

LA ACADEMIA DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS DE ESPAÑA

**PASADO, PRESENTE
Y FUTURO DE LA
IMPANTOLOGÍA ORAL**

**DISCURSO
PRONUNCIADO POR EL
Excmo. Dr. D. Rafael Gómez Font**

EN EL ACTO DE SU TOMA DE POSESIÓN COMO ACADÉMICO
DE NÚMERO EL DÍA 20 DE OCTUBRE DE 2022

Y LA CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO
Excmo. Dr. D. Antonio Bascones Martínez



MADRID
MMXV

LA ACADEMIA DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS DE ESPAÑA

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA IMPANTOLOGÍA ORAL

DISCURSO
PRONUNCIADO POR EL
Excmo. Dr. D. Rafael Gómez Font

EN EL ACTO DE SU TOMA DE POSESIÓN COMO ACADÉMICO
DE NÚMERO EL DÍA 20 DE OCTUBRE DE 2022

Y LA CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO
Excmo. Dr. D. Antonio Bascones Martínez



MADRID
MMXV

DEPOSITO LEGAL: M-XXXXXX-2022
IMPRESO EN ESPAÑA

DISCURSO DEL
Excmo. Dr. D. Rafael Gómez Font

Excmos. Srs. Presidente y Secretario de la Academia de Ciencias Odontológicas de España, Excmos. Sras. y Sres. Académicos,
Señoras y Señores:

Es, para mí, un gran honor haber sido propuesto como Académico de Número en esta Academia de Ciencias Odontológicas, aunque supone una gran responsabilidad el poder estar a la altura de tan ilustres miembros en el mantenimiento y desarrollo de esta institución.

Mis primeras palabras en este discurso, con motivo de la presentación como miembro electo de la Academia de Ciencias Odontológicas de España, quiero dirigirlas a todos los que han hecho posible que yo esté aquí en este momento.

En primer lugar, quisiera expresar mi gratitud a mi amigo el profesor Antonio Bascones que fue mi profesor en la Escuela de Estomatología y desde que lo vi por primera vez me deslumbraron sus dotes de comunicación, su amplitud de conocimientos y, sobre todo, me impresionó su capacidad de trabajo, su entusiasmo y su pasión por la enseñanza y por la Complutense.

También quiero expresar mi agradecimiento a mis maestros, los profesores D. Manuel Donado Rodríguez y D. José María Martínez González. A ellos les debo todo lo que soy como universitario. Me inculcaron el amor por la docencia y la investigación y han sido, junto al Prof. Bascones, ejemplo y guía en mi devenir universitario.

No quería dejarme a ninguno de los compañeros y amigos que han contribuido en mi periplo profesional y docente, como son el Prof. Eugenio Velasco Ortega y su escuela de Sevilla; el Prof. José María Suarez Quintanilla y su escuela de Santiago; el Prof. Cosme Gay Escoda y su escuela de Barcelona; pero también mis entrañables profesores y compañeros de la escuela de Madrid, la Complutense, quienes me formaron y se formaron, creciendo conmigo como profesionales y como docentes.

Por supuesto, también quiero mostrar mi agradecimiento a mis compañeros y amigos, la Dra. María Luisa Martínez García y el Dr. Luis Zavala Lara, por el apoyo y el trabajo que desarrollaron conmigo y por estar a mi lado durante los años de construcción y consolidación de la asignatura de Cirugía Bucal en la Universidad Europea de Madrid. Fue una labor dura, continuada y persistente de lucha contra los elementos. Hoy me siento orgulloso de haberlos tenido a mi lado y de todo lo que conseguimos juntos. Espero que hayamos ilusionado a las distintas generaciones que formamos con tanto cariño, dedicación y entusiasmo. Me siento orgulloso también de los profesores que ahora siguen nuestros pasos en esa institución y a cuya cabeza se encuentra la Dra. Stefanía Arena Etcheverry. Os deseo los mejores logros.

Quiero mencionar también a un gran amigo que ya no está con nosotros, el Prof. Ernesto Bermejo Guerrero, gran cirujano bucal y enorme persona, quien me enseñó muchas, sobre todo empatía y humanidad, y con quien crecí en la docencia.

Por supuesto, sin el apoyo de mis padres y mi hermana, no habría llegado hasta aquí,

pero también es cierto que gracias a la paciencia y comprensión de mi mujer y mis hijos, y a costa de estar menos tiempo con ellos, he podido compaginar la vida familiar con la profesión y la docencia. Gracias por vuestro amor.

INTRODUCCIÓN

Este discurso de presentación lo vamos a centrar en una de las preocupaciones que ha tenido la humanidad desde el origen de los tiempos: **la pérdida de dientes**. Esta pérdida ha dejado al individuo con un aspecto característico y fuera de los patrones o cánones de belleza existentes en cualquiera de las épocas que han transcurrido a lo largo del tiempo.

Todos sabemos que la pérdida parcial o total de dientes conlleva indefectiblemente una serie de cambios en el territorio bucofacial que afectan tanto a los tejidos duros como a los tejidos blandos del sistema estomatognático y que se traducen en alteraciones anatómicas, morfológicas, funcionales y estéticas⁽¹⁾.

De forma muy genérica, podemos decir que en el desdentado:

Los cambios producidos en los tejidos duros por la desaparición del órgano dentario suponen una pérdida del tejido óseo de soporte.

Estos cambios óseos son debidos a la falta de la función masticatoria. Las fuerzas masticatorias, cuando existen los dientes, son transmitidas al hueso por las fibras de Sharpey, activando la remodelación ósea del proceso dento-alveolar.

En ausencia de dientes, no hay transmisión de fuerzas sobre el hueso, por lo que se produce una remodelación sustractiva del hueso peridentario (Turn-over negativo) y, por tanto, una reabsorción ósea del proceso alveolar.

Esta reabsorción nos lleva a una disminución en altura del proceso alveolar y a una pérdida de las corticales alveolares, principalmente la cortical vestibular, que se traduce en una disminución del grosor del proceso alveolar^(1,2).

Estos cambios producidos en el desdentado dan la impresión de que lo ocurrido ha sido una reabsorción centrípeta en la arcada superior y una reabsorción centrífuga en la arcada inferior, aunque, realmente, a nivel mandibular, la reabsorción también es mayor en la cortical externa, pero como la basal mandibular se mantiene hasta las últimas consecuencias parece que la mandíbula se hace más prominente y de ahí la denominación de centrífuga. Esta situación le confiere al paciente un aspecto de pseudopognatismo con pérdida de la dimensión vertical⁽³⁾.

Las alteraciones más importantes de los tejidos blandos tras la pérdida del órgano dentario son una progresiva disminución de la encía queratinizada que existía alrededor del diente; la pérdida de la profundidad del vestíbulo; la modificación en las inserciones musculares de los músculos bucofaciales; la modificación en las inserciones de los frenillos; y las alteraciones tróficas de la piel y mucosas, con disminución del grosor de las mucosas y del grosor de los tejidos como el tejido labial, con el hundimiento de los tejidos priorales, con la profundización de surcos faciales, la aparición de otros surcos nuevos y el aspecto de que la legua ha crecido, como si existiera una macroglosia.

Las consecuencias funcionales inmediatas suponen una alteración de la masticación de los alimentos y de la digestión de los mismos, con sus consecuencias digestivas, además de una disfunción fonatoria y una disfunción deglutoria. Pero, con el tiempo, se van

haciendo patentes las alteraciones en las relaciones intermaxilares con las consecuentes alteraciones troficas de los tejidos orales y periorales, así como la repercusión sobre la ATM y sus consecuencias de disfunción temporomandibular con aparición de dolor y/o discomfort.

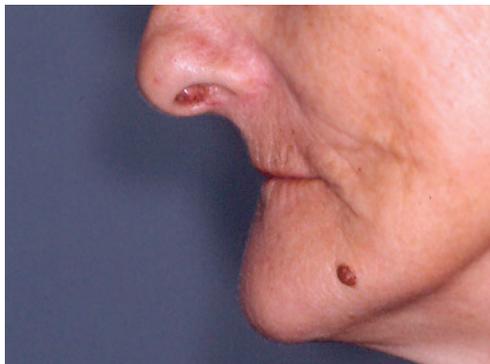


Fig. 1: Alteraciones estéticas del desdentado.

Dentro de las alteraciones estéticas nos encontramos con una serie de alteraciones bucofaciales, algunas de ellas ya comentadas, como son la profundización de los surcos bucofaciales de la mímica y de la expresión (surco nasogeniano y el surco de la boca de marioneta), la aparición del código de barras a nivel labial superior e inferior, la disminución del grosor y de la firmeza labial, y el hundimiento y descenso de los labios con la producción de un aspecto de pseudoprogнатismo y con el aumento de los ángulos nasolabial y labiomentoniano^(1,4). (Fig. 1).

Todos estos cambios llevan a un aspecto poco estético que, cuando en el arte (en el más amplio de los sentidos y representaciones) se pretende representar o sugerir vejez, se realzan estos detalles comentados.

Por otra parte, en una gran cantidad de representaciones artísticas, cuando se pretende mostrar fealdad, pobreza, incultura, dejadez, abandono, mendicidad, violencia, locura, etcétera, aparecen personajes con ausencias de dientes o desdentados:

- Francisco de Goya. Viejos Comiendo, época de pintura negra, 1820 (Fig. 2).
- Francisco de Goya. Las Viejas, 1820 (Fig. 3).
- Caravaggio. Judit y Holofernes, 1598-1599 (Fig. 4).
- Quentin Massys (atribuido a). Vieja mesándose los cabellos, 1525 (Fig. 5).

De todos modos, la pérdida de dientes ha preocupado en todas las culturas y civilizaciones.

Desde que el hombre ha poblado la tierra, ha existido una preocupación por la pérdida dentaria, bien sea durante sus relaciones sociales a lo largo de la vida o en su tránsito al más allá después de su muerte.

Existen pruebas de ello desde la Edad Antigua hasta la era moderna, pasando por el Medioevo y la época premoderna.



Fig. 2: Francisco de Goya.
Viejos Comiendo



Fig. 4: Caravaggio.
Judit y Holofernes



Fig. 3: Francisco de Goya.
Las Viejas



Fig. 5: Massys.
Vieja mesándose
los cabellos

LA EDAD ANTIGUA

Podemos encuadrar este periodo de la historia desde la aparición de la escritura (cuneiforme sumeria) y el periodo de la historia humana registrada (entre 3.000 a.C y el 1000 d.C.). Se describen tres épocas que serían la Edad de Piedra, la Edad de Bronce y la Edad de Hierro. Generalmente, se considera que la historia registrada comienza con la Edad de Bronce.

Durante la Edad Antigua surgieron múltiples civilizaciones importantes en todos los continentes, como la civilización sumeria y el antiguo Egipto, la védica en la India, la China antigua, la civilización griega y romana, el imperio aqueménida en Persia y la antigua Sudamérica, entre otras.

En este periodo tenemos conocimientos de la práctica odontológica por los hallazgos, entre otros:

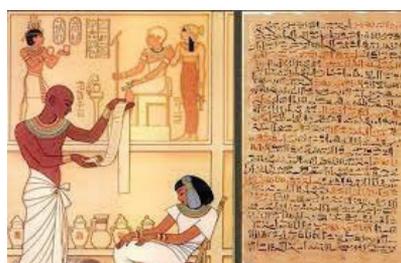


Fig. 6: Papiro de Ebers.

- **El Papiro egipcio de Ebers, 3700-1500 a.C.** Se hacen referencias específicas a distintas enfermedades dentales, indicaciones terapéuticas para las infecciones por caries y la necrosis pulpar; también trata la apertura de los tumores con el cuchillo o la aplicación del cauterio enrojecido al fuego; menciona la extracción, pero no la obturación. (Fig. 6).

- **La cultura Hindú (Vedas), 3000 a.C.** Para las extracciones dentales usaban beleño, cáñamo, belladona o adormidera. Se practicaban exodoncias golpeando directamente sobre la corona o sobre una madera a modo de escoplo, lo que daba lugar a la fractura del diente o de las corticales óseas. (Fig. 7).



Fig. 7: Cultura veda.



• **La cultura egipcia.** Aparece el primer dentista en el año 2780 a.C. y se establece el cuidado de los dientes y su higiene. Existían los cuidadores de los dientes, pero de forma personalizada, el médico especialista más antiguo que se conoce es Hesi-Re que fue nombrado jefe de los dentistas y médico del Palacio Real. Realizaba incrustaciones de piedras preciosas, drenajes e implantes de dientes autólogos o heterólogos, tanto *premortem* como *post-mortem*. (Fig 8).

Fig. 8: Cultura egipcia.

Existen también restos arqueológicos que nos muestran el interés de restituir los dientes perdidos:

- **En África:** en la etapa neolítica, en el poblado de Fahid Suarda (Argelia), se encontró un cráneo con un trozo de falange introducido/implantado en el alvéolo del segundo premolar derecho. (Fig. 9).
- **En la cultura etrusca:** en el norte de Italia, en el año 700 a.C., igual que hacían los egipcios, practicaban perforaciones dentarias que servían para fijar con alambres o bandas de oro los dientes perdidos usando dientes de animales o humanos. (Fig. 10).
- **En América:** en Honduras se encontró un cráneo datado del año 600 d.C. con tres fragmentos de concha en los alvéolos de los incisivos inferiores. (Fig. 11).
- **En Oriente Medio:** se encontraron restos óseos datados del año 400 a.C. donde habían sustituido los dientes perdidos por las coronas de esos mismos dientes con perforaciones en las mismas y unidas por medio de alambre de oro, como si fuera una Prótesis fija. (Fig. 12).
- **En la cultura maya:** tenían la costumbre de hacer incrustaciones de piedras preciosas a los fallecidos y enterrarles con ellas. (Fig. 13).



Fig. 9: Falange en 15 (Argelia).

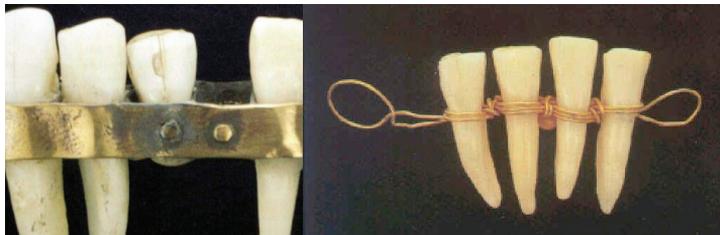


Fig. 10: Banda de oro y alambres (cultura etrusca).



Fig. 11: Conchas en los dientes incisivos (Honduras).



Fig. 12: Alambre de oro (Oriente Medio).



Fig. 13: Piedras preciosas (cultura maya).

EL MEDIEVO

Este periodo que llega hasta el siglo XVIII se encuadra entre los años 1000 y 1799, aproximadamente.

En esta época existe cierta preocupación por la falta de dientes entre la nobleza.

- **Abulcasis (936-1013):** describe el primer reimplante intencionado y el uso de férulas para sujetar el diente reimplantado⁽⁵⁾.

También existen evidencias de la práctica de implantes intencionales de dientes en el campo de batalla donde los soldados sacrificaban un diente en favor de los oficiales⁽⁶⁾.

- **Cirujanos barberos:** además de cortar pelo y afeitar, realizaban trabajos parasanitarios, como curas, sangrías y cauterizaciones de heridas, extracciones dentarias y trasplantes dentales con plebeyos como donantes^(7,8).

