

## Tecnología CAD/CAM en la consulta dental

### *CAD / CAM technology in the dental office*

### *CAD / CAM no consultório odontológico*

Cindy P. Rivera-Guerrero <sup>I</sup>  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil, Ecuador  
[cindy.riverag@ug.edu.ec](mailto:cindy.riverag@ug.edu.ec)

Erika G. Aguirre-Parra <sup>II</sup>  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil, Ecuador  
[erika.aguirrep@ug.edu.ec](mailto:erika.aguirrep@ug.edu.ec)

Johnny Medrano-Bautista <sup>III</sup>  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil, Ecuador  
[johnny.medranob@ug.edu.ec](mailto:johnny.medranob@ug.edu.ec)

Piedad Rojas-Gomez <sup>IV</sup>  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil, Ecuador  
[piedad.rojasg@ug.edu.ec](mailto:piedad.rojasg@ug.edu.ec)

**Recibido:** 30 de enero de 2017 \* **Corregido:** 9 de febrero de 2017 \* **Aceptado:** 14 marzo de 2017

- I. Facultad Piloto de Odontología, Universidad de Guayaquil.
- II. Facultad Piloto de Odontología, Universidad de Guayaquil.
- III. Facultad Piloto de Odontología, Universidad de Guayaquil.
- IV. Facultad Piloto de Odontología, Universidad de Guayaquil.

## **Resumen.**

El objetivo de esta investigación es analizar “La tecnología CAD/CAM en la consulta dental”, utilizando una metodología bibliográfica, documental, descriptiva y aplicada. Utilizando una técnica de fichaje para referenciar los núcleos teóricos que se demuestran en nuestra investigación. La tecnología CAD/CAM ha beneficiado por más de 30 años en consultas y laboratorios dentales, ofreciendo una impresión digital y el diseño hasta la fabricación y aplicación de las restauraciones bucales y aparatos protésicos, implantes, en ortodoncia y en otros campos de la odontología. La prótesis definitiva se puede realizar directa a implante o sobre un pilar transepitelial con diferentes alturas, según la encía que tenga el paciente sobre cada implante. Los métodos actuales de CAD-CAM permiten asegurar un mejor ajuste pasivo de las estructuras que los métodos tradicionales mediante colado. El CAD-CAM requiere el escaneado de las impresiones y, para ello, es necesario atornillar y desatornillar los scanbodies sobre las réplicas de los implantes, necesiéndose un tiempo determinado para su inserción y desinserción. Recientemente se han desarrollado numerosos sistemas que permiten la elaboración de cores de Zirkonia altamente resistentes obtenidos por tecnología CAD/CAM sobre los que se puede añadir una cerámica feldespática convencional de revestimiento para la elaboración de coronas cerámicas altamente estéticas y resistentes. A pesar de que la literatura es cada vez más numerosa en artículos favorables al uso de coronas de porcelana sin metal en sectores posteriores o incluso en pequeños puentes anteriores, la actitud más prudente actualmente continúa siendo el empleo de coronas de cerámica sin metal con núcleos de Zirkonia obtenidos por CAD/CAM para coronas unitarias en el sector anterosuperior en que la estética es más crítica y coronas y puentes de metal cerámica para los sectores posteriores.

**Palabras Clave:** CAD/CAM; tecnología; tratamiento; diseño.

**Abstract.**

The aim of this research is to analyze "CAD / CAM technology in dental practice", using a bibliographic, documentary, descriptive and applied methodology. Using a transfer technique to refer to the theoretical cores that are demonstrated in our research. CAD / CAM technology has benefited for more than 30 years in consultations and dental laboratories, offering digital printing and design to the manufacture and application of dental restorations and prosthetic devices, implants, orthodontics and other fields of dentistry. The definitive prosthesis can be made directly to implant or on a transepithelial abutment with different heights, depending on the gingiva that the patient has on each implant. Current methods of CAD-CAM allow to ensure a better passive adjustment of structures than traditional casting methods. The CAD-CAM requires the scanning of the impressions and, for this, it is necessary to screw and unscrew the scanbodies on the replicates of the implants, requiring a certain time for insertion and deinsertion. Numerous systems have recently been developed that allow the production of highly resistant Zirkonia colors obtained by CAD/CAM technology on which a conventional feldspathic ceramic coating can be added to produce highly aesthetic and resistant ceramic crowns. Although the literature is increasingly numerous in articles favoring the use of non-metal porcelain crowns in later sectors or even in earlier small bridges, the most prudent attitude currently continues to be the use of all-ceramic ceramics with nuclei Zirkonia obtained by CAD/CAM for unitary crowns in the anterosuperior sector in which aesthetics are more critical and crowns and bridges made of ceramic metal for the later sectors.

