia posibilidad de reproducir con errores por arriba de lo deseable.

CONCLUSIONES

- ξ De acuerdo con los resultados de este estudio y con los publicados hasta la fecha, se concluye que los sistemas de arco facial y articulador semiajustable Whip-Mix y Denar no son confiables para reproducir las posiciones y movimientos mandibulares.
- ξ Los articuladores estudiados presentaron un alto porcentaje de error al mostrar diferencias mayores a los 2 grados entre los ángulos medidos en la cefalografía y la radiografía de los modelos montados, que en el caso del Whip-Mix es de 3.2 grados y en el Denar Mark II es de 2.4 grados en los casos analizados
- ξ Al construir un intervalo de confianza al 95%, se observa que el sistema Whip-Mix presenta sobre el límite inferior 2.28 grados de variación, que es mayor que el aceptable, mientras que el sistema Denar presenta una variación de 1.39 grados, lo que indica que ambos producirán errores en el montaje que a su vez originan interferencias oclusales mayores a 0.1 mm, que son causa de problemas disfuncionales del sistema masticatorio. El sistema Denar pudiera reproducir con mejor aproximación; sin embargo, las variaciones sobre el valor medio son mayores a las esperadas.
- ξ Los articuladores Whip-Mix y Denar Mark II no se recomiendan para ser utilizados en trabajos de restauraciones extensas, ni en aquellos en los que se debe variar la dimensión vertical, como tampoco en aquellos tratamientos en los que se requiere la precisión en la reproducción de los movimientos mandibulares.

- ξ El cirujano dentista deberá tomar en cuenta que ante la pobre confiabilidad de los articuladores semiajustables, será necesario que lleve a cabo procedimientos, tanto para el diagnóstico como durante el tratamiento, que le permitan corroborar la distancia entre el plano de referencia horizontal y el plano oclusal en el paciente con respecto a la reproducida en el articulador.
- ξ Los resultados de este estudio muestran que la relación que guarda el plano oclusal con respecto al plano de Frankfort en el cráneo de una persona, no se transfiere con precisión ($p > .05$) a los articuladores semiajustables Whip-Mix y Denar Mark II.
- ξ Deben continuarse los estudios en esta línea de investigación, considerando las múltiples variables que inciden en la precisión de los sistemas de arco facial y articulador, con la recomendación de homogeneizar una metodología con el fin de conocer cuáles aparatos pueden ser los más confiables y contribuir a diseñar otros o mejorar los existentes, así como diseñar procedimientos clínicos que prevengan las fallas y permitan corregirlas en tiempo y forma.
- ξ Es indispensable que en la odontología actual todos los involucrados de alguna manera con los articuladores reconozcan las limitaciones y la poca confiabilidad de los aparatos. Los fabricantes de esos instrumentos, buscando modificarlos para mejorar su precisión; los académicos, impartiendo los conocimientos verdaderos sobre los estudios existentes, para señalar los errores que pueden presentarse al utilizarlos y evaluándolos para proponer alternativas de solución; y los cirujanos dentistas, actualizándose en la utilización de los articuladores en la clínica con las reservas correspondientes.

PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN A FUTURO

Debido a los resultados obtenidos en este y en otros estudios semejantes, se debería hacer el esfuerzo para llevar a cabo investigaciones que permitan conocer con mayor detalle la fidelidad, precisión y universalidad de la orientación del plano de Frankfort, como un verdadero plano horizontal con la posición erecta de la cabeza en todo los sujetos, sin importar raza, edad o sexo.

Debe continuarse con estudios en esta misma línea de investigación, pero de manera tal que se diseñe una metodología única para aplicarse a cualquier sistema de arco facial y articulador. Sería conveniente que se seleccionaran los que han presentado errores de menor magnitud de entre los reportados en la literatura y a ellos se les aplicara esa metodología.