• **Ambrosio Paré (1530):** cirujano barbero francés que desempeñó su oficio en campaña durante las múltiples guerras francesas y llegó a ser cirujano-barbero de la casa Real, inició la línea del trasplante y reimplante dental⁽⁹⁾.

• **Pierre Fauchard (1678-1761):** recopiló y ordenó todos los conocimientos y actuaciones odontológicas de la época en *El cirujano dentista o tratado de Odontología* y averiguó qué trasplantes dentarios se podían efectuar en el propio individuo. En el siglo XVIII empezó a establecer los principios de asepsia y antisepsia.

• **John Hunter (1728-1793):** implantó un germen sin ápice formado en la cresta de un gallo consiguiendo la revascularización apical. Publicó *The Natural History of the Human Teeth* (Londres, 1771), la primera publicación científica sobre los dientes humanos.

ERA PREMODERNA

Era de la implantología endoósea que correspondería, aproximadamente, al siglo XIX como refiere Grupta⁽¹¹⁾.

• **Maggiolo (1809):** utiliza tubos de oro por su biotolerancia, pero sin éxito a corto ni a largo plazo (Fig. 14).

• **Millicher (1881):** porcelana recubierta de plástico.

• **Harris (1887):** pivotes (con forma raíz) de platino+plomo. El platino porque es muy poco reactivo y bien tolerado y recubierto de plomo por su capacidad antiséptica (aunque tiene toxicidad).

• **Berry y Lewis (1899):** implantes de espiga.



Fig.14: Tubo de oro

ERA MODERNA

Se desarrolla a lo largo del siglo XX.

• **Payne (1901):** intenta utilizar Implantes de plata, con la toxicidad ósea consiguiente.

• **Algrave (1909):** demuestra histológicamente la toxicidad de la plata sobre el hueso.

• **Greenfield (1910):** diseña una malla/cesta de iridio y oro intraalveolar.

• **Wiegele (1928):** realiza el primer diseño de un implante en forma de tornillo.

• **Venable y Strock 1936***: realizan la primera aleación bien tolerada (vitalium, Cr-Co-Mo, 30%-65%-5%).

A partir de 1937 las aleaciones mejores toleradas eran el vitallium, tantalio y titanio y se comprobó su ausencia de toxicidad.

También referenciado por Grupta⁽¹¹⁾.

• **Formiggini 1938**: crea un implante en espiral con al alambre de hélice. Se obtiene el primer éxito parcial con carga. Al principio los hacía de tantalio y luego de vitalium. (Fig. 15).

• **Dhal y Goldberg (1949)**: crean los Implantes yuxtaóseos fabricados con la aleación de Vitalium. (Fig. 16).

• **Leonard y Linkow (1962)**: crean implantes laminares. Inicialmente de acero quirúrgico y posteriormente de titanio. (Fig. 17).

• **Brånemark (1970)**: osteointegración del titanio con los implantes en forma de raíz. (Fig. 18).

A PARTIR DE BRÅNEMARK

Antes de Brånemark, la única manera de poder reponer los dientes perdidos de forma fija, tanto en desdentados totales, como en desdentados parciales, sin tener que tallar dientes próximos era el uso de las mallas de Dhal y Goldberg o los implantes de Linkow.

Brånemark era profesor de Anatomía en la Universidad de Gothenburg y descubre la integración del titanio al hueso sobre el año 1925 al colocar una cámara en la tibia de un conejo para analizar los movimientos celulares en la medula ósea. Alrededor de 1951 inicia estudios sobre el uso de implantes en desdentados. Al inicio de los años 70 empieza a obtener las primeras conclusiones y acuña el término de osteointegración.



Fig. 15:
Fomiggini.



Fig. 16: DhalGoldberg.



Fig. 17: Linkow.



Fig. 18:
Brånemark.

En la conferencia de Harvard del año 1978 el Grupo de Gothenburg presenta los estudios de Pier Igmarr Brånemark y Thomas Albrektson iniciados en el año 1951 utilizando implantes de titanio.

Se inicia una revolución extraordinaria en Odontología para la sustitución de los dientes perdidos con resultados demostrados⁽¹²⁾.

Poco después, la escuela suiza, con Schröder a la cabeza, saca sus propios resultados y define la osteointegración como una anquilosis funcional, desmontando algunos de

los principios inamovibles de Brånemark, como el cierre hermético de la herida y, sobre todo, la exposición del implante a través de la herida quirúrgica.

Una publicación interesante del año 2017 es la de Buser, donde habla de los 50 años de progreso basados en la osteointegración. En su artículo revisa los resultados de lo que había antes de Brånemark y se cuestiona los resultados de los implantes yuxtaoseos, comentando la falta de documentación de los implantes laminares. En esta publicación deja muy claro que Brånemark desde Suecia y Schroeder desde Suiza son los que Inician la implantología científica y, por lo tanto, fueron los pioneros de la Implantología Oral⁽¹³⁾.

A partir de Brånemark y Schroeder ya se tenían implantes intraóseos que se osteointegraban y ya se podían sujetar dentaduras o reponer dientes perdidos. Además, en los desdentados totales, ya no era necesario realizar las agresivas cirugías preprotésicas que se hacían anteriormente.

A este respecto, una revisión sistemática realizada hasta el año 2002 y publicada por Coulthard y Esposito concluye que, si bien no hay una clara evidencia de una menor satisfacción de los pacientes con cirugías preprotésicas para sujetar dentaduras convencionales, sí hay evidencia de que los pacientes prefieren los implantes para sujetar sus dentaduras⁽¹⁴⁾.

Está claro que el paciente que ha perdido sus dientes quiere reponerlos de la manera menos traumática posible y tener una buena retención de su prótesis.

CONFERENCIA DE HARVARD⁽¹²⁾

Se presentó el protocolo clásico y estricto de Brånemark, aunque a lo largo del tiempo, se han ido superando uno a uno casi todos los principios inamovibles de la osteointegración:

- **Esterilidad:** se mantiene, como es lógico.
- **Titanio:** sigue siendo de uso mayoritario, aunque también se emplean otros materiales con muy buenos resultados como el zirconio.
- **Implantes roscados:** son los que indiscutiblemente se emplean y con los que se obtienen los mejores resultados en la actualidad.
- **Prede paralelas:** la mayoría de autores prefiere las paredes en forma de raíz (cónicas).
- **Conexión:** la tendencia actual es el uso de conexión interna y con morse de forma casi exclusiva.
- **Superficies:** en relación a lo que preconizaba Brånemark sobre las superficies mecanizadas ha habido una verdadera revolución. El tratamiento de superficies ha conseguido los mejores resultados en cuanto a la estabilidad y la conexión implante-hueso.
- **Carga sobre los implantes:** para Brånemark era necesario un periodo libre de carga, pero, en estos momentos, según las características del terreno, la carga inmediata es algo convencional. A esto han contribuido los medios técnicos como el resonador de frecuencias para poder prever los resultados.

Partiendo de estos principios definidos por la escuela de Gothenburg vamos a simplificarlos en los paradigmas que hasta nuestros días han sido el punto controvertido de la implantología definida por Brånemark. Así, no vamos a entrar en principios como el que preconizaba de no poder hacer radiografías de control en el momento de insertar un implante, o el principio de que era imprescindible un hermetismo de la herida y el de que no era posible que asomara el cuello del implante a través de la herida.

Por lo tanto, los paradigmas inamovibles de Brånemark que vamos a considerar de entrada son los siguientes:

Paradigmas de Brånemark	{	Material	<i>(Titanio)</i>
		Forma	<i>(Roscada y cilíndrica)</i>
		Superficie	<i>(Mecanizada)</i>
		Conexión	<i>(Externa)</i>

Hoy en día, con la experiencia e investigación a lo largo de todos estos años desde Brånemark tenemos:

- A) Otros materiales.
- B) Otras formas.
- C) Otras superficies.
- D) Otras conexiones.

A) OTROS MATERIALES

- **Ti-6Al-4Va:** titanio-aluminio-vanadio es la aleación clásica del titanio grado 5 para implantes dentales porque el titanio puro (grado 1 y 2) es demasiado frágil.
- **Ti-Niobio/Ti-Tantalio:** estas son otras aleaciones que mejoran las características mecánicas y resistencia a la corrosión del titanio. Su uso sigue en fase de experimentación.
- **Biocerámica (ZrO₂):** tuvo un gran desarrollo, pero el paso del tiempo lo dejó casi olvidado. Se sigue avanzando en su investigación.



Fig. 19: Materiales de implantes.

Representación fotográfica de distintos materiales de implantes. (Fig. 19).

La gran mayoría de estudios demuestran la buena osteointegración del titanio y la alta resistencia a la desinserción frente al zirconio, como demuestra la revisión sistemática de Stefan⁽¹⁵⁾, pero el zirconio tiene mucha mayor estética junto a los tejidos blandos y si se trata la superficie del zirconio se consigue una menor adhesión

bacteriana y se mejoran las propiedades mecánicas del zirconio como nos dice Hanawa en la revista de materiales dentales en el año 2020⁽¹⁶⁾.

Otros inconvenientes del zirconio descritos por muchos autores son el estrés de compresión y las microfisuras junto a la degradación del zirconio a bajas temperaturas. Por lo tanto, como publica Cionca en 2017, el zirconio se afecta con el torque de inserción, con la masticación, y ya desde la propia fabricación y envasado del implante. De todos modos, este autor apunta el futuro del zirconio unido a la alúmina que le confiere mayor resistencia a las fracturas y menor degradación a bajas temperaturas⁽¹⁷⁾.



Fig. 20: Formas antiguas.

B) OTRAS FORMAS

Desde Brånemark, que preconizaba los implantes cilíndricos roscados de paredes paralelas, aparecieron diferentes formas de implantes (Fig. 20) y el tiempo fue dándole la razón a Brånemark sobre la necesidad de rosca, aunque le fue quitando la razón a la necesidad de usar paredes paralelas.

Con el tiempo, han desaparecido también todo tipo de implantes cilíndricos impactados. En la actualidad, los implantes cilíndricos son todos de forma cónica por el mejor reparto de los picos de carga sobre las corticales y sobre el hueso esponjoso como recuerda Huang en su estudio sobre elementos finitos⁽¹⁸⁾.



Fig. 21: Cilíndricos y cónicos.

Por otra parte, muchos autores nos dicen que, si bien la histología y la histomorfometría difieren muy poco entre implantes cilíndricos y cónicos, sí encuentran una mejor estabilidad primaria en los implantes cónicos en huesos de baja y media densidad⁽¹⁹⁾. Otros autores, como Ellis⁽²⁰⁾, sí encuentran unas mejores cifras de ISQ (estabilidad primaria) en los implantes cónicos frente a los cilíndricos en implantes inmediatos post-extracción. (Fig. 21).

C) OTRAS SUPERFICIES

Desde el inicio de la implantología, Brånemark solo usaba implantes con superficie mecanizada, pero, al poco tiempo, empezaron a aparecer nuevas superficies para aumentar el contacto implante-hueso.

El propósito de aumentar el contacto hueso-implante buscaba aumentar la superficie de contacto entre hueso e implante, aumentar la adhesión de la sangre a la superficie del implante, disminuir la retracción del coágulo y proporcionar más contacto entre los puentes de proteoglicanos que unen el tejido óseo y el implante y las células de reparación ósea (osteoblastos) con la superficie del implante. (Fig. 22).

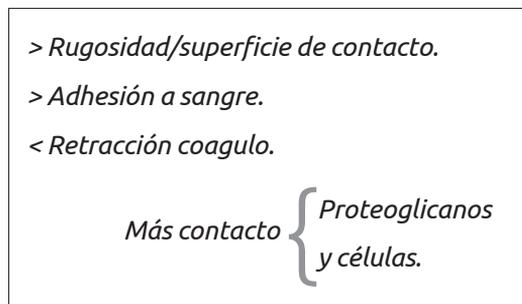


Fig. 22: Objetivo de la rugosidad superficial.

En un principio se buscaba este aumento de contacto entre hueso e implante añadiendo grano o rugosidad a la superficie del implante. Posteriormente, se conseguía esta mayor rugosidad sustrayendo partículas a la superficie del implante.

Así, coexistieron durante un tiempo tres tipos de superficies:

- Superficie mecanizada de Brånemark.
- Superficie rugosa por adición.

- Superficie rugosa por sustracción.
- Para conseguir una superficie rugosa por adición se emplearon sustancias biocompatibles.

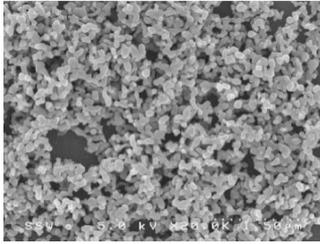


Fig. 23: Adición de hidroxapatita.

Una de ellas era la **hidroxapatita**, por ser el componente principal del hueso, que se añadía a altas temperaturas. El tiempo demostró que su incorporación al hueso hacía que desapareciera de la superficie, se produjera una inestabilidad del implante y aumentaran las posibilidades de fracaso del tratamiento implantológico. (Fig. 23).

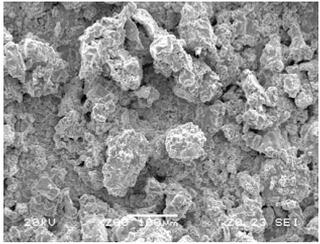


Fig. 24: Adición de plasma de titanio.

Otra forma de conseguir esta rugosidad por adición era con el **plasma de titanio** que a altas temperaturas se chorreaba en spray sobre la superficie del implante y aumentaba significativamente la superficie de contacto con el hueso. El problema que planteaba también era su desprendimiento durante la inserción o posteriormente⁽²¹⁾. (Fig. 24).

- Para conseguir un aumento de la rugosidad por sustracción también existen diferentes métodos.

El **chorreado con sílice o carbonato** es uno de los más usados y consigue un importante aumento de la superficie de contacto. Se ha usado solo o combinado con otros métodos de sustracción.

Otro método es el **grabado ácido** de la superficie del implante, que también consigue aumento de la rugosidad superficial del implante. En otras ocasiones, se usa un **doble grabado ácido**. Los ácidos más habituales son el clorhídrico y el sulfúrico. Se utilizan solos o en combinación de varios ácidos y en concentraciones patentadas por cada empresa.

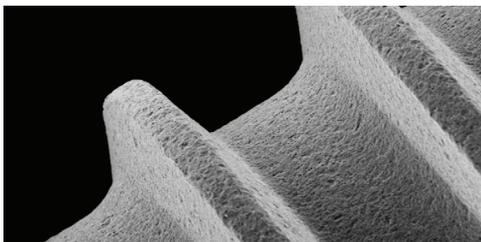


Fig. 25: Chorreado y grabado ácido.

Es habitual también la combinación del chorreado junto al doble grabado ácido como tratamiento sustractivo de la superficie del implante para aumentar la sustracción y, por lo tanto, mejorar su rugosidad y la superficie de contacto hueso implante. (Fig. 25).

Jemat (2015) describe las diferentes técnicas de aumento de la rugosidad descritas, pero también añade técnicas de tratamiento de la superficie con láser, implantación

iónica de partículas aceleradas en campo magnético, electrolisis e incluso añadido de partículas antibacterianas en la superficie de titanio⁽²²⁾.

En la figura 26 vemos el esquema de las posibilidades de aumentar la rugosidad del implante y así aumentar superficie de contacto implante-hueso.