**Keywords:** CAD / CAM; technology; treatment; design.

### **Resumo.**

O objetivo desta pesquisa é analisar a "tecnologia CAD / CAM na prática odontológica", utilizando uma metodologia bibliográfica, documental, descritiva e aplicada. Usando uma técnica de transferência para se referir aos núcleos teóricos que são demonstrados em nossa pesquisa. A tecnologia CAD / CAM tem se beneficiado há mais de 30 anos em consultas e laboratórios odontológicos, oferecendo impressão digital e design para o fabrico e aplicação de restaurações dentárias e próteses, implantes, ortodontia e outros campos da odontologia. A prótese definitiva pode ser feita diretamente ao implante ou em um abutment transepitelial com diferentes alturas, dependendo da gengiva que o paciente possui em cada implante. Os métodos atuais de CAD-CAM permitem garantir um melhor ajuste passivo das estruturas do que os métodos tradicionais de fundição. O CAD-CAM requer a varredura das impressões e, para isso, é necessário parafusar e desenroscar os corpos de varredura nas réplicas dos implantes, exigindo um certo tempo para inserção e desinserção. Foram recentemente desenvolvidos numerosos sistemas que permitem a produção de cores Zirkonia altamente resistentes obtidas pela tecnologia CAD/CAM, nas quais pode ser adicionado um revestimento cerâmico feldspático convencional para produzir coroas cerâmicas altamente estéticas e resistentes. Embora a literatura seja cada vez mais numerosa em artigos que favorecem o uso de coroas de porcelana não metálicas em setores posteriores ou mesmo em pequenas pontes anteriores, a atitude mais prudente atualmente continua sendo o uso de cerâmicas cerâmicas com núcleos Zirkonia obtidos pela CAD/CAM para uso unitário. Coroas no setor anterossuperior em que a estética é mais crítica e coroas e pontes feitas de metal cerâmico para os setores posteriores.

**Palavras chave:** CAD / CAM; tecnologia; tratamento; desenhar.

## **Introducción.**

Según Macias F, 2015, (1) “La odontología evoluciona de la mano de la tecnología, la aplicación de modernos equipos de hardware y software permite fabricar restauraciones de alta calidad funcional y estética inclusive en una sola cita, dicha evolución de las técnicas y los materiales dentales influyen mucho en la fabricación de las restauraciones, sean de tipo directo o indirecto.”

La prótesis definitiva se puede realizar directa a implante o sobre un pilar transepitelial con diferentes alturas, según la encía que tenga el paciente sobre cada implante. Los métodos actuales de CAD-CAM permiten asegurar un mejor ajuste pasivo de las estructuras que los métodos tradicionales mediante colado. El CAD-CAM requiere el escaneado de las impresiones y, para ello, es necesario atornillar y desatornillar los scanbodies sobre las réplicas de los implantes, necesiéndose un tiempo determinado para su inserción y desinserción.” (2)

La utilización de esta nueva tecnología ha cambiado el enfoque de la prótesis sobre implantes convencional, ofreciéndonos nuevos horizontes y perspectivas que nos facilitan enormemente la consecución de restauraciones de alto calidad con alto compromiso estético y en un menor espacio de tiempo.” (3)

En la actualidad, la tecnología CAD/CAM nos permite confeccionar restauraciones de porcelana precisas de una forma rápida y cómoda.” (4)

Los sistemas CAD/CAM permiten obtener una restauración de alta precisión, con un correcto nivel en el plano oclusal que no requiere correcciones al momento de colocarla en boca, parámetro difícil de conseguir con la técnica tradicional. Esta tecnología vanguardista de rápida

evolución con diversos sistemas y aplicaciones en el campo odontológico han superado actualmente las técnicas anteriores, y ha tenido un desarrollo paralelo a ritmo de las nuevas tecnologías, y su utilidad es cada día más común en este campo. (5)

Es el método por el cual se logra el registro tridimensional de la preparación dentaria a través de un escáner; esta es la herramienta del sistema que se encarga de obtener la información, una “impresión óptica” o una imagen tridimensional (CAD/CAM) de las preparaciones, de los dientes adyacentes y registros oclusales que serán procesados y transformados en datos digitales para obtener la estructura o restauración diseñada. (6)

La tecnología CAD/CAM ayuda a planificar la cirugía mediante diferentes software que reconstruyen de forma tridimensional el esqueleto maxilofacial.” Del mismo modo, se pueden realizar osteotomías y movimientos quirúrgicos virtuales, y a partir de ellos se diseñan modelos estereolitográficos, férulas quirúrgicas y prótesis articulares que se ajustan a las características específicas de la anatomía de cada paciente. (7)

Actualmente existen sistemas de CAD/ CAM tanto para laboratorios como para clínicas dentales, con los que técnicos y odontólogos continúan experimentando para descubrir sus ventajas y limitaciones. (8)

La técnica CAD/CAM, que permite el ahorro de pilares calcinables, produce estructuras con un ajuste pasivo sobre el modelo de laboratorio excelente. (9)

### **Metodología.**

El objetivo de nuestra investigación es describir el uso académico que hacen los estudiantes universitarios de las redes sociales comerciales. Nos servimos de un diseño metodológico en el que

combinamos técnicas cualitativas y cuantitativas. El peso de lo cuantitativo fue mayor, pues se pretende extrapolar los resultados al conjunto de la población estudiada. El método fundamental en este trabajo fue la encuesta descriptiva de carácter sociológico. La población de estudio estuvo constituida por los estudiantes matriculados en primer o segundo ciclo en la Universidad de Málaga (UMA). El universo de la población se fijó en 32.464 estudiantes, según las cifras proporcionadas por las últimas estadísticas oficiales publicadas disponibles (SCI, 2010).