Es conveniente también realizar otras investigaciones que permitan determinar el límite en la magnitud de las diferencias que sea significativo para un tratamiento finalizado; es decir, aquellos límites dentro de los cuales no se tendrían consecuencias perjudiciales para el paciente o que no podrían ser compensadas o arregladas por el dentista durante los procedimientos del tratamiento odontológico.

A través de nuevos estudios, se podrán y deberán mejorar los instrumentos y diseñar técnicas para su utilización, de tal manera que reproduzcan con mayor precisión la fisiología del sistema masticatorio. Los esfuerzos deberán enfocarse al diseño de procedimientos y técnicas que permitan corregir o compensar las diferencias en la orientación de los modelos en los articuladores semiajustables, sean ellas producidas por

errores tanto en la localización, transporte y reproducción del eje de bisagra, como de la inclinación del plano oclusal con respecto a los planos de referencia horizontal.

Con el objeto de minimizar los errores durante el registro de arco facial y el montaje en el articulador, deberá dedicarse mayor énfasis en la preparación y la práctica, así como en los cuidados y dedicación por parte del dentista y el personal auxiliar que realice actividades para esos procedimientos.

Deberá continuarse con esta línea de investigación, tratando de cuantificar con mayor aproximación las diferencias y los errores en el montaje, tanto con respecto al eje intercondilar, como a los planos y puntos de referencia horizontal, así como para encontrar y medir también los errores resultantes a nivel de las superficies oclusales; y posteriormente, con estudios longitudinales, evaluar sus repercusiones fisiopatológicas en los diferentes elementos del sistema masticatorio, con el fin de prevenirlas y rehabilitarlas o curarlas.

REFERENCIAS

- 1) Ash MM; Ramfjord SP. Oclusión Funcional. México: Editorial Interamericana, 1a. Edición. 1984.
- 2) Shillinburg HT; Hobo S; Whitsett LD; Jacobi R; Brackett, SE. Fundamentos Esenciales en Prótesis Fija. Quintessence Books. 2000.
- 3) The Academy of Prosthodontics. The Glossary of Prosthodontic Terms: Seventh Edition. J Prosthet Dent 1999; 81: 39-110.
- 4) Weinberg LA. An evaluation of the facebow mounting. J Prosthet Dent 1961; 11:32-42.
- 5) Palik JF; Nelson DR; White JT. Accuracy of an earpiece face-bow. J Prosthet Dent 1985; 53: 800-4.
- 6) Bowley JF; Bowman HC. Evaluation of variables associated with the transverse horizontal axis. J Prosthet Dent 1992; 68: 537-41.
- 7) Piehslinger E; Bauer W; Schmiedmayer HB. Computer simulation of occlusal discrepancies resulting from different mounting techniques. J Prosthet Dent 1995; 74: 279-83.
- 8) Krueger GE; Schneider RL. A plane of orientation with an extracranial anterior point of reference. J Prosthet Dent 1986; 56: 56-60.
- 9) Chow TW; Cooke MS. Errors in mounting maxillary casts using face-bow records as a result of an anatomical variation. J Dent 1985; 13: 277-82.
- 10) Ow RKK; Djeng SK; Ho CK. The relationships of upper facial proportions and the plane of occlusion to anatomic reference plane. J Prosthet Dent 1989; 61: 727-33.
- 11) DiPietro GJ; Moergeli J. Significance of the Frankfort-mandibular plane angle to prosthodontics. J Prosthet Dent 1976; 36: 624-35.
- 12) Phillips RG; Hurst RVV. The cant of the occlusal plane and distortion in the panoramic radiograph. Angle Orthod 1978; 48: 317-23.