Aumento de la rugosidad en la superficie del implante:

- Por adición: *Hidroxiapatita, plasma de titanio (se desprendía y/o reabsorbía).*
- Por sustracción: Granallado: arenado con sílice o carbonato. Óxido de titanio TiO_2 hidroxiapatita, alumina.
Grabado: clorhídrico, sulfúrico.
Chorreado de arena + grabado ácido (SLA).
Electrolisis, láser...

Fig. 26: Métodos usados para el aumento de la rugosidad.

Mayoritariamente, aunque se sigue investigando, la tendencia actual es la utilización de las superficies tratadas por sustracción.

Sirve como ejemplo la publicación de Velasco en 2021⁽²³⁾, quien compara dos superficies SLA; una con chorreado de grano grueso y grabado ácido y otra de chorreado de grano grueso con triple grabado ácido (Nanoblast Plus®) y observa que con estas técnicas de SLA mejora la osteointegración, la descontaminación de la superficie y la neoformación ósea que nos lleva a un mejor contacto entre hueso e implante.

El estudio de las superficies no se ha quedado en el análisis de la propia cantidad de rugosidad. Ha ido más allá y se han valorado otras posibilidades, como la forma total de la superficie en conjunto del implante, la propia rugosidad como elemento de fijación y osteointegración, y el empleo de sustancias en esa superficie que puedan ayudar al propósito del implante o incluso favorecer o evitar los posibles problemas que puedan aparecer en la unión entre el implante y el hueso a corto y/o a largo plazo⁽²⁴⁾.

Las investigaciones sobre las superficies se han ido dirigiendo, por lo tanto, hacia diferentes puntos, como serían analizar la función de la macrosuperficie del implante, la función de la microsuperficie que acabamos de comentar, y, últimamente, estos estudios van dirigidos hacia la función o funciones de la nanosuperficie o superficie de las microrugosidades obtenidas con los distintos tratamientos de superficie de los implantes.

La **macrosuperficie** tendría la función de proporcionar estabilidad primaria y secundaria tras la inserción del implante y la osteointegración del mismo, respectivamente.

La **microsuperficie** se encarga de proporcionar la adherencia celular y proteica con las pertinentes rugosidades conseguidas tras el tratamiento de la superficie del implante.

La **nanosuperficie** le proporciona propiedades físicas, químicas y/o biológicas, mejorando la humectación, haciendo sellado biológico, realizando acciones bacteriostáticas, etcétera. (Fig. 27).

• Macrosuperficie.	Estabilidad primaria y secundaria.
• Microsuperficie.	Adherencia celular y proteica.
• Nanosuperficie.	Efectos físicos, químicos y biológicos.

Fig. 27: Superficie y funciones.

Un trabajo interesante de Smeets (2016) confirma la función de la macrosuperficie en la estabilidad primaria y secundaria, junto a la constatación de la adherencia celular y proteica en la microsuperficie, pero donde más hincapié hace es en las funciones y posibilidades de la nanosuperficie⁽²⁴⁾.

En esta publicación refiere que:

- Con el método de la Discrete Deposición Cristalina de partículas de fosfato cálcico (CaP) se produce un aumento del 50% de la superficie y se consigue una menor adhesión bacteriana en la superficie del implante.

- La ablación por láser sobre la superficie implantaria produce unos microcanales que facilitan un importante sellado biológico por medio del tejido conectivo que se introduce fácilmente en estas estrías.

- La oxidación anódica de la superficie, por medio de una corriente eléctrica, prepara la superficie, produce una modificación electroquímica que facilita la adhesión, proliferación y formación de matriz extracelular por parte de los fibroblástica.

- El arenado inicial actúa sobre la microsuperficie creando rugosidad y el grabado con ácido fluorídrico crea una nanosuperficie que es capaz de producir una osteoinducción y osteogénesis en las células madre mesenquimales.

- Las superficies humectante e hidrofilia (hidroxiladas) favorecen la maduración osteoblástica, aceleran la osteointegración y contribuyen a la estabilidad secundaria.

- La fotofuncionalización UV favorece la hidrofilia de la superficie.

Para Smeets, el futuro estaría en mejorar las superficies con fármacos, proteínas, factores de crecimiento, osteocalcina, osteopontina, proteoglicanos, péptidos, estatinas y sclerostin (mediador entre osteoblasto-osteoclasto)⁽²⁴⁾.



Fig. 28: Implante con PRP.

El uso de PRP ya lo propone Anitua desde hace tiempo para mejorar la osteointegración de los implantes con los factores de crecimiento que llevan las plaquetas (Fig. 28). No obstante, sigue la investigación por las líneas de emplear sustancias que, en el espacio entre el hueso y el implante, puedan ayudar a la osteointegración y a la estabilidad primaria y secundaria, además de acelerar la unión implante-hueso de manera eficaz y duradera.

Los péptidos y las proteínas óseas pueden contribuir eficazmente a conseguir estos objetivos. Las estatinas, parece ser que, localmente en el hueso, liberan BMPs y el sclerostin, que regula la interacción entre los osteoblastos y los osteoclastos, podrían contener claves importantes para mejorar las superficies implantarias y los resultados de la osteointegración⁽²⁴⁾.

D) OTRAS CONEXIONES

Para Brånemark no había ninguna duda sobre las conexiones de los implantes. Esta conexión debía ser externa con su hexágono que evitaría la rotación de las restauraciones con una buena estabilidad de las restauraciones.

Con los años de uso de implantes y la investigación existente, la opinión de Brånemark ha sido ampliamente superada.

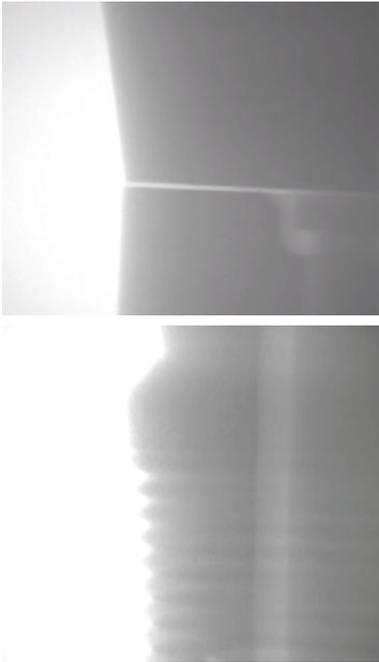


Fig. 29: CE & CI Micromovimientos.

Una publicación de Romanos, que es una revisión sistemática hasta 2013, analiza el comportamiento de una conexión externa frente a un cambio de plataforma, valorando la contaminación en la conexión, la pérdida ósea crestal y la afectación de los tejidos alrededor de la conexión y concluye que los factores que más influyen en la pérdida ósea crestal son la posición 3D del implante, la anchura de la cresta y, sobre todo, los micromovimientos de la interfase de la conexión⁽²⁵⁾. (Fig. 29).

Una publicación más reciente de Sasada (2017), donde analiza las consecuencias biológicas de las conexiones de los implantes dentales, concluye que coincide con la literatura en que existe una pérdida ósea marginal periimplantaria en la cresta ósea alveolar como consecuencia de la contaminación bacteriana de la conexión y que existe sistemáticamente una pérdida ósea crestal de 1.5-2.0 mm en las conexiones externas, pero que no hay pérdida ósea en ausencia de interfase como en la platform-switching. Además, asegura que la contaminación bacteriana de la interfase puede llevar a la periimplantitis y con el tiempo incluso al fracaso del implante⁽²⁶⁾.

Más reciente es la publicación de Caricasulo de 2018⁽²⁷⁾ que hace una revisión sistemática con metaanálisis para analizar la pérdida ósea crestal en conexión externa, conexión interna y conexión cónica tipo cono morse. Sus conclusiones son concisas y concretas:

- Existen significativas diferencias de comportamiento entre conexión externa y conexión cónica morse con una mayor pérdida ósea en la conexión externa.
- Se encuentran menos diferencias significativas entre conexión externa y conexión interna.
- Se encuentra una menor pérdida ósea en las conexiones internas, sobre todo en la conexión cónica tipo morse⁽²⁷⁾.

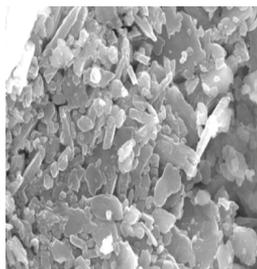


Fig. 30: Nanopartículas de titanio.

Por otra parte, como dato importante, se ha visto que en las conexiones externas e internas entre implante y aditamento existe una fatiga que llega a producir macropartículas, micropartículas y nanopartículas. (Fig. 30).

El titanio es muy bien biotolerado, pero se ha visto que las partículas menores de μm son fagocitadas por los macrófagos, estimulan las interleukinas, las citokinas y, por tanto, la inflamación localizada, además de inducir una reacción fibroblástica.

¿Qué significa esto? Pues de momento nada. Ahí está el dato. Hasta la fecha sigue siendo un material bien tolerado, pero en las grandes prótesis corporales (cadera, hombro...) la cantidad de partículas es mucho mayor que en los implantes dentales y se han detectado estas partículas en los ganglios distantes que drenan la zona del implante⁽²⁸⁾.

Más paradigmas de Brånemark modificados:

- Tiempo de cicatrización.
- Tiempo de espera.

Nueva tecnología:

- Diagnóstico por imagen.
- Mejoras en la planificación.
- Software de planificación.
- Estereolitografía.
- Era digital:
 - Escáner intraoral, escáner extraoral.
 - Software de diseño.
 - Realidad aumentada, realidad virtual.
 - Metaverso.

TIEMPO DE CICATRIZACIÓN

En los primeros años de la implantología era necesario respetar el tiempo de cicatrización del hueso desde que se perdía o extraía el diente hasta que podíamos colocar el implante con su diente y poder hacerlo entrar en función, es decir, no se podía insertar el implante en el mismo momento de realizar la extracción del diente. Principio inamovible para Brånemark que ha ido superándose ampliamente a lo largo del tiempo.

TIEMPO DE ESPERA

Otro de los grandes paradigmas de Brånemark era el tiempo necesario desde que se coloca el implante hasta su carga o entrada en función.

Lo que sigue siendo cierto es que al inicio de la implantología los pacientes querían las prótesis para “antes de ayer” y hoy en día, los pacientes siguen queriendo los dientes

perdidos para “antes de ayer”. En esto no ha habido grandes cambios; es más, ahora nos lo exigen nuestros pacientes.



Fig. 31: Colocación de una corona.

Para Brånemark, entre la pérdida del diente y la reposición del mismo sobre el implante y su entrada en función, había que esperar ciertos periodos de tiempo inamovibles, mientras que el paciente mantenía una mala estética y una mala función. (Fig. 31).

Entre la extracción de un diente o un resto radicular y la colocación del implante el hueso tenía que cicatrizar previamente y se empezó recomendando esperar, como mínimo, entre 9 y 12 meses. Posteriormente, este tiempo se fue rebajando a cuatro o seis semanas, para no perjudicar la reparación ósea según se fue viendo en los resultados de las investigaciones.

Una vez colocado el implante, era necesario respetar un tiempo de curación hasta la segunda fase quirúrgica, que Brånemark empezó estimando en tres meses para arcada inferior y seis meses para la arcada superior por su diferente densidad ósea. La investigación demostró, progresivamente, que no era necesario esperar tanto tiempo y se rebajó el tiempo a 6-8 semanas desde la colocación del implante.

Pero la cosa no quedó ahí.

En 1990, Nail obtuvo un éxito de supervivencia de implantes parecido a Brånemark (92%-97%) colocando implantes inmediatos postextracción⁽²⁹⁾.

En 1997 Backer unifica la primera y la segunda cirugía de implantes con éxitos del 95%⁽³⁰⁾.

En este mismo año, Schinitman obtiene un 93% de supervivencia colocando implantes de Brånemark con carga inmediata. Es decir, unificando la primera y la segunda fase propuesta por Brånemark, colocando una prótesis provisional que suponía la realización de una carga inmediata en contra de los principios propuestos por el propio Brånemark⁽³¹⁾.

De este modo, podemos decir que hasta los años 90 se identificaron mejor las indicaciones de la implantología según el grado de edentulismo y el tipo de prótesis a realizar. Se observaron mejor los diferentes sectores óseos de la cavidad bucal con sus distintas densidades y se analizaron mejor las formas de predictibilidad de resultados de los implantes y las prótesis soportadas por los implantes.

Del mismo modo, mejoraron los medios diagnósticos de planificación y valoración radiológica de la implantología y del seguimiento de la osteointegración.

Mejoraron mucho las diferentes técnicas de inserción de implantes y mejoró también el porcentaje de supervivencia de los implantes.

Con el tiempo se fueron aportando muchas mejoras en las prótesis adecuadas a los implantes y al reparto de las cargas y su distribución en la oclusión de los pacientes.

Desde los años 90 en adelante fueron muchos los logros y los cambios de lo que hasta la fecha se había concebido sobre la implantología porque se utilizaron los nuevos conocimientos sobre la biología ósea analizándose lo que acontecía alrededor de los implantes. Mejoró mucho la técnica quirúrgica de inserción de implantes y las velocidades de fresado biológico. Despegó el estudio del tratamiento de superficies y, además, empezaron a utilizarse nuevos avances tecnológicos aplicados a la implantología.

En relación a la biología ósea y las técnicas quirúrgicas, ha habido grandes cambios en cuanto al conocimiento de la reparación ósea y el uso de factores de crecimiento sobre el empleo de células madre en nuestro territorio. Se ha avanzado mucho en el conocimiento y la fisiología de la organización del coágulo sanguíneo y sus fundamentos en la neoformación ósea. Hemos ido avanzando en el conocimiento de la interacción entre el osteoblasto y las nuevas microsuperficies. Se ha ido avanzando mucho en cuanto al uso de nuevos biomateriales y la regeneración tisular guiada. Hemos conseguido que sea casi una rutina el uso de técnicas sobre el seno maxilar. Hemos mejorado también en el manejo de los defectos óseos, grandes, medianos o pequeños. Hemos mejorado también en el manejo de las remodelaciones óseas maxilares, tanto en aumento óseos horizontales, como en aumentos verticales y desarrollo de encofrados...^(32, 33, 34), así como en el uso de membranas reabsorbibles (colágeno), no reabsorbibles (PTFE) y de quitosano⁽³⁵⁾.

También se ha mejorado en el empleo de rellenos con biomateriales osteoconductores y osteoinductores y en el uso de plasma rico en factores de crecimiento o de plaquetas (E. Anitua), plasma rico en fibrina y leucitos L-PRG (Choukroun), morfoproteínas óseas BMP, etcétera⁽³⁶⁾.

Quedaron definidas las diferentes técnicas que se aplicaban según el caso y el cirujano.

- CARGA DIFERIDA (3-6 meses) (Brånemark).
- CARGA PRECOZ (6-8 semanas).
- CARGA INMEDIATA (24-48 h. hasta 7 días).
- CARGA INMEDIATA POSTEXTRACCIÓN (24-48 h.).

Pero esta clasificación ha sido modificada por el paso del tiempo y en la actualidad han cambiado un poco los tiempos.

De hecho, Chen, en una publicación bastante reciente, hace una revisión sistemática con metaanálisis de ensayos clínicos randomizados en 2019 donde analiza las diferencias entre los distintos tipos de carga sobre implantes que se han publicado hasta la fecha y define la siguiente clasificación observada en los trabajos:

- **Carga inmediata:** aquella que se produce a lo largo de la primera semana desde la colocación de los implantes.
- **Carga precoz:** cuando la carga se realiza la primera y la octava semana desde la colocación de los implantes (1-8 semanas).
- **Carga convencional:** cuando la carga se realiza más allá de la octava semana desde la inserción de los implantes (más de 8 semanas).