La población se distribuye en cinco ramas de enseñanza. Dentro de cada rama, se reparte en titulaciones, y estudios de primer y segundo ciclo. De acuerdo a las estadísticas, la proporción de cada rama de enseñanza y de cada ciclo respecto del total de la población es la siguiente: estudiantes de primer ciclo, 69,91% y estudiantes de segundo ciclo, 30,09%; Ciencias Jurídicas y Empresariales, el 58,70% del total de los individuos; Técnicas, 22,57%; Humanidades, 7,33%; Ciencias de la Salud, 5,79%, y Ciencias Experimentales, 5,61%.

Se usó un muestreo de tipo probabilístico por conglomerados, correspondientes a las cinco ramas de enseñanza (Ciencias Experimentales, Ciencias de la Salud, Humanidades, Técnicas, y Ciencias Jurídicas y Empresariales) por cada ciclo. La elección de la titulación a entrevistar dentro de cada conglomerado se hizo de forma aleatoria simple a partir de la utilización de un programa informático. Se preservó la estructura poblacional a © COMUNICAR 1134-3478; e-ISSN: 1988-3293; Edición Preprint DOI: 10.3916/C38-2011-03-04 través de la fijación de las cuotas de ciclo y ramas de enseñanza, por tanto, se calculó el número proporcional de encuestas a realizar en función del peso relativo de la cuota en la estructura de la población.

El tamaño de la muestra fijada para en el estudio fue de 1.033 estudiantes para un nivel de confianza del 95% y un intervalo de confianza del +/-3%. Se diseñó un cuestionario específico para

la investigación. Se adaptaron a los objetivos de la investigación algunas preguntas de otros cuestionarios revisados en la literatura científica existente (AIMC, 2011; Caballar, 2011; Valenzuela, Park & Kee, 2009; Ledbetter, Mazer & al., 2010; Ellison, Steinfield & Lampe, 2007; Monge & Olabarri, 2011) y se redactaron nuevas preguntas que surgieron de dos grupos de discusión. (10)

Los objetivos de los grupos de discusión eran explorar el campo y extraer información cualitativa. Se usó un criterio de conveniencia para la selección de los participantes (estudiantes de Periodismo y Publicidad y Relaciones Públicas). El tamaño de los grupos de discusión fue de siete y diez participantes. La duración no superó la hora y media. Se usó un guion temático para la moderación que fue poco directiva durante la primera mitad de las sesiones, con la finalidad de que los discursos surgieran de manera natural, y más directiva en la segunda mitad, con la intención de aclarar cuestiones específicas sobre el contenido del cuestionario.

El audio de las sesiones fue grabado para su posterior transcripción, codificación y análisis. Posteriormente, se reelaboró el cuestionario y se realizó un estudio piloto y exploratorio. Todas las preguntas, excepto una, fueron cerradas. Se emplearon escalas auto aplicadas tipo Likert de cinco puntos (escalas de cantidad, frecuencia o grado de acuerdo...) con las que se obtuvieron promedios y desviaciones. Así mismo, también se utilizaron preguntas de respuesta múltiple dicotómicas y preguntas con respuestas de tipo categórico.

Las preguntas exploraban la frecuencia con que se aprovechan las redes para distintas actividades de tipo académico en una semana normal (hacer trabajos de clase), el grado de apoyo académico percibido en las redes, el seguimiento a la institución universitaria a través de las redes, la relación académica existente entre estudiantes y profesores a través de ellas, o la valoración de los

estudiantes sobre la posibilidad de que los profesores las utilizaran como un recurso en su docencia en detrimento del campus virtual. Además de éstas, el cuestionario recabó otros datos sociodemográficos, de hábitos de consumo y usos generales, que no serán tratados en profundidad en este artículo.

El trabajo de campo se realizó durante la segunda semana de abril de 2011. El grupo de encuestadores estuvo constituido por 21 voluntarios de investigación que recibieron formación específica sobre cómo suministrar las encuestas y asistir las dudas de los encuestados. A partir de los datos obtenidos a través de la encuesta, se generó una base de datos que fue analizada con el software científico PASW Statistics v.18. Tras la revisión y refinamiento de la matriz de datos, se utilizaron los recursos clásicos de la estadística descriptiva como son los estadísticos de resumen, las tablas de frecuencia y las gráficas.

El trabajo de investigación tuvo un enfoque documental y descriptivo, según (Hernández-Sampieri F, et al, 2006, (11) La investigación documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza con apoyo, principalmente, en fuentes de bibliográficas y documentales. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios conceptualizaciones, conclusiones, recomendaciones y en general en el pensamiento del autor.

Para llevar de manera satisfactoria la investigación se requiere la definición del estudio realizado y obtener nuevos conocimientos para el análisis del mismo por medio de una documentación que permita darle soporte y mayor veracidad a la investigación.