- 13) Bellagamba RL; Brigante RF; Baumrind S. Three-dimensional radiographic study of the positional relationship of complete dentures: A pilot study. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 625-28.
- 14) Monteith BD. A cephalometric method to determine the angulation of the occlusal plane in edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1985; 54: 81-7.
- 15) Monteith BD. Cephalometrically programmed adjustable plane: AS new concept in occlusal plane on orientation for complete dentures patients. *J Prosthet Dent* 1985; 54: 388-94.
- 16) Monteith BD. Evaluation of a cephalometric method of occlusal plane orientation for complete dentures. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 64-9.
- 17) Chaconas SJ; Gonidis D. A cephalometric technique for prosthodontic diagnosis and treatment planning. *J Prosthet Dent* 1986; 56: 567-74.
- 18) Di Paolo RJ. An individualized approach to locating the occlusal plane. *Am J Orthod* 1987; 92: 41-5.
- 19) L'Estrange PR; Vig PS. A comparative study of the occlusal plane in dentulous and edentulous subjects. *J Prosthet Dent* 1975; 33: 495-503.
- 20) L'Estrange PR. Orthodontics and Prosthodontics- A common basis for diagnosis, treatment planning and research. *Br J Orthod* 1975; 2: 113-7.
- 21) Abrahams R; Carey PD. The use of the ala-tragus line for occlusal plane determination in complete dentures. *J Dent* 1979; 7: 339-41.
- 22) Karkazis HC; Polyzois GL. A study of the occlusal plane orientation in complete dentures construction. *J Oral Rehab* 1987; 14: 399-404.
- 23) Niekerk FW; Miller VJ; Chem C; Bibby RE. The ala-tragus line in complete denture prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 67-8.
- 24) Bailey JJO; Nowlin TP. Evaluation of the third point of reference for mounting maxillary casts on the Hanau articulator. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 199-201.
- 25) Pitchford, JH. A reevaluation of the axis-orbital plane and the use of orbitale in a face bow transfer record. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 349-55.
- 26) Ellis III E; Tharanon W; Gambrell K. Accuracy of face-bow transfer: Effect on surgical prediction and postsurgical result. *J Maxillofac Surg* 1992; 50: 562-7.

- 27) Tng, FTH; Chan, TCK; Cooke, MS; Hägg, U. Effect of head posture on cephalometric sagittal angular measures. *Am J Orthod & Dentofac Orthoped* 1993; 104: 337-341.
- 28) Bowley JF; Michael GC; Lai TW; Lin PP. Reliability of a face bow transfer procedure. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 491-8.
- 29) Gold BR; Settle DJ. An investigation of the reproducibility of face bow transfers. *J Oral Rehab* 1983; 10: 495-503.
- 30) Goska JR; Christensen LV. Comparison of cast positions by using four face-bows. *J Prosthet Dent* 1988; 59: 42-4.
- 31) Kitzis GD; Millstein PL; Nathanson D. Determining the accuracy of articulator interchangeability. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 845-848.
- 32) Wilkie ND. The anterior point of reference. *J Prosthet Dent* 1979; 41: 488-96.
- 33) Wright WJ. A mathematical method for calculating the compensating anterior stop pin setting of a semiadjustable arcon articulator. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 362-67.
- 34) Wolford LM; Chenello PD; Hilliard F. Occlusal plane alteration in orthognatic surgery- Part I: Effects on function and esthetics. *Am J Orthod and Dentofac Orthoped* 1994; 106: 304-316.
- 35) Bowley JF; Morgano SM. Occlusal plane discrepancies generated by transverse horizontal axis deviations. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 67-73.
- 36) Bamber MA; Firouzai R; Harris M; Linney A. A comparative study of two arbitrary face-bow transfer systems for orthognatic surgery plannig. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996; 25: 339-343.
- 37) O'Malley AM; Milosevic A. Comparison of three facebow/semi-adjustable articulator systems for planning orthognatic surgery. *Br J Oral & Maxillofac Surg* 2000; 38: 185-190.
- 38) Gateno J; Forrest KK; Camp B. A comparison of three methods of face-bow transfer recording: Implications for orthognatic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 635-640.