En relación a la supervivencia de los implantes con estos distintos tipos de carga, Chen obtuvo las siguientes conclusiones⁽³⁷⁾:

- La supervivencia de los implantes es parecida entre los implantes con carga inmediata y los implantes con carga precoz.
- Existe un mayor riesgo de pérdida de implantes en los implantes con carga inmediata comparados con los implantes con carga convencional.
- No encuentra diferencias en la pérdida ósea o sondaje entre la carga inmediata y la carga convencional.

La cicatrización del hueso antes de colocar el implante también ha tenido controversia, puesto que la colocación del implante en el mismo momento de la extracción disminuye el tiempo de espera del paciente.

A este respecto, la supervivencia de los implantes inmediatos postextracción tiene un grado muy elevado (98-99%), casi como los diferidos según nos muestra Lang en su revisión sistemática hasta 2010⁽³⁸⁾, y resultados muy estéticos en sectores anteriores, siempre que cumplan una serie de requisitos concretos como describía Buser en el año 2000, sobre todo en sectores anteriores⁽³⁹⁾.

Tenemos un trabajo de revisión sistemática con metaanálisis de todo lo publicado hasta noviembre de 2016, bastante reciente y publicado por Mello en 2017, donde valora la supervivencia de los implantes inmediatos postextracción (IIFE) y los implantes colocados en hueso cicatrizado (implantes diferidos)⁽⁴⁰⁾.

La conclusión de esta revisión de Mello es que existe una mayor pérdida de implantes en los IIFE frente a los implantes colocados en hueso cicatrizado, siendo una pérdida estadísticamente significativa⁽⁴⁰⁾.

Nuevas tecnologías

Las nuevas tecnologías han aportado mucho en los últimos años en el campo de la implantología.

- Mejoras en el diagnóstico por imagen.
- Mejoras en la planificación.
- Desarrollo de software de planificación.
- Estereolitografía.
- Mejoras en la técnica de ejecución:
 - Para evitar errores a mano alzada.
 - Para mejorar la precisión.

MEJORAS EN EL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Con la radiología convencional intraoral y extraoral que existían cuando Brånemark presentó los implantes osteointegrados no era suficiente para una perfecta planificación y ejecución de la técnica. Se disponía de radiografías panorámicas, telerradiografías, radiografías periapicales y las tomografías convencionales. Prácticamente empezamos a realizar la planificación de los implantes con planos tomográficos a distintas profundidades y calculando las distancias de la magnificación con diferentes artilugios con medida conocida, como podía ser una bolita metálica de diámetro conocido (Fig. 32). Posteriormente, aparecieron las plantillas de implantes con diferentes magnificaciones de los aparatos.

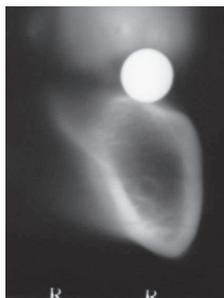


Fig. 32: Bolita de metal.

La verdad es que eran unas planificaciones heroicas que no tenían una excesiva precisión, pero sí una gran dosis de prudencia. Hay que reconocer que, en la actualidad, nadie pondría implantes con aquellos escasos e inexactos medios diagnósticos.

¿Podríamos llamar temerarios a los profesionales de aquella época? Pues no, porque era lo mejor que había y, además, era lo único que había.



Fig. 33: Plantillas de medición.

Afortunadamente, aparecieron diferentes plantillas transparentes (Fig. 33) a la escala de las diferentes magnificaciones que tenían los aparatos radiográficos. Con ellas, no es que fueran más exactas las planificaciones, pero sí evitaban tener que hacer cálculos numéricos para extrapolar las mediciones obtenidas a las mediciones reales.

El diagnóstico por imagen es considerado imprescindible en la actualidad para cualquier tipo de tratamiento implantológico que se vaya a realizar.

Muchos son los trabajos publicados que nos indican la necesidad de un buen diagnóstico por imagen para poder evaluar correctamente la variabilidad de la anatomía ósea maxilar y mandibular en presencia y en ausencia de dientes y así poder evitar las posibles complicaciones que pueden suceder durante y después de la colocación de implantes en zonas anatómicas de riesgo.

Entre otros, tenemos el trabajo de Magat de 2020, quien hace un estudio radiomorfométrico mandibular y estudia la prevalencia y el grado de inclinación de la cortical lingual desde premolares hasta los molares inferiores para subrayar la necesidad de conocer perfectamente esta anatomía y así poder evitar perforaciones de la cortical lingual al colocar implantes⁽⁴¹⁾.

Con anterioridad, Herranz en 2016, en un estudio retrospectivo, analizó la morfología mandibular y el grado de inclinación de la cortical lingual, recomendando un estudio radiográfico previo como imprescindible antes de planificar cualquier tratamiento implantológico a nivel mandibular para evitar posibles complicaciones como perforación de la cortical, lesiones vasculares o lesiones nerviosas⁽⁴²⁾.

Podríamos decir lo mismo si hablamos de la arcada superior, pero existen menos publicaciones porque hay pocas complicaciones. En una revisión Hong y Cols⁽⁴³⁾ publican las posibles complicaciones al colocar implantes debajo del seno maxilar y dentro de la poca frecuencia de complicaciones aportan un caso de hemorragia masiva durante la colocación de implantes que solucionaron positivamente y afirman que es necesario un buen estudio radiográfico para poder conocer el trayecto de la arteria alveolar posterior superior.

MEJORAS EN LA PLANIFICACIÓN

A través de las tomografías computarizadas mejoraron en gran manera los diagnósticos y las planificaciones en implantología, ganando en precisión, comodidad y tranquilidad para el profesional.

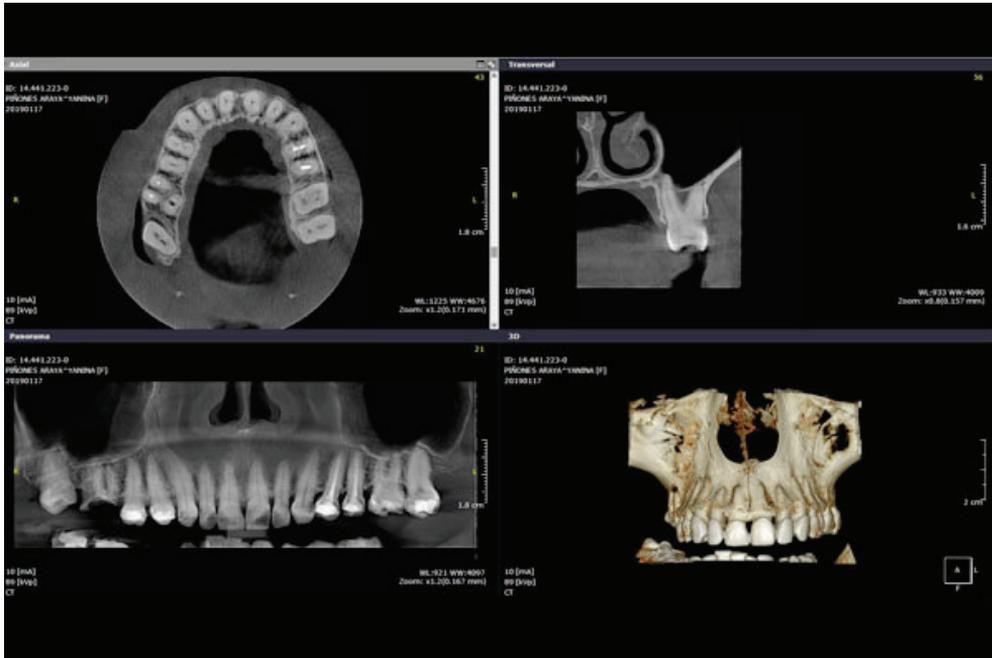


Fig. 34: CBCT con reproducción tridimensional.

Con los nuevos aparatos tomográficos de haz cónico, Tomografía Computarizada de haz cónico (CBCT), mejoró el diagnóstico y, por tanto, las posibilidades de aparición de complicaciones. Acabaron convirtiéndose en aparatos imprescindibles en la clínica de muchos profesionales. Con los distintos cortes se podían evitar las zonas de riesgo y dejar márgenes suficientes para obtener los mejores resultados, además de tener una representación real del hueso del paciente.

Las imágenes tridimensionales obtenidas ayudaron enormemente al profesional a la hora de localizar el lugar idóneo para el implante, su orientación y posicionamiento espacial de los implantes, pero todo ello sabiendo el lugar que deben ocupar exactamente en el propio hueso del paciente y salvando o evitando todos los accidentes anatómicos de riesgo que podían hacer fracasar el tratamiento implantológico que se estaba planificando.

Estas pruebas diagnósticas y esta planificación, tan necesarias para llevar a cabo el tratamiento sobre el paciente, se podían hacer de forma totalmente inocua y absolutamente nada invasiva. (Fig. 34).

DESARROLLO DE SOFTWARE DE PLANIFICACIÓN

A partir de aquí, empezaron a desarrollarse los softwares de planificación donde se unían el CBCT real del paciente con su representación tridimensional y la librería de implantes de diversas marcas con sus dimensiones en 3D.

Con estos softwares, el profesional podía ver, sobre el propio hueso del paciente en diferentes cortes, como quedarían los implantes una vez insertados. Visión en las tres dimensiones del espacio y viendo los diferentes accidentes anatómicos para poder evitarlos. (Fig. 35).

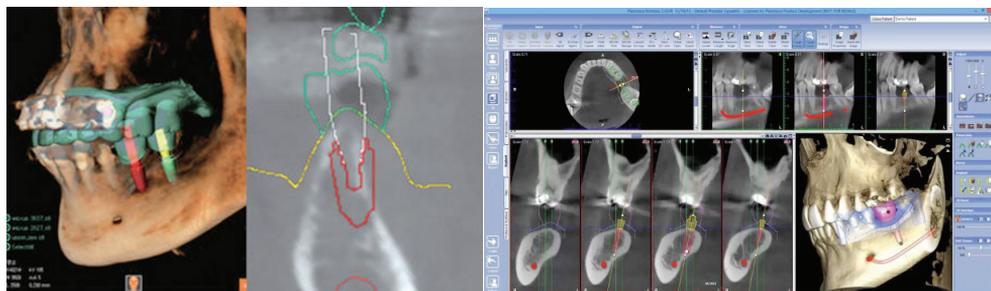


Fig. 35: Software de planificación 3D.

Era un gran avance. Se podían hacer mediciones de distancias y colocar, de forma visual la misma marca y modelo de implante que queríamos colocar al paciente. Todo esto lo podíamos ver en el ordenador mientras planificábamos el caso. Ya no era una planificación en la cabeza del profesional que luego llevaría a la boca del paciente según su experiencia. Lo podía ver y modificar en el ordenador antes de llevarlo a la boca del paciente.

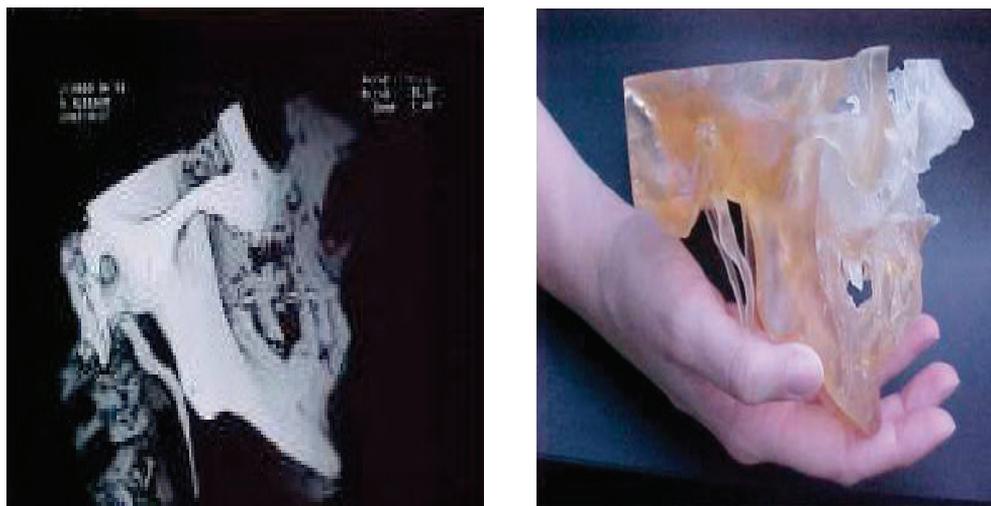


Fig. 36: Estereolitografía y su impresión.

ESTEREOLITOGRAFÍA

Una vez teníamos la posibilidad de planificación a través del ordenador, todavía teníamos casos comprometidos en los que, al realizarse sobre el paciente, nos podían llevar a alguna situación no deseada. La idea de poder realizar la cirugía de forma preclínica (como ensayo) antes de realizarla sobre el paciente apareció como una buena alternativa. Con la incorporación de las impresoras 3D se podía imprimir el modelo estereolitográfico exacto del hueso del paciente sobre el que se podía ensayar la in-

tervención antes de realizarla sobre el paciente. De esta forma, se podían ver los fallos de la técnica y mejorarlos para realizar la cirugía con mayor seguridad y sabiendo los inconvenientes que íbamos a encontrar.

Quizás esto se utilizaba en otras cirugías bucales más que en la cirugía de implantes, pero teníamos la posibilidad de hacerlo. (Fig. 36).

Mejoras en la técnica de ejecución

Está claro que la innovación tecnológica no se detuvo en este punto. Todavía queríamos tener mayor seguridad a la hora de insertar los implantes, porque la mano del operador podía influir en lo planificado y modificar el lugar y la inclinación del implante, pudiendo quedar de forma diferente a lo planificado.

A través del software de planificación no fue muy complicado conseguir la realización de plantillas individualizadas directamente desde el CBCT donde habíamos hecho la planificación con la marca del implante que habíamos escogido para el caso.

Con estas plantillas se pretendían dos cosas muy concretas:

- Evitar los posibles errores que se cometían a mano alzada.
- Conseguir mejorar la precisión de lo que habíamos planificado.

Estas plantillas permitían colocar el implante en el lugar exacto que habíamos decidido y realizar el fresado del hueso en la dirección espacial específica para cada implante y la inserción del mismo.

Aparecieron dos tipos de técnicas con plantillas que dieron nombre a dos tipos de técnicas de cirugía guiada (posteriormente se calificaría como CIRUGIA GUIADA ESTÁTICA) que se denominaron:

- **Cirugía parcialmente guiada:** en esta técnica se usan plantillas que sirven para iniciar el fresado en el lugar planificado, pero el resto de fresado se realiza a mano alzada por el operador. En este caso, las plantillas nos sirven a inicio de la cirugía, pero el fresado y la inserción del implante solo sirven de orientación al profesional. (Fig. 37).

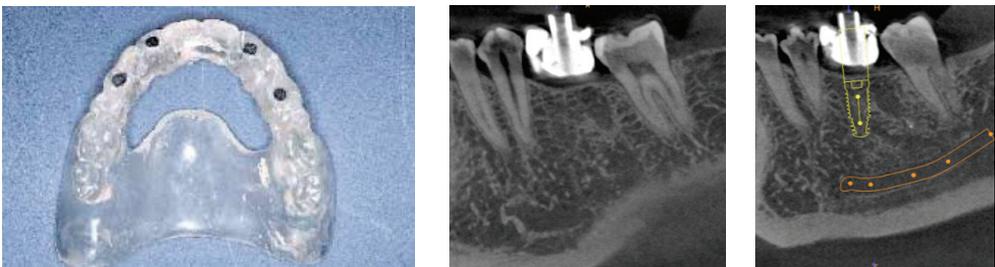


Fig. 37: Férula para cirugía parcialmente guiada.