La técnica utilizada fue el fichaje, esta técnica se puede clasificar en bibliográficas, de contenido y mixtas. Mediante este procedimiento, el investigador organiza de manera sistemática y ordenada la información separada que se incluirá en la investigación. La técnica de fichaje es una de

la más empleada por los investigadores para el registro de información. Las fichas permiten organizar, registrar datos bibliográficos y hacer resúmenes de la información seleccionada. Sus ventajas son las siguientes: a) Se puede clasificar la información según la conveniencia del investigador, por autor, título, contenido o materia; b) Son de bajo costo y pueden ser confeccionadas por el investigador; c) Se requiere de poco espacio para el almacenamiento de las fichas, sobre todo si se cuenta con un fichero; d) Se facilita el traslado de un lugar a otro”. Las fichas son el instrumento que se utiliza para esta técnica.

Las categorías consideradas fueron: a) ¿Qué son las TIC?, b) El impacto de las TIC en la educación universitaria, y c) Uso de las TIC en las universidades ecuatorianas

Durante el desarrollo de la presente investigación se utilizó una metodología estructurada en tres etapas:

a) En la primera etapa se procedió a la búsqueda de toda la información necesaria para realizar la investigación a plantear. Establecer el objetivo general y los específicos conforme al problema presentado, las categorías fueron derivadas del análisis de la información recabada.

b). En la segunda se realizó la recopilación de las bases teóricas y antecedentes, para la investigación.

c). Después de recolectar la información se procedió a analizarla y organizarla para así obtener conclusiones que sustentan la propuesta.

Los objetivos planteados en esta investigación

Objetivo General es describir el uso de las nuevas tecnologías y su aporte en la educación superior cómo el surgimiento de las (TIC) y su relación con los usos en la educación Superior.

## Resultados

### Tecnologías de prototipado rápido (tpr)

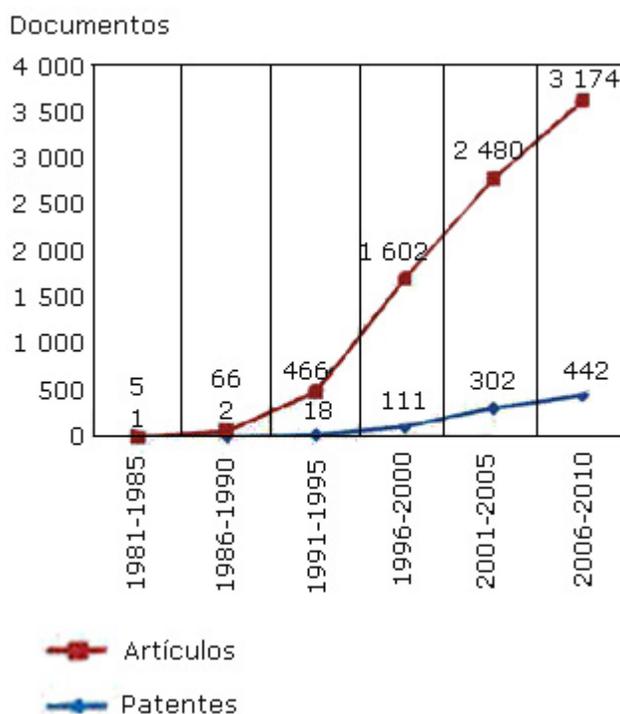
Las Tecnologías de Prototipado Rápido (TPR) o Tecnologías de Fabricación Rápida (TFR) surgen en los últimos años de la década de los 80 del siglo pasado cuando se introdujo la primera máquina capaz de lograr la impresión digital en tres dimensiones a partir de una imagen tridimensional de un objeto, mediante el proceso conocido como estereolitografía<sup>1</sup>. A partir de 1992 esta máquina comenzó a ser adquirida por varios centros de diseño e ingeniería de diferentes países del mundo. Comenzó así una nueva era en la fabricación de piezas, instrumentos y una gran variedad de productos. A partir de entonces se han producido importantes cambios en el prototipado rápido con la aparición de un sinnúmero de tecnologías, empresas y firmas comerciales que han introducido, de forma ininterrumpida desde 1992, diversas estrategias y avances tecnológicos que han dado lugar al desarrollo de nuevos equipos y procesos.

Hoy se conoce como Tecnologías de Prototipado Rápido al conjunto de procesos de fabricación capaces de generar productos, partes y piezas totalmente terminadas a partir de un modelo tridimensional (3D) de los mismos. Estos modelos pueden ser generados por programas de diseño por computadoras (CAD) o pueden ser copiados por métodos de ingeniería inversa para obtener una forma geométrica sólida. Una vez obtenida o diseñada la imagen, esta se imprime directamente en la impresora 3D. Por esta razón también se conocen estos sistemas de fabricación como CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing).

La mayoría de los métodos de Fabricación Rápida están basados en la deposición de los materiales por capas, planos o secciones hasta conseguir o construir el objeto final, por esta razón se conocen también genéricamente como tecnologías aditivas. Existen diferentes impresoras o técnicas

de impresión que se diferencian en el principio de trabajo, como, por ejemplo: la sinterización por láser, el curado o fotopolimerizado, la fusión de polvos.