- 39) Ercoli C; Graser GN; Tallents RH; Galindo D. Face-bow record without a third point of reference: Theoretical considerations and an alternative technique. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 237-241.
- 40) Smith DE. Does one articulator meet the needs of both fixed and removable prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1985; 54: 296-302.
- 41) Whip Mix Corporation, Manual Técnico. California, 1991.
- 42) Denar Corporation. Denar Slidematic Facebow: Instruction Manual. Anaheim, California 1987.
- 43) Stern R. El Sistema Denar Mark II: Manual técnico. Denar Corporation, Anaheim, California, 1984.
- 44) Martínez RE; Magaña AL. Rehabilitación y Reconstrucción Oclusal. Capítulo 2: 91-7. Ediciones Cuellar. Primera Edición. 1996.
- 45) Shillinburg HT; Hobo S; Whitsett LD; Jacobi R; Brackett, SE. Fundamentos Esenciales en Prótesis Fija. Capítulo 5: 47-72. Quintessence Books. 2000.
- 46) Espinoza R. Diagnóstico Práctico de Oclusión. Capítulos 3 al 6: 63-99. Editorial Médica Panamericana. 1995.
- 47) Smith NJD; Phil M; Radiografía Dental. Editorial Limusa. 1984. Capítulo 14: Radiografía cefalométrica; 111-116.
- 48) Graber TM; Ortodoncia: Teoría y Práctica. Interamericana MacGraw-Hill. 1991. Procedimientos para el diagnóstico, auxiliares y su interpretación; 407-427.
- 49) SAS Inst. Inc. 1990. SAS/STAT^s User's Guide, version 6. Fourth Edition. Vol I, Cary, N.C.: 943.
- 50) Steel RGD; Torrie, JH; Dickey, DA. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 3rd Ed. McGraw-Hill series in probability and statistics. The McGraw-Hill Co., Inc New York, USA. 1997.

CURRÍCULUM VITAE.

NOMBRE: ROBERTO DE JESUS VERDUGO DIAZ.
FECHA DE NACIMIENTO: 19 de febrero de 1951.
LUGAR DE NACIMIENTO: San José del Cabo, Baja California Sur. México.
DIRECCIÓN ACTUAL: Paseo Cachanilla #1822, Fracc. Calafia, C.P. 21040.
Mexicali, Baja California, México.
E-MAIL: rverdugo@uabc.mx.
CÉDULA PROFESIONAL: Número 333754.
R.F.C.: VEDR-510219-UB4.
TÍTULO PROFESIONAL: Cirujano Dentista por la Escuela Nacional de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 11 de octubre de 1974. Tesis: "Odontología preventiva en niños".
ESTUDIOS DE POSGRADO: Maestría en Odontología (Prótesis Bucal). Facultad de Odontología. U.N.A.M. Examen de Grado: 27 de mayo de 1983. Tesis de Maestría: "Evaluación radiográfica de concentración condilar en sujetos mayas no pacientes con disfunción temporomandibular".
OTROS ESTUDIOS: -Candidato al grado de Maestro en Administración de la Educación Superior por la U.A.B.C. 1985-1987.
RECONOCIMIENTOS: -Medalla "Gabino Barreda" por la U.N.A.M. 1985.
-I Premio Nacional de Odontología. Colegio Nacional de Cirujanos Dentistas. 1995.
EXPERIENCIA PROFESIONAL: -Profesor titular de asignatura nivel "A". E.N.E.P.I., U.N.A.M (1974-1979).
-Profesor, actualmente Titular Nivel "B" de tiempo completo definitivo en la Facultad de Odontología de Mexicali de la U.A.B.C., 1979 a la fecha.
-Director (1990-1991), Coordinador de Clínicas, de Área de Odontología Restauradora y de Posgrado (entre 1983 y 1990) y Subdirector (1979-1980) de la Facultad de Odontología de Mexicali de la U.A.B.C.
-Director General de Servicios Escolares (1991-1994) y Secretario General de la U.A.B.C. (1994-1998).
-Coordinador Sectorial y Director de Educación Superior e Investigación del Sistema Educativo Estatal de Baja California (1999-2000).
-Subsecretario de Educación del Estado de Baja California (2000-2001).
-Actualmente Director General de Recursos Humanos U.A.B.C.
-Práctica profesional privada (de 1974 a la fecha)