- **Cirugía totalmente guiada:** esta técnica usa plantillas que se anclan a la arcada y que tienen unos aros metálicos en el lugar donde se han planificado los implantes y que permiten fresar en una sola dirección, que es la dirección planificada. Además, nos sirven de guía para la inserción del implante a través de los mismos una vez terminada la secuencia de fresado. Se utilizan desde que se ancla a proceso alveolar y el inicio del fresado hasta que los implantes están totalmente insertados en la arcada. (Fig. 38). Una vez insertados los implantes, se retira el anclaje de la férula para retirarla.

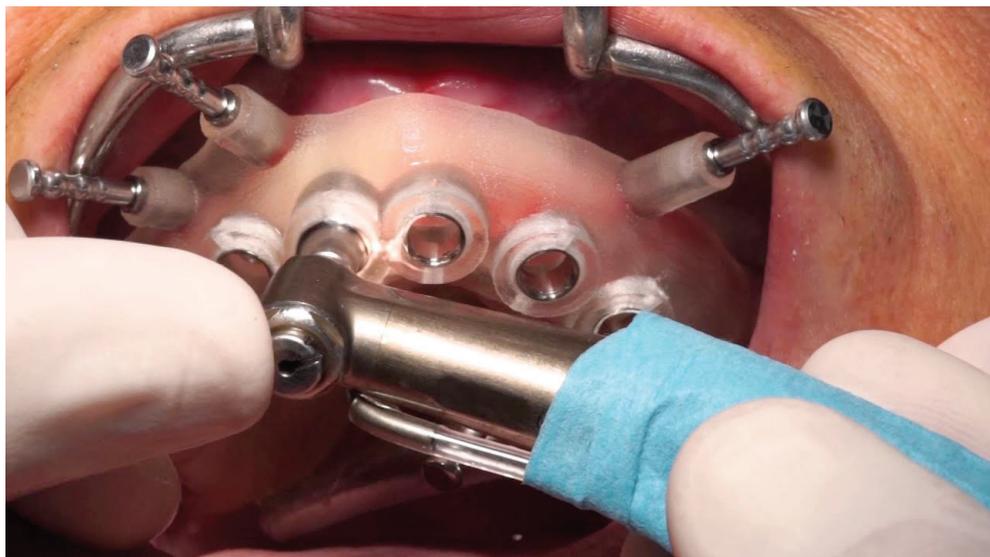


Fig. 38: Férula para cirugía totalmente guiada.

Marlière⁽⁴⁴⁾, en 2018, hace una revisión sistemática entre 2011 y 2016, analizando el grado de precisión encontrado al utilizar cirugía guiada en pacientes totalmente edéntulos.

Aplica unos criterios de inclusión y exclusión muy estrictos y cuantifica las desviaciones obtenidas entre la planificación virtual de los implantes y el lugar real donde se quedaron los implantes una vez colocados con la cirugía guiada.

Las medidas que analizaron fueron las siguientes (Fig. 39):

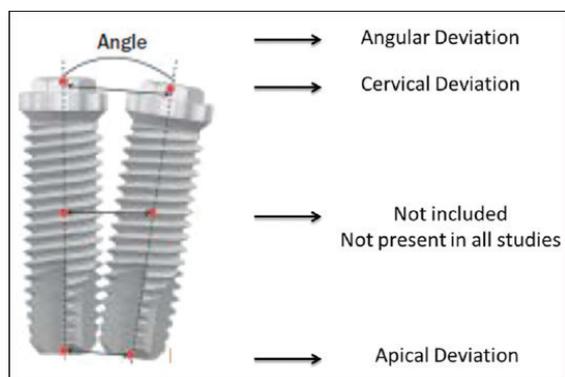


Fig. 39: Esquema de medidas analizadas.

Desviación del cuello: lugar donde estaba previsto virtualmente y lugar donde quedó el cuello del implante.

Desviación del ápice: lugar donde estaba previsto virtualmente y lugar donde quedó el ápice del implante.

Desviación angular: grados de desviación del eje del implante planificado y el eje del implante real que lleva el paciente tras la cirugía medido en la cabeza del implante.

En sus resultados encuentra:

-Una desviación cervical media de unos 0.91 mm,

-Una desviación apical media de unos 1.13 mm.

-Una desviación angular del eje de los implantes de unos 2,6 grados (en la cabeza del implante, con lo que puede suponer de desviación en el ápice del mismo).

Las causas de estas desviaciones, para Marlière, pueden ser debidas a varios sesgos, desde la toma de datos hasta su ejecución en boca:

- Posible error en la adquisición, procesado y manipulación de las imágenes CBCT, que pueden llegar a ser de unos 0,5 mm.
- Deformaciones que se hayan podido producir en las guías quirúrgicas por error del propio software, calculado en unos 0,1-0,2 mm.
- Un ajuste inadecuado de las guías en el momento de colocarlas en boca y fijarlas.

De todos modos, en este trabajo se apunta una gran mejora en la precisión de estos parámetros, puesto que en estudios anteriores las cifras eran mucho mayores que las obtenidas en su revisión⁽⁴⁴⁾.

Esto nos dice que han ido mejorando los medios de obtención y manipulación de imágenes, así como la fabricación de las férulas y la manera de facilitar su ajuste en boca.

A este respecto, otro trabajo interesante es el de Naeini⁽⁴⁵⁾, publicado en 2020, quien analiza la literatura sobre el grado de precisión de la cirugía guiada total o parcial y protesta por la falta de rigor de una gran mayoría de trabajos publicados por su inconsistente calidad metodológica.

Analiza los mismos parámetros que Marlière, pero en los dos tipos de cirugía guiada, tanto en la parcialmente guiada, como en la totalmente guiada. (Fig. 40).

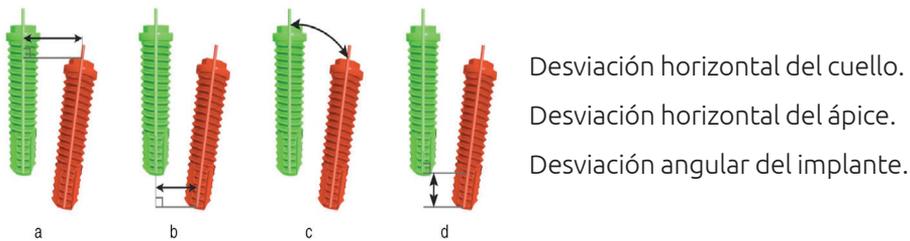


Fig. 40: Esquema de medidas analizadas.

Los resultados de las desviaciones obtenidos en la cirugía totalmente guiada son:

- 1,00 mm en relación a la desviación horizontal de la cabeza del implante.
- 1,23 mm en relación a la desviación horizontal del ápice del implante.
- 3,13 grados en relación a la desviación angular.

Mientras que los resultados de las desviaciones en la cirugía parcialmente guiada son:

- 1,44 mm en relación a la desviación horizontal de la cabeza del implante.
- 1,91 mm en relación a la desviación horizontal del ápice del implante.
- 4,3 grados en relación a la desviación angular.

A pesar de que los resultados son mejores en la cirugía totalmente guiada, como cabía esperar al estar menos sujeta a la mano del operador, todavía es mucha la desviación existente en estos parámetros, puesto que 3 grados de desviación de la cabeza del implante supone mucha desviación en su ápice, así como la desviación en horizontal de 1 milímetro en la cabeza del implante o la desviación de más de 1 milímetro en el ápice del implante en relación a lo planificado⁽⁴⁵⁾.

Es por eso que, en la actualidad, las casas comerciales que facilitan la planificación y construcción de las férulas de cirugía guiada nos obligan a firmar un consentimiento firmado de responsabilidad sobre la planificación y el tratamiento quirúrgico. Por lo que el profesional asume toda la responsabilidad del tratamiento y sus resultados.

Pero la tecnología aplicada a la implantología sigue avanzando porque la digitalización empleada en Odontología hace que avancen todas las disciplinas odontológicas, entre las que se encuentra la cirugía de implantes.

Utilizando puntos de referencia fijos, captados por una cámara que interactúa con el software de planificación con base de referencia en el CBCT, podemos ver, en tiempo real y sin férulas, el posicionamiento en las tres direcciones del espacio, de las fresas y del implante sobre el propio TAC del paciente mientras estamos actuando sobre el paciente. Es lo que se ha denominado cirugía guiada dinámica o por navegación, a diferencia de la que utiliza férulas o guías quirúrgicas, que es la cirugía guiada estática. (Fig. 41, 42 y 43).



Fig. 41: Cirugía guiada dinámica o por navegación.

Está claro que la realización de estas cirugías, donde es la pantalla del ordenador la que nos indica la inclinación espacial de nuestra fresa sobre el hueso de nuestro paciente y el lugar exacto donde hemos planificado insertar el implante, supone un avance indiscutible y disminuye los elementos a utilizar para la cirugía. No hay férulas quirúrgicas, no hay ancor-pins de anclaje, tan molesto para el postoperatorio del paciente, aunque tiene otros elementos que se van haciendo cada vez más pequeños y menos incómodos/molestos de manejar para el operador.

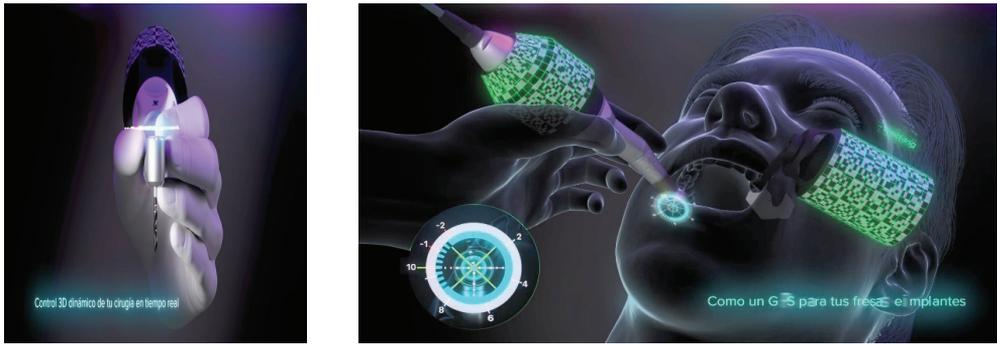


Fig. 42: Cirugía guiada dinámica o por navegación.

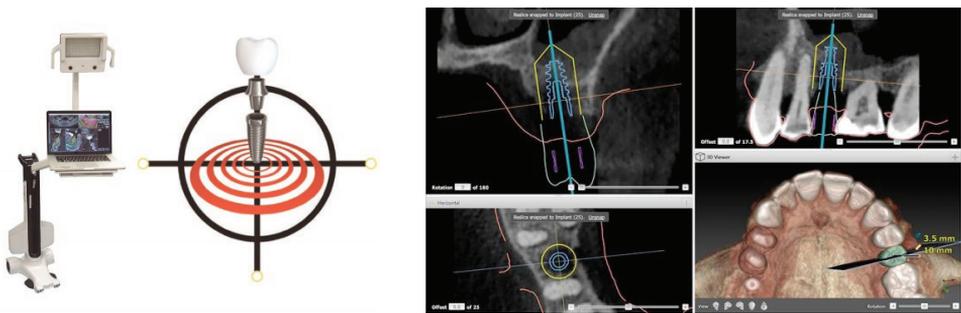


Fig. 43: Cirugía guiada dinámica o por navegación.

En 2017 Block⁽⁴⁶⁾ analiza y compara las desviaciones de la cabeza del implante, la desviación del ápice del implante y la desviación angular del eje del implante entre lo planificado y su resultado en boca entre todas las técnicas de inserción de implantes, comparando los resultados entre:

- La cirugía totalmente guiada (Full Guided. FG).
- La cirugía parcialmente guiada (Parcial Guided. PG).
- La cirugía por navegación (Navigation Guided. NG.).
- La cirugía a mano alzada (Free Hand. FH).

Curiosamente, existen desviaciones en todas las formas de inserción de implantes, pero lo curioso es que la que menores desviaciones obtiene en todas las medidas analizadas es la cirugía por navegación. Pero eso no es todo, lo importante es que los resultados de menor desviación sobre lo planificado en todas las medidas son resultados estadísticamente significativos con una $p < 0,05$.

Sorprendentemente, Mediavilla⁽⁴⁷⁾, en una publicación más reciente, pero en un estudio *in vitro*, compara los resultados entre la cirugía guiada con férula y la cirugía dinámica o por navegación y sus resultados no son comparables con los obtenidos por Block:

La desviación media coronal es ligeramente menor en la cirugía guiada por férula frente a la cirugía por navegación o dinámica. Igual sucede con la desviación media apical, que también es algo menor con la cirugía guiada con férula frente a la cirugía dinámi-

ca. El peor resultado es el de los grados de desviación del eje del implante que son el doble de grados con la cirugía por navegación. Esto último supone una gran variación del ápice del implante. (Fig. 44).

Mediavilla reconoce que en la literatura se habla en la mayoría de publicaciones clínicas de la mejor precisión de la cirugía por navegación frente a las férulas y frente a la técnica a mano alzada y que en este trabajo, al ser un estudio *in vitro*, posiblemente NO ES comparable con la realidad clínica.

	Navegación guiada	Férula guiada
Desviación media coronal	0.85	0.78
Desviación media apical	1.18	1.20
Desviación media angular	4.0°	2.95°

Fig. 44: Técnicas y desviación coronal, apical y angular.

También apunta que la cirugía por navegación necesita curva de aprendizaje + según cada clínico (explicaría estos resultados)⁽⁴⁷⁾.

Igual que Marliere⁽⁴⁴⁾, sugiere que la cirugía con férula puede tener un sesgo debido a su fabricación y ajuste, señalando que en la cirugía por navegación, el sesgo está en el operador⁽⁴⁷⁾.

Lo que sí deja claro Mediavilla es que la cirugía por navegación deja muchísimo más espacio en la boca, que puede ser interesante en casos de escasa apertura bucal del paciente o en sectores posteriores con dientes en la arcada contralateral.

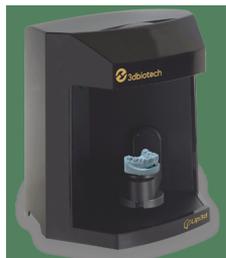
En último lugar, pero no menos importante, Mediavilla nos comenta que otra ventaja de la cirugía por navegación es la posibilidad de poder modificar el planing sobre la marcha porque no estamos encorsetados con la férula que impide cualquier modificación⁽⁴⁷⁾.

ERA DIGITAL

Sin pensar más allá de entre todas estas técnicas que acabamos de comentar, que han ido evolucionando y mejorando en sus resultados, la Odontología se ha visto sumergida en la era digital, a pesar de que de entrada parecía que iba a ser difícil para nuestro campo.

Cada vez son mejores los aparatos de toma de imágenes radiográficas. La aparatología CBCT va mejorando día a día y, por lo tanto, van disminuyendo los posibles sesgos en la obtención de la imagen ósea del paciente a partir de la cual vamos a planificar todo el tratamiento.