Los cambios ocurridos en estos años han sido tan rápidos y dinámicos que resulta difícil seguir el desarrollo y el estado del arte en esta área del conocimiento debido al incremento notable de publicaciones y patentes (*Figura N° 1*).



**Fig. 1.** Incremento de publicaciones y patentes.

Evolución del número de artículos científicos y de patentes relacionadas con los temas de prototipado rápido y fabricación rápida durante los últimos tres decenios. Los datos son de Thomson Reuters's Web of KnowledgeSM database, enero de 2011.

Mientras un importante número de investigaciones se mantienen focalizadas hacia el prototipado, la industria fue moviéndose hacia la fabricación, creándose toda una red de

asociaciones de industrias y socios comerciales dirigidos a encontrar nichos de aplicaciones. Así fueron apareciendo nuevos modelos de negocios alrededor del mundo basados en las inusuales capacidades de estas nuevas tecnologías.

La principal ventaja de las TFR es su capacidad para crear casi cualquier forma o característica geométrica y reproducirla con gran exactitud. Estas técnicas logran resoluciones que están en el orden de los  $\mu\text{m}$  y más recientemente se ha anunciado un nuevo sistema de impresión por fotopolimerización con doble fotón que logra resoluciones muy altas cercanas a los 200 nm. Se abre así también el camino hacia la aplicación de las nanotecnologías con estas técnicas.

Una de las limitaciones más importante que se señalan hoy día para estas tecnologías consiste en que la opción de materiales a utilizar es muy reducida, limitándose a algunos polímeros y fotopolímeros, algunos metales, ceras y cerámicas. Es por ello que teniendo en cuenta las ventajas de las TFR, se dedica una gran atención a investigar, probar e introducir un mayor número de materiales en esta industria, pero los resultados obtenidos se consideran todavía limitados y han tenido poco efecto o impacto comercial.

### **Tecnologías de prototipado rápido en medicina y cirugía**

Los avances de las nuevas tecnologías de fabricación rápida llegaron inmediatamente a la medicina y en particular tienen un impacto importante en la cirugía reconstructiva de tejidos y órganos principalmente por la combinación de tres fenómenos:

1. Los avances en la computación y la explosión en el conocimiento, desarrollo y aplicaciones de las técnicas de imagenología (TAC, USS, IRM).

2. Mediante las técnicas de CAD/CAM puede reproducirse con exactitud micrométrica la forma, dimensiones y morfología de los tejidos y órganos a reparar o sustituir.

3. Varios de los materiales ensayados y que funcionan con estas tecnologías (RMT) presentan una biocompatibilidad probada.

Del conjunto de aplicaciones de estas técnicas, las relacionadas con la ingeniería biomédica ocupan ya el tercer lugar con un 15 % y se aplican en áreas que van desde el entrenamiento, planificación y procederes en cirugía hasta la fabricación de las prótesis e implantes, tanto para reconstruir el tejido blando (arterias, músculos, tendones, etc.) como también para la reconstrucción del tejido óseo y la fabricación de diversos tipos de implantes. En este sentido vale aclarar que son muy útiles tanto en la fabricación de somato-prótesis (reconstrucción de defectos externos de la anatomía) como también de los diferentes tipos de prótesis y dispositivos implantables.

Los usos más extendidos de las tecnologías de prototipado rápido en medicina se concentran en el desarrollo de modelos para el diagnóstico, para el entrenamiento y la planificación quirúrgica, así como en la fabricación directa de implantes para la reconstrucción ósea, todos los cuales representan casi el 60% de las aplicaciones. Aproximadamente 14% de las investigaciones se refieren al desarrollo de prototipos para la ingeniería de tejidos, el cual aparece actualmente como el campo de aplicación más relevante con el 40% de los artículos científicos publicados en los últimos cinco años sobre el uso del prototipado rápido en la bioingeniería.

Dentro de la Ingeniería Biomédica, las especialidades en que más se aplican son la radiología, imágenes médicas, anatomía, cirugía, ortopedia y odontología, las cuales ocupan el 50 % del total.

## **Aplicaciones del prototipado rápido en cirugía oral y maxilofacial**

Las aplicaciones de estas tecnologías en cirugía oral y maxilofacial abarcan un amplio espectro de posibilidades en la elaboración de prótesis, implantes dentales, etc. que incluyen el uso de diferentes materiales tanto para la fabricación del cuerpo o pieza de los implantes como para realizar los recubrimientos o acabados superficiales, lo cual se logra con una gran calidad y efecto estético.<sup>4</sup> También en esta especialidad estas tecnologías ofrecen grandes ventajas al permitir explorar, conocer y reproducir con gran exactitud las características de los huesos de esta zona. Son múltiples los ejemplos de aplicación en: reconstrucciones de las orbitas, incluyendo el piso y el techo, reconstrucción de las paredes del canal auditivo, sustitución de los huesos del oído, rinoplastias, reconstrucciones de huesos frontales, craneales, de maxila y mandíbula.