A la mejora de los aparatos CBCT se unió la introducción y mejora de los escáneres de sobremesa que escaneaban los modelos de escayola o, directamente, escaneaban la impresión tomada de la boca del paciente (Fig. 45). El paso de las impresiones a modelos de escayola ya tenía su sesgo que se sumaba al sesgo que se podía producir al escanear el modelo de escayola, bien por escáner de contacto o bien con el escáner de luz. A pesar de todo, el escaneo de las impresiones también tenía un pequeño sesgo.



1. Escáner de modelos de escayola.



2. Escáner de contacto.



3. Escáner de impresiones.

Fig. 45: Escáneres de sobremesa: 1. Óptico; 2. De contacto; 3. De impresiones.

ESCÁNER INTRAORAL

La aparición de los escáneres intraorales como representación digital de la arcada dentaria con sus espacios edéntulos y sus dientes remanentes ha sido una mejora más en la obtención de datos de la boca del paciente con el menor sesgo posible. Cada día van mejorando los nuevos modelos de escáneres intraorales que aparecen en el mercado. (Fig. 46).



1. Escáner intraoral.



2. Escáner intraoral inalámbrico.



3. Escaneado intraoral.

Fig. 46: Escáner intraoral: 1. Con cable; 2. Inalámbrico; 3. Imagen obtenida.

La fusión de los archivos radiográficos (los más usados son los DICOM) y los archivos de imagen del escáner intraoral (los más usados son los STL, pero también los PLY y OBJ) han hecho posible mejorar la planificación de los tratamientos en un solo software. (Fig. 47).

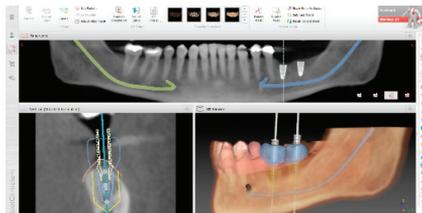
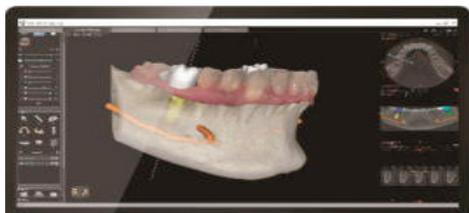


Fig. 47: Fusión CBCT y escáner intraoral con software de planificación.

El uso de la fotografía ha sido importante en Odontología desde hace mucho tiempo. En la digitalización del paciente sigue teniendo su función puesto que es importante poder referenciar el escaneado intraoral con referencias faciales.

ESCÁNER EXTRAORAL

Con la aparición de los escáneres extraorales podemos posicionar el escaneado intraoral con la información de las fotografías 2D y referenciarlo a su vez con la cara del paciente en 3D. (Fig. 48).

Por lo tanto, otra mejora añadida a los softwares de planificación es la posibilidad de fusionar el escaneado intraoral con imágenes faciales del paciente por medio de archivos fotográficos 2D (RAW, o mejor, JPEG o TIFF) de la cara del paciente y con las imágenes de la cara del paciente por medio de archivos obtenidos con los escáneres faciales 3D.

Este escaneado facial se puede realizar desde el mismo aparato de CBCT que incorpora el escáner facial (según el modelo de CBCT), o bien lo puede obtener el clínico en la propia consulta con un escáner facial extraoral.

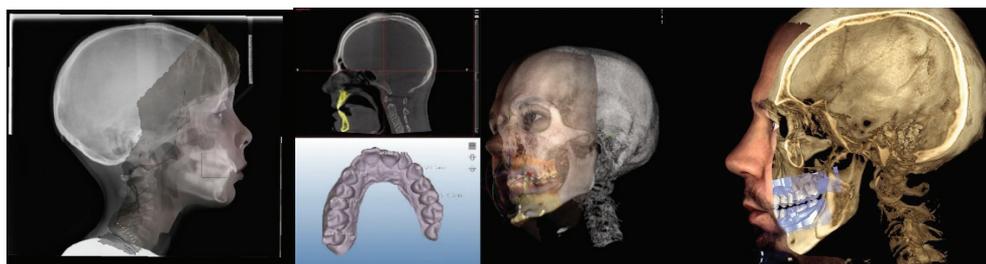


Fig. 48: Integración de CBCT, escáner facial y escáner intraoral.

Por lo tanto, en la actualidad podemos fusionar los archivos DICOM de la situación ósea del paciente con los archivos STL del escáner intraoral superpuesto a la imagen del TAC y, a su vez, fusionarlos con los archivos de la imagen de la cara del paciente por medio de archivos fotográficos 2D y con archivos de escáner facial 3D. De ahí que podemos oír hablar del diseño de sonrisas facialmente guiado.

SOFTWARE DE DISEÑO

Está claro que la fusión/integración de todo este tipo de archivos debe manejarse con softwares específicos de diseño que cada vez van siendo más asequibles para el clínico a pie de sillón.

Estos softwares llevan tiempo siendo utilizados por protésicos y por odontólogos con interés por el tema digital. No obstante, los hay más específicos de protésicos y otros para dentistas que no quieren meterse excesivamente en las labores de laboratorio. Estos últimos serían los de elección para los dentistas. Entre estos últimos, empezaron los softwares de la propia casa del escáner intraoral, como es el de 3Shape (Dental System), que fue el pionero de todos, pero, con el tiempo, van apareciendo nuevos escáneres y nuevos softwares que pueden ser utilizados para una gran cantidad de trabajos a pie de sillón. No solamente son capaces de planificar un tratamiento implantológico, sino que pueden planificar su férula quirúrgica y, a la vez, planificar la prótesis del caso. Pero, no solamente pueden ser utilizados para la implantología, sino que son capaces de planificar prótesis fija, carillas, férulas de descarga, prótesis removibles de resina e incluso prótesis esqueléticas. El problema de muchos de estos softwares es:

- El elevado coste y mantenimiento anual.
- Que son softwares cerrados y no suelen admitir todo tipo de archivos para su integración y para trabajar con ellos.

Recientemente, Kern⁽⁴⁸⁾ hace una evaluación de varios softwares de diseño y planificación desde los archivos DICOM, al envío y manufacturación de las férulas de cirugía guiada donde concluye que:

- Todos comparten el uso de archivos DICOM como base para la planificación.
- No todos usan archivos STL para transmitir la información de confección de las férulas.
- Casi todos permiten realizar modificaciones en la planificación y la impresión en la propia impresora del profesional.
- Los softwares más recientes van siendo cada vez más abiertos a permitir usar todo tipo de archivos, permitir la implicación del profesional en las planificaciones y, sobre todo, permitir la impresión en la consulta del profesional.



Fig. 49: Impresora 3D.

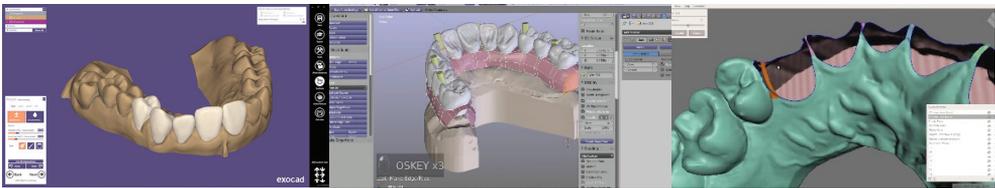
Con la entrada de las impresoras 3D (Fig. 49) y de las pequeñas frezadoras en las consultas odontológicas, el uso de estos softwares es cada vez más utilizado, tanto los cerrados, como los abiertos.

El problema con los softwares abiertos seguía siendo su elevado coste y su mantenimiento para tener todas las actualizaciones que son constantes, como es lógico. Eran demasiado elevados para el uso habitual que el profesional le iba a dar en su clínica.

Entre los abiertos, los más completos y versátiles son los más caros. Los más baratos son mucho menos completos y son más difíciles de manejar por el odontólogo.

Uno de estos softwares, que es de lo más completo del mercado, es el **Exocad**, con un coste bastante elevado, pero de muy fácil manejo; seguido del **Blended for Dental**, que es bastante más barato (B4D); y el **BlueSkyBio**, también con precio más económico y bastante completo.

Cada vez van siendo más asequibles y ya existen algunos softwares que son gratuitos y solo se paga por el trabajo encargado. Así, tenemos como software gratuito el **BlueSkyPlan**, que es menos completo que el BskBio, pero es útil en la clínica diaria, el **Meshmixer** y el **Fusion 360**. Estos dos últimos son menos versátiles y de entrada fueron creados para ingeniería y diseño industrial, pero ahora se usan en Odontología Digital. El que más uso tiene es el **Meshmixer**, pero, de momento, es poco versátil y poco intuitivo en cuanto a su uso. (Fig. 50).



Exocad.

Blended for Dental.

Meshmixer.

Fig. 50: Softwares de planificación más usados.

Las posibilidades son cada día más amplias para el clínico. Los puede usar el mismo odontólogo para pequeños trabajos, pero lo más habitual es que el clínico lo encargue a un protésico con las indicaciones necesarias, lo discutan a través de aplicaciones en el smartphone del odontólogo hasta obtenerse el resultado deseado por el odontólogo. A partir de ahí, el protésico puede mandar el trabajo al odontólogo de las siguientes maneras:

- Manda el trabajo **físicamente a la consulta** del odontólogo.
- Manda el trabajo a la **impresora 3D** que tiene el odontólogo en su clínica, o en caso de que tenga una fresadora, lo manda directamente a la **fresadora** del odontólogo.
- Manda el trabajo a un **centro de impresión digital** para que sea impreso y remitido a la consulta del odontólogo.
- Manda el trabajo a un **centro de fresado** para que realicen el trabajo y sea enviado a la consulta del odontólogo.

Esto supone una gran disminución del tiempo de trabajo y, por lo tanto, del tiempo de espera entre la realización del trabajo en la clínica con la toma de la impresión y la colocación del trabajo en la boca del paciente. Sobre todo si el odontólogo tiene su impresora digital o su fresadora.

Hay sistemas de flujo digital, como **Cerc-Sirona**, que han sido de pioneros y ofrecían un completo de flujo digital desde la toma de escáner intraoral hasta la fresadora para obtener la corona provisional, la carilla o la corona definitiva. (Fig. 51).

Otras empresas, como **Maestro3D**, ofrecen un escáner de sobremesa con un software de diseño, con el que, si tenemos una impresora 3D, podemos realizar trabajos de precisión, principalmente para ortodoncia, pero también se pueden diseñar tratamientos de prótesis y, unido a imágenes 2D, diseñar sonrisas. (Fig. 52).

El software básico es gratuito, pero si lo queremos más completo ya tiene un coste mayor y hay que añadirle el escáner y la impresora.



Fig. 51: Flujo digital Cerec-Sirona Maestro 3D (sobre todo ortodoncia).



Fig. 52: Maestro 3D ortodoncia.

Muchos son ya los protésicos que se dedican a la planificación digital sin tener ni un solo instrumento de laboratorio, ni personal, ni siquiera laboratorio físico o local. Serían los protésicos de diseño 3D. Solo planifican los casos con todos los datos que le aporta el odontólogo, lo discuten entre ambos por medio de los visores de ordenador, tablet o smartphone y, una vez se han puesto de acuerdo, el protésico, como hemos comentado anteriormente, manda el trabajo a la impresora 3D o a la fresadora que tiene el odontólogo en su clínica o bien lo manda a un centro de impresión digital o a un centro de fresado.

Tenemos que darnos cuenta que con esta rutina digital estos trabajos son recibidos en escasos minutos por el protésico. Vamos a suponer que puede tardar unas horas en realizar la planificación por medio de los softwares de planificación que hemos comentado y que con el intercambio de información con el clínico transcurran otras horas hasta tenerlo totalmente planificado. Solo en unas horas, el trabajo puede estar imprimiéndose o recortándose en la clínica del profesional, al lado del paciente, acortándose muchísimo el tiempo de espera.

El manejo de estos softwares por parte del protésico que se dedica a la planificación es infinitamente mayor que el que pueda tener un clínico para hacer lo mismo. Por lo tanto, el tiempo de planificación del trabajo es mucho menor. De este modo, si suponemos que queremos unos provisionales sobre unos dientes tallados o sobre un implante recién insertado, teniendo una impresora o una fresadora en la consulta, podemos colocárselo al paciente en muy poco tiempo y sin necesidad de hacer volver al paciente en otra cita. Optimizamos el tiempo del paciente y el tiempo de nuestra clínica.

REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL

Realidad aumentada

La realidad aumentada es aquella tecnología que permite agregar información adicional a una imagen del mundo real cuando esta se visualiza a través de un dispositivo. Este dispositivo agrega información extra a la que ya ofrece la imagen real, ofreciendo así una realidad transformada⁽⁴⁹⁾.

En la realidad aumentada combina elementos físicos con virtuales. La imagen virtual complementa a la real para aportar mayor cantidad de información. Para que esto se pueda dar es necesario utilizar un dispositivo que sea compatible con las tecnologías de realidad aumentada.

Combina imagen real y virtual, sucede en tiempo real y se proyecta como una imagen en 3D.

Por ejemplo, imagina que vas caminando por la calle y enfocas con tu teléfono móvil a un escaparate. Al hacerlo, sobre la pantalla del dispositivo se proyecta no solo la imagen de la ropa, sino mucha más información: precio, colores disponibles, tallas o previsualizaciones de otras prendas de la marca. Eso es la realidad aumentada.

La realidad aumentada se puede visualizar, principalmente, a través de dos medios:

- Dispositivos portátiles como smartphones o tablets.
- Gafas de realidad aumentada (Fig. 53).



Fig. 53: Google Glass.

Las gafas de realidad aumentada, como las Google Glass, supusieron un importante adelanto que no ha tenido mucha continuidad en el ámbito cotidiano, pero sí en el laboral. Este tipo de gafas permite visualizar un entorno de realidad digital teniendo las manos libres una vez localizado el plano o el elemento necesario, lo cual no sucede con los dispositivos móviles. (Fig. 54).



Fig. 54: Uso de Google Glass en la industria.

Sin embargo, con el tiempo han aparecido nuevas y originales maneras de crear y visualizar la realidad aumentada, sobre todo en el campo del marketing (Fig. 55), pero también en ingeniería (Fig. 56), industria (Fig. 57), tráfico (Fig. 58), etcétera.



Fig. 55: Realidad aumentada y marketing.



Fig. 56: Realidad aumentada en ingeniería.



Fig. 57: Realidad aumentada en la industria.

En Tokio hay letreros gigantes que proyectan imágenes de realidad aumentada de los viandantes, por ejemplo, simulando un ataque de un monstruo a las personas que se disponen a cruzar un paso de cebra. O bien, proyección de imágenes para los conductores, como barreras para señalar un paso de cebra. (Fig. 58).



Fig. 58: Barrera virtual de realidad aumentada para advertir a los conductores.

Hay muchos otros ejemplos, como los carteles o letreros gigantes con realidad aumentada, o incluso campañas de marketing que utilizan espejos para simular experiencias de realidad aumentada.

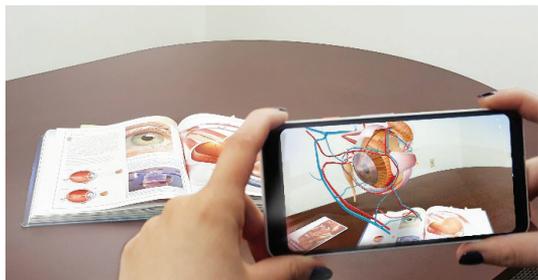


Fig. 59: Realidad aumentada en la educación.

Otro de los campos de aplicación de la realidad aumentada es la educación, desde la infantil a la superior. (Fig. 59 y 60).

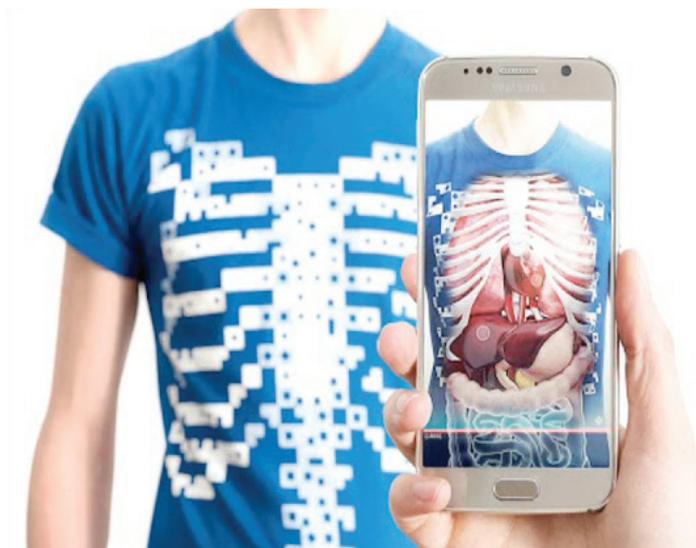


Fig. 60: Realidad aumentada en la educación.

REALIDAD VIRTUAL

La realidad virtual es una tecnología que, a diferencia de la realidad aumentada, no modifica o altera la realidad, sino que crea una realidad completamente nueva⁽⁴⁹⁾.

A través de la programación informática se generan mundos y entornos que suponen una representación alternativa de la realidad. Es decir, es una simulación en la que el usuario entra en un mundo virtual completamente distinto al real.

La realidad virtual necesita de soportes tecnológicos que puedan aislar al usuario completamente del mundo real, por ejemplo, cascos de realidad virtual. Estos soportes son capaces de captar los movimientos de la persona y trasladarlos a ese mundo virtual, creando una sensación total de inmersión. (Fig. 61).

Esto no quiere decir que no exista ninguna relación entre la realidad virtual y el mundo real. Por ejemplo, la realidad virtual puede hacer representaciones de la realidad, es decir, crear entornos ficticios o a los que se puede acceder desde cualquier lugar mediante el uso de un dispositivo, sin necesidad de estar físicamente en ellos.



Fig. 61: Cascos para ver la realidad aumentada.

Por lo tanto, la realidad aumentada y la realidad virtual son distintas.

La realidad aumentada modifica la realidad, pero no crea una nueva realidad distinta.

La realidad aumentada se puede ver en dispositivos móviles como smartphone, tablets o gafas inteligentes. La realidad virtual necesita cascos específicos.

La realidad aumentada fomenta productos y servicios. La realidad virtual es el producto en sí mismo.

La realidad aumentada tiene múltiples aplicaciones. La realidad virtual se centra más en los videojuegos.

En la realidad aumentada hay una inmersión parcial en una realidad modificada. En la realidad virtual hay una inmersión total en la nueva realidad creada.

Esto puede verse claro en este esquema. (Fig. 62).



Fig. 62: Comparación de la realidad aumentada y la realidad virtual.

Hasta el uso de la técnica de navegación para insertar los implantes, la tecnología ha mejorado mucho, pero resulta incómodo para el operador tener que levantar la visión del campo operatorio para poder ver la pantalla del navegador y ver cómo va el fresado o la inserción del implante.

Esto se solucionaba poniendo un smartphone junto a la cabeza del paciente, estando conectado al navegador.

Con la aparición de la realidad aumentada desapareció el problema, porque ya no se usaba un smartphone, sino que, con las pequeñas gafas de Google, no era necesario mover la cabeza ni quitar los ojos del campo operatorio, pudiendo ver, no solo la cirugía, sino la historia, radiografías y toda la información del paciente en esas gafas sin levantar la vista del campo operatorio. Es una mejora de la técnica implantológica. El uso de la realidad aumentada no influye en la precisión de la cirugía guiada por navegación, según afirma en sus conclusiones Pellegrino⁽⁵⁰⁾. (Fig. 63).



Fig. 63: Visión durante la cirugía con gafas holográficas y las herramientas de referencia de la cirugía por navegación. Tomado de Pellegrino G, Mangano C, Mangano R, Ferri A, Taraschi V, Marchetti C. Augmented reality for dental implantology: a pilot clinical report of two cases. BMC Oral Health. 2019 Jul 19;19(1):158.

Ayoub⁽⁴⁹⁾ hace una revisión de la literatura desde 2009 a 2019 para averiguar el uso de la realidad virtual y la realidad aumentada en cirugía maxilofacial e implantología. Lo primero es que define a la realidad virtual como la ciencia que crea un ambiente virtual para valorar/evaluar diferentes regiones anatómicas del cuerpo para diagnóstico, planificación y entrenamiento quirúrgico. La realidad aumentada es la superposición de un entorno real en 3D específico para un paciente individual en el campo quirúrgico utilizando gafas semitransparentes para aumentar la escena virtual.

La colocación de implantes y la cirugía ortognática son las técnicas que más utilizan la realidad virtual y la realidad aumentada.

La adquisición en 3D de los diversos tejidos de la región de la cabeza y el cuello proporciona una plataforma realista para el entrenamiento maxilofacial. Las imágenes grabadas se pueden superponer al paciente, utilizando gafas semitransparentes para

permitir que el procedimiento quirúrgico se realice en un entorno de realidad virtual aumentada.

Para una experiencia virtual inmersiva, el usuario usa unos cascos especiales para activar sus sentidos visuales (pueden usarse monitores), auriculares para activar sus sentidos auditivos y guantes para activar su sentido táctil. Estos llevan a los médicos a explorar el potencial de los videos tridimensionales inmersivos en la educación médica. (Fig. 64).



Fig. 64: Uso de realidad virtual para la práctica de una anestesia troncular.

La adición de tecnología háptica que brinda al operador una respuesta táctil del objeto digital tocado o sostenido en la pantalla de la computadora ha aumentado la realidad virtual y ha creado un entorno más realista para la capacitación clínica⁽⁴⁹⁾.

Recientemente, Mansoor⁽⁵¹⁾ publica un estudio sobre la efectividad de la realidad virtual en la enseñanza de Odontología y destaca que es una herramienta de aprendizaje que mejora el conocimiento, la satisfacción y los resultados de las notas de los alumnos. No obstante, puntualiza que la tecnología de realidad virtual es solo una herramienta educativa complementaria y puede desempeñar un papel importante en la mejora de la calidad de la enseñanza y la mejora de las habilidades de los estudiantes.

Por lo tanto, realidad aumentada y realidad virtual tienen mucho futuro en la enseñanza de la Odontología y en el ejercicio de la Odontología, siendo la implantología el campo donde, de momento, son más pioneras.

METAVERSO

Kurian publica en 2022 que previsiblemente dentro de dos o tres años la mayoría de las reuniones virtuales pasarán de cuadrículas de imagen de cámara 2D al metaverso, un espacio 3D con avatares digitales de cada uno de los asistentes a la reunión. El metaverso es un mundo virtual en el que la gente estará representada virtualmente a través de avatares en sus interacciones en línea⁽⁵²⁾.

Esto se puede aplicar a la educación, puesto que maestro y alumnos pueden estar representados en línea en un aula virtual con sus avatares y poder interactuar y resolver los escenarios que proponga el profesor a los alumnos. (Fig. 65).



Fig. 65: Aula virtual con los avatares de los alumnos interactuando.

La industria de la salud ha comenzado a utilizar componentes como la realidad aumentada, la realidad virtual y la inteligencia artificial. Los neurocirujanos de Johns Hopkins han realizado este año las primeras cirugías de realidad aumentada en pacientes vivos. Esta realidad aumentada consistía en un auricular con una pantalla ocular transparente que proyectaba imágenes de la anatomía interna del paciente, como huesos y otros tejidos basados en tomografías computarizadas, lo que esencialmente brinda a los cirujanos una visión de rayos X.

La Odontología también evolucionará en un futuro próximo siguiendo el ejemplo de las prácticas médicas de salud en su exploración del metaverso. Pronto podríamos tener conversaciones de telesalud dental en un metaverso virtual con nuestros avatares que realizarán la consulta de salud dental con los pacientes. (Fig. 66).



Fig. 66: Consulta virtual en un escenario de metaverso con avatares.

Puestos a imaginar, imaginemos hacer un tratamiento de conductos con rayos X o imágenes en 3D de la morfología del canal en su vista en vivo, colocar un implante, ver la posición exacta del implante y el hueso en el momento de la cirugía o eliminar un

crecimiento tumoral con una transmisión en vivo de la extensión anatómica del tumor en su visión. Con más accesibilidad, sin costo de viaje y con el beneficio de cambiar de sesión⁽⁵²⁾.

En una revisión reciente de Kye, publicada en 2021⁽⁵³⁾, define los cuatro tipos de elementos/espacios que componen el metaverso y explica el potencial y las limitaciones de sus aplicaciones educativas. La hoja de ruta del metaverso clasifica el metaverso en cuatro tipos: realidad aumentada, registro de vida, mundo espejo y realidad virtual. Un ejemplo de la aplicación de la realidad aumentada en la educación médica sería una camiseta de realidad aumentada que permita a los estudiantes examinar el interior del cuerpo humano como un laboratorio de anatomía. Además, un equipo de investigación de un hospital de Seúl desarrolló una plataforma de cirugía de columna que aplicaba tecnología de realidad aumentada.

Se sugiere que el potencial del metaverso como un nuevo entorno educativo es el siguiente: un espacio para una nueva comunicación social; un mayor grado de libertad para crear y compartir; y la provisión de nuevas experiencias y alta inmersión a través de la virtualización. Algunas de sus limitaciones pueden ser las conexiones sociales más débiles y la posibilidad de afectación de la privacidad; la comisión de diversos delitos por el espacio virtual y el anonimato del metaverso; y mala adaptación al mundo real para estudiantes cuya identidad no ha sido establecida.

Se predice que el metaverso cambiará nuestra vida y economía más allá de los juegos y entretenimiento. El metaverso tiene un potencial infinito como nuevo espacio de comunicación social. Se sugieren las siguientes tareas futuras para el uso educativo del metaverso: primero, los maestros deben analizar cuidadosamente cómo los estudiantes entienden el metaverso; segundo, los maestros deben diseñar clases para que los estudiantes resuelvan problemas o realicen proyectos de forma cooperativa y creativa; y tercero, se deben desarrollar plataformas educativas de metaverso que eviten el uso indebido de los datos de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1- Donado Rodríguez M. Cirugía Bucal: Patología y técnica. 4ª Edición. Barcelona: Editorial Masson; 2014.
- 2- Stiller M, Peleska B, Hmaidouch R, Mehrhof J, Weigel D. Dentofacial Composition: An Entire Aesthetic Concept. *Facial Plast Surg.* 2015 Oct;31(5):504-12. doi: 10.1055/s-0035-1565247. Epub 2015 Nov 18.
- 3- Randolph Resnik: Misch. Implantología contemporánea: 4ª Edición. Edit Elsevier. 2021 ISBN 9788491135494.
- 4- Mendelson BC, Wong CH. Anatomy of aging face. In: Warren JR, Neligan PC, editors. *Plastic surgery.* 3. Philadelphia: Elsevier; 2013. pp. 79–92.
- 5- Rouhani A, Javidi B, Habibi M, Jafarzadeh H. Intentional replantation: a procedure as a last resort. *J Contemp Dent Pract.* 2011; 12(6):4.
- 6- Emmertsen E. Replantation of extracted molars; preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1956;9(1):115-22.
- 7- McGrew, Roderick. *Encyclopedia of Medical History 1985.* New York. 2020. McGraw Hill. pp. 30–31. ISBN 0070450870.
- 8- Himmelmann L. From barber to surgeon- the process of professionalization]. *Sven Med Tidskr.* 2007;11(1):69-87.
- 9- <http://www.galenusrevista.com/Ambroise-Pare-1510-1592-De.html>
- 10- <https://www.fauchard.org/publications/47-who-is-pierre-fauchard>
- 11- Gupta R, Gupta N, Weber KK. Dental Implants. 2021 Aug 11. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan.

- 12- Weiss CM, Judy KW. Harvard conference develops accepted guidelines for the uses of dental implants. June 13 and 14, 1978. *Implantologist*. 1978 Aug;1(3):10-2.
- 13- Daniel Buser, Lars Sennerby, Hugo De Bruyn. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology* 2000. 2017. 73 (1) 7-21.
- 14- Coulthard P, Esposito M, Worthington HV, Jokstad A. Interventions for replacing missing teeth: pre-prosthetic surgery versus dental implants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2002, Issue 4. Art. No.: CD003604.
- 15- Stefan Roehling, Karl A Schlegel, Henriette Woelfler, Michael Gahler. Zirconia compared to titanium dental implants in preclinical studies-A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2019 May;30(5):365-395.
- 16- Hanawa T. Zirconia versus titanium in dentistry: A review. *Dent Mater J*. 2020 Jan 31;39(1):24-36.
- 17- Cionca N, Hashim D, Mombelli A. Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading? *Periodontology* 2000, Vol. 73, 2017, 241–258.
- 18- Huang HL, Chang CH, Hsu JT, Fallgatter AM, Ko CC. Comparison of implant body designs and threaded designs of dental implants: a 3-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007 Jul-Aug;22(4):551-62.
- 19- Sugiura T, Yamamoto K, Horita S, Murakami K, Kirita T. Evaluation of Primary Stability of Cylindrical and Tapered Implants in Different Bone Types by Measuring Implant Displacement: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent*. 2019 Jul-Sep;10(3):471-476.
- 20- Ellis R, Chen S, Davies H, Fitzgerald W, Xu J, Darby I. Primary stability and healing outcomes of apically tapered and straight implants placed into fresh extraction sockets. A pre-clinical in vivo study. *Clin Oral Implants Res*. 2020 Aug;31(8):705-714.
- 21- Mistry S, Kundu D, Datta S, Basu D. Comparison of bioactive glass coated and hydroxyapatite coated titanium dental implants in the human jaw bone. *Aust Dent J*. 2011 Mar;56(1):68-75.
- 22- Jemat A, Ghazali MJ, Razali M, Otsuka Y. Surface Modifications and Their Effects on Titanium Dental Implants. *Biomed Res Int*. 2015;2015:791725. doi: 10.1155/2015/791725. Epub 2015 Sep 7.
- 23- Velasco-Ortega, E.; Ortiz-Garcia, I.; Jiménez-Guerra, A.; Núñez-Márquez, E.; Moreno-Muñoz, J.; Rondón-Romero, J.L.; Cabanillas-Balsera, D.; Gil, J.; Muñoz-Guzón, F.; Monsalve-Guil, L. Osseointegration of Sand-blasted and Acid-Etched Implant Surfaces. A Histological and Histomorphometric Study in the Rabbit. *Int. J. Mol. Sci*. 2021, 22, 8507.
- 24- Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck-Broichsitter B, Jung O, Precht C, Kloss F, Gröbe A, Heiland M, Ebker T. Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. *Biomed Res Int*. 2016;2016:6285620.
- 25- Romanos GE, Javed F. Platform switching minimises crestal bone loss around dental implants: truth or myth? *J Oral Rehabil*. 2014 Sep;41(9):700-8.
- 26- Sasada Y, Cochran DL. Implant-Abutment Connections: A Review of Biologic Consequences and Peri-implantitis Implications. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 Nov/Dec;32(6):1296-1307.
- 27- Caricasulo R, Malchiodi L, Ghensi P, Fantozzi G, Cucchi A. The influence of implant-abutment connection to peri-implant bone loss: A systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018 Aug;20(4):653-664.
- 28- Jäger M, Zilkens C, Zanger K, Krauspe R. Significance of nano- and microtopography for cell-surface interactions in orthopaedic implants. *J Biomed Biotechnol*. 2007(8):69036.
- 29- Nail GA, Stein S, Korhi M, Waite DE. Evaluation of endosseous implants placed in fresh extraction sites in dogs (abstract 1906). *J Dent Res* 1990;69:347.
- 30- Becker W, Becker BE, Israelson H, Lucchini JP, Handelsman M, Ammons W, Rosenberg E, Rose L, Tucker LM, Lekholm U. One-step surgical placement of Brånemark implants: a prospective multicenter clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997 Jul-Aug;12(4):454-62.
- 31- Schnitman PA, Wöhrle PS, Rubenstein JE, DaSilva JD, Wang NH. Ten-year results for Brånemark implants immediately loaded with fixed prostheses at implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997 Jul-Aug;12(4):495-503.
- 32- El Tamer MK, Reis RL. Células progenitoras y madre para la regeneración ósea y cartilaginosa. *J Tissue Eng Regen Med*. 2009 Jul;3(5):327-37.