Una de las ventajas importantes de las TFR consiste en que se pueden fabricar implantes personalizados, es decir, por ejemplo, en el caso de defectos óseos se puede fabricar el implante según la forma y dimensiones del defecto a restaurar o realizar la planificación de la cirugía de implantes dentales. Esta característica ha permitido dar saltos importantes en la reconstrucción de defectos cráneo-faciales que ha sido siempre muy difícil. En el proceso de modelación se han introducido técnicas que permiten incluso diseñar la morfología del biomaterial, consiguiendo estructuras más o menos porosas según las necesidades y exigencias del sitio de implantación. En el campo de la implantología moderna también se aprecia una tendencia creciente a la introducción del prototipado rápido no solo en el proceso de fabricación de diferentes tipos de implantes sino en la realización de la propia cirugía. Es que, por ejemplo, los resultados de la cirugía de implantes dentales por lo general dependen de los criterios o juicios y de la experiencia clínica de odontólogos y cirujanos. Para tratar de minimizar los errores y asegurar mejores resultados, se introduce las TPR

para planificar y simular la cirugía. Recientemente se ha reportado una metodología mediante el uso de técnicas de prototipado rápido para la planificación y realización de la cirugía de implantes dentales que contempla la construcción del modelo mandibular real<sup>7</sup>. En este caso, los datos de la tomografía computarizada (TC) de la mandíbula se convirtieron primero en un modelo CAD con los vasos, los nervios, la orientación de los pilares y plataformas de indexación mediante un software para procesamiento de imágenes médicas. Las técnicas de prototipado rápido se utilizaron entonces para obtener un modelo 3D real que permite la planificación y simulación quirúrgica previa.

Con el uso de las tecnologías de prototipado rápido se puede copiar prácticamente cualquier parte dañada del cuerpo humano y reproducirla en un biomaterial capaz de reconstruirla o repararla, los esfuerzos no se detienen ahí, sino que también se desarrollan nuevas tecnologías que combinadas con las TPR permiten incorporar sustancias adicionales como fármacos para el tratamiento de diferentes patologías, células madres, factores osteoinductores y muchos otros.

Actualmente se trabaja en nuevas estrategias como por ejemplo la que utiliza células madres específicas, capaces de poder diferenciarse en cementoblastos, fibroblastos y osteoblastos que soportadas sobre andamios tridimensionales constituidos por materiales biocompatibles, puedan acelerar la regeneración del tejido óseo. Tal es el caso de la combinación de estas técnicas para el tratamiento de los defectos periodontales.

En este caso, el andamio construido «a medida» se combina con las células madres genéticamente modificadas para producir excelentes resultados en el tratamiento de defectos periodontales intrincados. Alternativamente, las células vivas también pueden ser incorporadas al proceso de fabricación del implante si se trabaja en condiciones de esterilidad bajo flujo laminar para generar directamente la combinación células-implante para la cirugía periodontal.

## **Discusión.**

La reconstrucción de la ATM puede plantear controversia acerca de la opción terapéutica indicada, sobre todo entre los injertos autólogos y los dispositivos aloplásticos. El uso de injertos autólogos, principalmente el costochondral, está ampliamente documentado en la bibliografía, y constituye la técnica de elección para la reconstrucción de la ATM. Hay varios tipos de injertos: costochondral, esternoclavicular, cresta ilíaca, peroneo, tibial, metatarsiano o de calota craneal.

En nuestro servicio, el injerto de elección para la reconstrucción de la ATM es el costochondral y el injerto libre de peroné. Las principales ventajas de los injertos son la compatibilidad biológica y su capacidad de adaptación en pacientes en edad de crecimiento. Entre las desventajas destacan la respuesta biológica variable (anquilosis, reabsorción o hipercrecimiento) y la morbilidad del lugar donante.

La primera reconstrucción aloplástica de la ATM documentada data de 1840, cuando John Murray Carnochan utiliza un implante de madera en un caso de anquilosis articular. No fue hasta finales del siglo xx cuando aparecieron los primeros estudios retrospectivos de sustitución articular con prótesis aloplástica, incluidas grandes series de pacientes y largo seguimiento. En 1993, Kent et al publicaron la primera serie de más de 200 pacientes, en la que comparaban la utilización de prótesis Vitek-Kent (Vitek, Inc., Houston, Texas [Estados Unidos]). Mercuri LG; et al, 1995, (12) seis presentaron una serie de 215 pacientes con enfermedad degenerativa de la ATM reconstruidos con prótesis CAD/CAM Techmedica (Techmedica Inc., Camarillo, CA [Estados Unidos]). Tras un seguimiento de 2 años, los resultados muestran un aumento significativo de la MAO, además de la mejoría subjetiva clínica y funcional de la articulación.

Cuatro utilizaron la serie de 215 pacientes operados entre 1990 y 1994, para valorar la seguridad y la efectividad a largo plazo de la reconstrucción aloplástica con prótesis a medida. El estudio retrospectivo tiene un seguimiento de 10 años y confirma los hallazgos de publicaciones previas, con datos objetivos y subjetivos que son estables en el tiempo. Los resultados favorables disminuyen a medida que aumenta el número de cirugías previas sobre la articulación. (12)

La ATM multioperada ve alterada su fisiología porque: empeora el flujo sanguíneo, aparece tejido cicatricial, hay alteración ósea, cartilaginosa y de ligamentos articulares, y se produce daño neuromuscular. Wolfrod LM; et al, 1993, (13) publicaron uno de los pocos estudios comparativos directos entre injertos autólogos y prótesis aloplásticas para la reconstrucción de la ATM en casos de articulaciones afectadas por el tratamiento previo con implantes de Proplast-Teflon (PT).