- 33- Lin Z, Fateh A, Salem DM, Intini G. Periosteum: biología y aplicaciones en la regeneración ósea craneofacial. *J Dent Res*. 2014 Feb;93(2):109-16.
- 34- Hadida M, Marchat D. Estrategia para lograr modelos óseos estandarizados. *Biotechnol Bioeng*. Enero 2020;117(1):251-271.
- 35- Ma S, Chen Z, Qiao F, Sun Y, Yang X, Deng X, Cen L, Cai Q, Wu M, Zhang X, Gao P. Regeneración ósea guiada con membrana de quitosano asimétrico reticulado con tripolyfosfato reticulado. *J Dent*. 2014 Dic;42(12):1603-12.
- 36- Peck MT, Marnewick J, Stephen L. Alveolar ridge preservation using leukocyte and platelet-rich fibrin: a report of a case. *Case Rep Dent* 2011;2011:345048.
- 37- Chen J, Cai M, Yang J, Aldhohrah T, Wang Y. Immediate versus early or conventional loading dental implants with fixed prostheses: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Prosthet Dent*. 2019 Dec;122(6):516-536.
- 38- Lang NP, Pun L, Lau KY, Li KY, Wong MC. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Feb;23 Suppl 5:39-66.
- 39- Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):84-102.
- 40- Mello CC, Lemos CAA, Verri FR, Dos Santos DM, Goiato MC, Pellizzer EP. Immediate implant placement into fresh extraction sockets versus delayed implants into healed sockets: A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Sep;46(9):1162-1177.
- 41- Magat G. Radiomorphometric analysis of edentulous posterior mandibular ridges in the first molar region: a cone-beam computed tomography study. *J Periodontal Implant Sci*. 2019 Nov 11;50(1):28-37.
- 42- Herranz-Aparicio J, Marqués J, Almendros-Marqués N, Gay-Escoda C. Retrospective study of the bone morphology in the posterior mandibular region. Evaluation of the prevalence and the degree of lingual concavity and their possible complications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016 Nov 1;21(6).
- 43- Hong YH, Mun SK. A case of massive maxillary sinus bleeding after dental implant. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Jul;40(7):758-60.
- 44- Marlière DAA, Demétrio MS, Picinini LS, Oliveira RG, Netto HDMC. Accuracy of computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A systematic review. *Eur J Dent*. 2018 Jan-Mar;12(1):153-160.
- 45- Naeini EN, Atashkadeh M, De Bruyn H, D'Haese J. Narrative review regarding the applicability, accuracy, and clinical outcome of flapless implant surgery with or without computer guidance. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2020 Aug;22(4):454-467.
- 46- Block MS, Emery RW, Cullum DR, Sheikh A. Implant Placement Is More Accurate Using Dynamic Navigation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Jul;75(7):1377-1386.
- 47- Mediavilla Guzmán A, Riad Deglow E, Zubizarreta-Macho Á, Agustín-Panadero R, Hernández Montero S. Accuracy of Computer-Aided Dynamic Navigation Compared to Computer-Aided Static Navigation for Dental Implant Placement: An In Vitro Study. *J Clin Med*. 2019 Dec 2;8(12):2123.
- 48- Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismejijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health*. 2020 Sep 10;20(1):251.
- 49- Ayoub A, Pulijala Y. The application of virtual reality and augmented reality in Oral & Maxillofacial Surgery. *BMC Oral Health*. 2019 Nov 8;19(1):238.
- 50- Pellegrino G, Mangano C, Mangano R, Ferri A, Taraschi V, Marchetti C. Augmented reality for dental implantology: a pilot clinical report of two cases. *BMC Oral Health*. 2019 Jul 19;19(1):158.
- 51- Mansoori MS, Azizi SM, Mirhosseini F, Yousefi D, Moradpoor H. A study to investigate the effectiveness of the application of virtual reality technology in dental education. *BMC Med Educ*. 2022 Jun 15;22(1):457.
- 52- Kurian N, Cherian JM, Varghese KG. Dentistry in the metaverse. *Br Dent J*. 2022 Feb;232(4):191.
- 53- Kye B, Han N, Kim E, Park Y, Jo S. Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *J Educ Eval Health Prof*. 2021;18:32.

Contestación al discurso de Rafael Gómez Font

PROF. ANTONIO BASCONES MARTÍNEZ

Al contestar al discurso de investidura del Dr. Rafael Gómez Font, lo primero que debo hacer, no solo por cortesía, sino también por agradecimiento, es mostrar mi gratitud a la Academia de Ciencias Odontológicas de España por haberme dado la confianza para contestar al recipiendario en este acto, lo que entraña, no solo un honor, sino una obligación de toda Academia para un recipiendario que ha recibido la propuesta de ser investido.

Debo, pues, en este acto, recabar paciencia a los asistentes a los que prometo glosar la vida y diferentes aspectos de nuestro nuevo académico en tan solo unos minutos que el protocolo me concede y al que la necesidad de no ser pesado me obliga.

El Dr. Rafael Gómez Font llega a este acto en un momento importante de su vida, ya que alcanzó el nivel más alto de la carrera universitaria y la amistad de sus compañeros de profesión. Esto es algo inherente a la personalidad de la que nuestro recipiendario hace gala tener. Por ello, me siento honrado de hacer su presentación ante este ilustre auditorio.

Quiero comenzar esta presentación con las dos palabras que definen mejor a nuestro académico: cabal y prudente. Cabal, dicese de aquella persona que se comporta con honradez y rectitud; prudente es aquél que piensa acerca de los riesgos posibles que conllevan ciertos acontecimientos o actividades y adecua o modifica la conducta para no recibir o producir perjuicios innecesarios. Y estas dos virtudes pivotan como centro de engranaje en sus valores y actitudes.

Dicho esto, a modo de presentación general sobre el recipiendario, señalemos algunos datos que adornan a la persona, tanto en su biografía como en su currículo que ha orlado con su trabajo a lo largo de los muchos años que le avalan.

Nació en la ciudad de Lérida, en una familia de hondas raíces católicas, por lo que su educación, a caballo entre la verdad y los principios, le marcó durante sus primeros años y aún sigue en esta línea. Su hermana siguió la línea de las Ciencias Biológicas.

Nuestro nuevo académico trasladó sus estudios al instituto, con la idea de completar más su formación, aunque muy pronto se dejó llevar por la figura del médico de cabecera, lo que sirvió para acrecentar su vocación, ya que, al principio, titubeó con seguir alguna ingeniería, pero la figura de ese médico se impuso y ganó la batalla. Al igual que nuestro ilustre premio Nobel, Santiago Ramón y Cajal, la fotografía le ha llevado por derroteros interesantes y ha hecho que esta actividad sea una de las facetas que ha desarrollado con más interés. La pintura, también como Cajal, ha sido otra actividad en la que ha desarrollado su espíritu creativo. Hizo algunos trabajos de pintura al óleo sobre lienzo y pintura al óleo con la técnica de espátula. Aquí la influencia materna fue definitiva. Nuevamente, quiero resaltar su parecido con Santiago Ramón y Cajal que, por cierto, nació en Ayerbe, no muy lejos de nuestro recipiendario.

Zaragoza, donde cariñosamente le apodaban “el polaco”, aunque sin ánimo de incomodar, le recibe para estudiar Medicina. Más tarde, Madrid se convirtió en su ciudad de acepción. Con el cariño que se recibe en esta ciudad y con el afecto que se derrama en las personas que a ella acuden, nuestro recipiendario asistió a la Escuela de Estomatología.

Quiero traer aquí y repetir sus palabras por lo que significan “Madrid es una ciudad que seduce y enamora. Desde el primer día me sentí como si hubiera vivido toda

mi vida en esta ciudad. Una ciudad que te motiva y estimula. Donde nadie se siente diferente y donde todo el mundo tiene cabida. Sentir Madrid es sentir la vida. Es la ciudad que se hace querer porque sientes que te quiere”. Para los que hemos nacido y vivido toda la vida en Madrid oír esto nos emociona. La emoción es una cualidad de las personas a las que se llega en ciertos momentos, como ahora en el que me encuentro y que el Dr. Rafael Gómez experimentará durante toda la sesión y mucho tiempo después.

Posteriormente a realizar sus estudios de Estomatología, la docencia acaparó su ilusión y en ella puso todo lo que quería aportar. Recibió el influjo de varios profesores, lo que hizo que su vocación se acrecentara con el conocimiento primero y amistad después de sus profesores de la Complutense. Llegaron los puestos, publicaciones, acreditaciones y oposiciones hasta que llegó a catedrático de universidad privada. Ha ocupado todos los puestos académicos.

Veamos su currículum de una manera general, ya que no quiero ser excesivamente pesado, aunque, entiendo, que algo pudiera serlo. Acabó Medicina, Estomatología y, sin solución de continuidad, recibió el título de doctor y el postgrado en Cirugía Oral y el Magister Universitario. También realizó el Master en Implantología Oral y el Fellow of the European Board of Oral Surgeon de la Federación Europea en Berlín en 2014.

En 2013 obtiene la plaza de profesor titular de Cirugía Bucal en la Universidad Europea de Madrid y desde 2017 a 2021 desempeña la plaza de catedrático de la asignatura de Patología Médico Quirúrgica Bucal de la misma Universidad.

Ha recorrido todos los escalones docentes desde el de profesor asociado hasta el de catedrático. En su currículum presenta publicaciones y proyectos que le avalan en su trayectoria científica.

Ha obtenido varios proyectos de investigación en distintas líneas, como la de técnica en cirugía bucal, farmacología con distintos ensayos clínicos, prótesis sobre implantes, regeneración ósea y biomateriales, así como nuevas tecnologías. Fruto de todo esto son las múltiples conferencias y comunicaciones en congresos de los que haré la cortesía, al auditorio, de no pormenorizar, pues su desmenuzamiento haría este discurso una lista de teléfonos más que una cálida bienvenida. Termino señalando que ha dirigido varias tesis doctorales y tesinas y que es miembro de varias sociedades científicas y de distintas comisiones en el Colegio de Odontólogos y Estomatólogos de Madrid.

Su familia ha marcado una honda huella en su vida. Su mujer, Carmen, médico forense con especialidad en Toxicología y también médico ortodoncista, le acompaña desde el principio. Su hija Ana está terminando Odontología, su hijo Manuel es médico y especialista en Anestesia y Reanimación y el tercer hijo, también médico, prepara el MIR. En fin, que en su casa todo pivota alrededor de la salud. Nadie entendería que no se hablase de otra cosa en las comidas y reuniones familiares.

Su discurso se titula **Pasado, presente y futuro de la implantología oral**. Un título adecuado para una sesión como esta. Repasa con maestría y sencillez, no exenta de brillantez expositiva, la historia de esta rama de la Estomatología de la que es un ducho conocedor.

Dice en su introducción “Todos sabemos que la pérdida parcial o total de dientes conlleva, indefectiblemente, una serie de cambios en el territorio bucofacial que afectan

tanto a los tejidos duros, como a los tejidos blandos del sistema estomatognático y que se traducen en alteraciones anatómicas, morfológicas, funcionales y estéticas". Sobre este concepto pivota toda la implantología y esa es la base que desarrolla en su discurso. De indudable valor son las referencias óseas, funcionales y estéticas que conlleva la pérdida de dientes.

La Edad Antigua, con los sumerios, babilonios, papiro de Ebers, la cultura hindú y la egipcia, son una constante en su desarrollo. Es interesante lo que comenta de que el primer dentista, en Egipto, 2780 a.C., establece el cuidado de los dientes y su higiene. Existían los cuidadores de los dientes, pero de forma personalizada, el médico especialista más antiguo que se conoce es Hesi-Re, que fue nombrado expresamente como jefe de los dentistas y médico del Palacio Real. Realizaba incrustaciones de piedras preciosas, drenajes e implantes de dientes autólogos o heterólogos, tanto *premortem*, como *postmortem*. Pasea después por las culturas americana y de otros países. La Edad Media también ocupa una parte de discurso con Abulcasis y Pierre Fauchard. En la Era Premoderna, Maggiolo, y en la Moderna, Payne, y ya nuestros contemporáneos, como Linkow y Branemark, aunque es este último el que da un vuelco al concepto científico y funcional de la osteointegración. La escuela alemana, con Schröder y Buser, siguen con sus investigaciones aportando un carácter más científico a la implantología frente a los implantes yuxtaóseos. En mi clínica, tengo como recuerdo uno como muestra de lo que en un tiempo se realizaba. Este puesto por mi padre junto con Salagaray y Sol, pioneros en España de este tipo de implantes. El tiempo y la ciencia demostraron que fue un gran paso, pero no el definitivo.

En los últimos años se ha mejorado la superficie, el tipo de material, las características y el diseño de los implantes, el chorreado con sílice y carbonato, el grabado ácido etcétera, han mejorado la estabilidad y la adaptación entre el titanio y el hueso. Hoy día han entrado conceptos nuevos, como es el de la carga inmediata, las conexiones y la cirugía mínimamente invasiva. Hemos entrado en la era digital con la colocación de los implantes y en una fase posterior en el diseño de la prótesis y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Todo ello ha servido para conseguir una estética y una funcionalidad perfecta. Es la base de la implantología.

El Dr. Rafael Gómez Font ha hecho un discurso en el que desarrolla y valora críticamente los resultados de las distintas técnicas en la implantología.

En suma, una disertación bien articulada y críticamente desarrollada, que hace que el lector siga el pasado, el presente y el futuro, como una película donde se va efectuando los grandes avances y la evolución surgida a lo largo de la historia de la humanidad. Su lectura es indispensable para aquellos que quieran dedicarse a esta subespecialización, pues el que no conoce la historia está llamado a equivocarse.

Termino ya, no sin antes felicitar al Dr. Rafael Gómez Font por su discurso y la oportunidad de traerlo a esta sesión. Felicito, asimismo, a su familia. Un buen profesional se basa en la familia y sin esta, algo se mueve y hace inestable la labor. Le felicito también a él que, ha llegado hasta aquí con todos los honores y le deseo, con un fuerte abrazo, muchos años de fructífera colaboración entre nosotros.

He dicho.