Los resultados fueron más favorables para la sustitución aloplástica, con una tasa de éxito del 86% en relación con funcionalidad, disminución del dolor y ausencia de recidiva o reanquilosis. Uno de los argumentos a favor del reemplazo aloplástico de la ATM en los casos de anquilosis es evitar la incorporación de hueso del injerto autólogo en una afección caracterizada por exceso de metabolismo óseo a nivel local. En los últimos 20 años los avances en biomateriales, la investigación ortopédica y los estudios prospectivos de seguridad y estabilidad a largo plazo de las prótesis aloplásticas de ATM avalan la utilización de estos dispositivos.

Nuestra experiencia con prótesis aloplásticas también incluye prótesis de stock Biomet. Entre el año 2004 y 2008 hemos tratado a 8 pacientes, articulaciones, con enfermedad subyacente diversa: un caso unilateral por osteoatrosis rebelde a otras cirugías, un caso de fracaso de osteosíntesis de una fractura condílea unilateral, cuatro casos de anquilosis (una unilateral y tres bilaterales), un caso de osteocondroma unilateral y un caso de displasia fibrosa condilar unilateral.

Las herramientas convencionales de planificación quirúrgica (cefalometría, análisis de modelos dentales y cirugía de modelos en articulador entre otras) son el punto de partida de los diferentes softwares disponibles actualmente en el mercado para la planificación virtual. SimPlant®OMS (Materialise Dental NV, Leuven [Bélgica]), Virtual Surgical Planning (VSP®System) o Dolphin 3D (Dolphin Imaging®, Chatsworth, CA, [Estados Unidos]) son las herramientas más utilizadas en nuestro entorno, lo cual permite mejorar el diagnóstico del paciente, la planificación quirúrgica, la fabricación de férulas quirúrgicas y la transferencia de los movimientos planificados al quirófano. Es indispensable una correcta planificación preoperatoria para obtener unos resultados favorables.

La reconstrucción tridimensional, virtual o estereolitográfica, del esqueleto maxilofacial es el punto de inflexión para la planificación virtual. La creación del modelo anatómico virtual todavía presenta algunas limitaciones, como obtener una adecuada definición del componente dental. La integración del escaneado de los modelos de impresión dental en el modelo 3D ayuda a diseñar los movimientos quirúrgicos maxilomandibulares con mayor precisión gracias a la mayor resolución de la oclusión dental. Del mismo modo, el diseño de las férulas quirúrgicas se puede realizar sobre este modelo virtual fusionado.

Las ventajas de asociar la cirugía de la ATM y ortognática son evidentes: a) disminución del tiempo quirúrgico y riesgo anestésico; b) disminución del tiempo global terapéutico; c) compensación de la relación intermaxilar, oclusión, posición condilar y estructuras neuromusculares, y d) y mejor resultado funcional y estético.

Entre los criterios de éxito a largo plazo en las reconstrucciones aloplásticas destacan: utilización de materiales biocompatibles; diseño adaptado a la biomecánica de la ATM; estabilidad

in situ desde el momento de la implantación, y adecuada elección de la indicación. Comprender la biomecánica articular es un requisito indispensable para planificar la reconstrucción de la ATM. Las prótesis disminuyen la carga funcional en la articulación, pero el diseño se basa en modelos teóricos matemáticos, cuyas magnitudes exactas de distribución de cargas en condiciones normales y patológicas todavía no se conocen, como sí ocurre en otras articulaciones.

Otras ventajas de los dispositivos de reconstrucción articular customizados son la máxima adaptabilidad a las estructuras anatómicas con bajos coeficientes de desgaste o fricción, estabilidad rígida y resistencia a la corrosión.

La combinación de Titanio, Cr-Co-Mo y PEUAPM es el método de referencia para la reconstrucción articular, cuyo uso está avalado por décadas de experiencia en cirugía ortopédica. El concepto de osteointegración en implantología propuesto por Brånemark en sus estudios clínicos es aplicable a la conexión estructural y funcional directa entre el hueso y la superficie de la prótesis. Es necesario el íntimo contacto del dispositivo aloplástico y el hueso, además de una fijación rígida que reduzca los micro movimientos para el éxito a largo plazo. Las prótesis de stock no se adaptan de forma exacta a la anatomía ósea subyacente. Por ello, puede aparecer un gap entre hueso y prótesis que determina inestabilidad y micro movimiento, formándose una capa de tejido conectivo que dificulta la osteointegración, la fijación de la osteosíntesis, y que puede devenir en fracaso del implante.

## **Conclusiones.**

La tecnología CAD/CAM es una forma innovadora de implementar técnicas digitales para tratar al paciente. La evidencia sobre la precisión de las impresiones digitales ha llevado a la

integración de estos sistemas en los consultorios dentales. El éxito de las impresiones digitales requiere dominar técnicas similares a las que se necesitan para realizar impresiones convencionales, tales como obtener la necesaria retracción del tejido blando y controlar la humedad de la zona para registrar con precisión las estructuras intraorales.

Cuanto más se conozca este proceso y más se documente la predecibilidad y durabilidad del resultado del tratamiento, más probable es que estos sistemas se integren en la clínica con mayor confianza.

Actualmente es posible combinar la estética, la resistencia y la precisión en los diferentes sistemas cerámicos con la tecnología CAD-CAM, logrando predictibilidad a largo plazo con este tipo de restauraciones.

En esta revisión se pudo evidenciar la versatilidad de los materiales utilizados con los sistemas CAD/CAM, hoy por hoy existen en el mercado más de dieciséis sistemas con diferentes indicaciones, técnicas y materiales.<sup>52</sup> En nuestro medio tenemos acceso a muy pocos, de los cuales el Procera y el Cerec son los más utilizados.

El compuesto cerámico con mayor resistencia y confiabilidad es el zirconio estabilizado con ytria.

Es el material más utilizado en las restauraciones protésicas fijas de varias unidades como reemplazo a las estructuras metálicas con propiedades ópticas poco deseables. Seguir las indicaciones para el uso y las preparaciones dentarias que recomiendan las casas comerciales asegura la mejor adaptación marginal y la mayor resistencia de las restauraciones fabricadas con los

sistemas CAD-CAM. Posiblemente se asegurará mayor longevidad con las restauraciones totalmente cerámicas fabricadas con estos sistemas.

Sin embargo, actualmente no reemplazan del todo los sistemas metalcerámicos sobre todo en estructuras de prótesis fija combinada con prótesis parcial removible con ajustes y estructuras con más de dos pónicos seguidos.

La correcta planificación quirúrgica, las nuevas técnicas de imagen y software, y la visión integral desde el punto de vista maxilofacial, son la clave del éxito para la solución de los casos complejos. La planificación virtual preoperatoria, la utilización de prótesis aloplásticas a medida y las férulas quirúrgicas diseñadas a partir de modelos tridimensionales, permiten una reconstrucción articular más precisa y segura.

Otras ventajas evidentes son la estabilidad oclusal a largo plazo, un riesgo menor de rotura y desgaste y el menor tiempo quirúrgico intraoperatorio. Además, es posible asociar procedimientos de cirugía ortognática en un solo tiempo quirúrgico.

Un resultado predecible y satisfactorio sólo se puede conseguir cuando el tratamiento correcto se realiza de la forma adecuada en el paciente indicado.

### **Bibliografía.**

1. Macías F. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. Revista de Operatoria dental y biomateriales. 2015; 4(1): p. 1-3.
2. Gomez-Font R. Impresiones fáciles sobre implantes. Gaceta Dental. 2013;; p. 171-173.
3. Victoria-Gasteiz E. Sistema BIO CAD/CAM: Estructuras mecanizadas en frío sobre Multi-Im. dental dialogue. 2012; 1(2): p. 2.

Tecnología CAD/CAM en la consulta dental

---

4. Urdaneta M, Yáñez L, Torres B, Vega A, Urdaneta O. Incrustaciones de porcelana por el metodo CAD/CAM. Ensayo clínico. Ciencia Odontológica. 2012; 9(2): p. 123 - 130.
5. Ortiz-Polanco J, Luna-Chávez A. Restauraciones provisionales y sistema CAD/CAM. Medellín: Universidad CES, Facultad de Odontología; 2012.
6. Caparroso-Pérez C, Duque-Vargas J. Cerámicas y sistemas para restauraciones CAD-CAM: una revisión. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2010 dic; 22(1): p. 88-91.
7. García Sánchez , Morey Mas MÁ, Ramos Murguialday M, Janeiro Barrera S, Molina Barraguer I, Iriarte Ortabe JI. Reconstrucción de la articulación temporomandibular postraumática con prótesis a medida. Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial. 2011 jun; 33(2).
8. Fasbinder D. Evaluación del CAD/CAM para la restauración dental. DENTAL TRIBUNE Hispanic & Latin America. 2013.
9. Tébar-Cabañas M. Empleo de la técnica Cad/Cam en prótesis sobre implantes. GACETA DENTAL 205. 2009.
10. Gómez M, Roses S, Farias P. El uso académico de las redes sociales en universitarios. Comunicar. 2011 mar; 3(1).
11. Henández-Sampieri R, Fernández C, Baptistas L. Metodología de la investigación. 5th ed. México: Mc Graw-Hill; 2006.
12. Mercuri L, Wolford L, Sanders B, White R, Hurder A, Henderson W. Custom CAD/CAM Total temporomandibular joint reconstruction system. Preliminary multicenter report. J Oral Maxillofac Surg. 1995; 53(1): p. 106-116.
13. Wolford L, Cottrell D, Henry C. Temporomandibular joint reconstruction of the complex patient with Techmedica custom made total joint prosthesis. J Oral Maxillofac Surg. 1993; 52(2).