BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CAD/CAM EN EL FLUJO DE TRABAJO DE PRÓTESIS DENTALES TOTALES REMOVIBLES EN PUEBLA, MÉXICO

Rivera, María de Lourdes

cd33303@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0003-4828-8229

Reseña del Autor

Profesional con experiencia en varios consultorios y clínicas como asistente dental. Propietaria de un consultorio con las primeras experiencias en el ámbito laboral. A lo largo de la carrera y debido al contexto familiar y social, el empleo de la tecnología resultó fascinante y familiar y su uso en la odontología es un tema de sumo interés y de amplia área de investigación para el beneficio de la salud oral de las personas y facilitando al odontólogo la práctica clínica y muchas otras ventajas más que la tecnología puede brindar a los procesos odontológicos.

Resumen

El flujo de trabajo de prótesis totales comúnmente empleado en la ciudad de Puebla es un método funcional. A pesar de ello, existen áreas de oportunidad optimizables dentro de dicho proceso como lo es el número de citas, el tiempo

de consultas, entre otros. Se ha logrado implementar la tecnología CAD/CAM (fabricación y diseño asistido por computadora) para poder optimizar estas áreas de oportunidad. El objetivo de este trabajo es informar a los odontólogos poblanos de las cualidades de CAD/CAM en los procesos protésicos totales removibles. El diseño de investigación de la presente es de corte cualitativo. La muestra de este estudio es no probabilística en razón de que solo se realizó con el fin de reforzar lo dicho en el desarrollo de la investigación. El instrumento de recolección de datos fue un formulario de Google Forms y los procedimientos fueron: encuesta a 51 personas de 7 universidades diferentes de la ciudad de Puebla, México. Como principales resultados se observa que la tecnología CAD/CAM tiene ventajas y propuestas eficaces para ofrecer y optimiza el proceso o flujo de trabajo de las prótesis totales dentales removibles en los consultorios poblanos, pero a pesar de que esto es bien conocido por parte de los odontólogos poblanos, no se emplea actualmente. El uso de la tecnología como lo es CAD/CAM es una realidad que se puede comenzar a emplear en Puebla, México, e incluso se puede comenzar a desarrollar el flujo de trabajo CAD/CAM con tecnología totalmente mexicana.

Palabras clave: CAD/CAM, Flujo de trabajo análogo, Flujo de trabajo CAD/CAM, consultorios Poblanos, Informar.

Introducción

Durante los últimos años del siglo XX, comenzó una nueva era para la odontología debido al gran avance tecnológico que tuvo con la introducción del diseño asistido por computadora (CAD) y Fabricación asistida por computadora (CAM) en los procesos dentales. A lo largo del tiempo se buscaron diversos enfoques para la implementación de esta tecnología, teniendo un desarrollo importante en la odontología restaurativa. En 1970, en Francia, el investigador Francois Duret

introdujo un sistema pionero en la impresión óptica a partir del cual fue posible diseñar y fresar un diente pilar. A este sistema se le llamó Duret. Debido a las amplias dificultades que mostró el método en cuanto a tiempos, costos, gran tamaño, digitalización inadecuada y complejidad, el sistema no se desarrolló. Posteriormente otro sistema fue lanzado y apoyado por Sopha Bioconcept, el sistema se denominaba "Sistema Sopha". En 1977 se propuso la impresión óptica que dependía del láser Holografía. En la década de los 1980 tuvo lugar un cambio importante en el término de restauraciones de cerámica como: inlay, onlay, coronas y carillas, debido a que en la universidad de Zurich en Suiza, los Dr. Warner Mormann y Marco Brandestini presentaron el primer CAD/CAM comercial para uso clínico, (Abdullah et al., 2018).

En 1994, Maeda, Minoura, Tsutsumi, Okada y Nokubi realizaron una investigación experimental en Japón del desarrollo asistido por computadora y diseño asistido por computadora para un prototipo de prótesis dentales totales removibles. El estudio se desarrolla en 3 pasos base:

a) Procedimientos de impresión: se implementó una técnica de doble impresión,
b) Diseño de la dentadura (CAD): disposición de dientes y formación de bordes,
c) Fabricación de la dentadura.

La fabricación de la prótesis total se llevó a cabo por una fresadora de control numérico y una máquina de litografía láser 3D. Se obtuvieron unos armazones de color transparente que se rellenaron, en los dientes con resina compuesta "color diente" fotopolimerizable y la encía con resina compuesta "color tejido"

autopolimerizable. Se mencionó que hay áreas en las que aún se necesita desarrollo, como en impresión, computadora, software, material, la máquina de herramienta y el rendimiento de costos. Sin embargo, las conclusiones del estudio fueron que el uso lógico del concepto CAD/CAM es muy prometedor (Maeda et al., 1994).

Posteriormente, en 1997, Nawahata N, Ono H, Nishi Y, Hamano T y Nagaoka E, realizaron una publicación en la revista *"journal of oral rehabilitation"* de un estudio titulado "Prueba de Procedimientos de Duplicación para Prótesis Completa por CAD/CAM" ("Trial of Duplication Procedures for Complete Denture by CAD/CAM") en el que se utilizó un sistema de medición indirecta, con un método de rayo láser que se proyectaba en un espejo poligonal que reflejaba la imagen sobre el objeto, la trayectoria de corte fue guiada por una computadora personal. Se obtuvieron datos morfológicos de las prótesis dentales totales de un paciente edéntulo y se duplicó el molde con cortes en cera para modelar. Se llegó a la conclusión de que las áreas de corte de ángulo agudo, base de dentaduras, el área cervical de los dientes y las áreas de socavado parecen posibles mediante la tecnología CAD/CAM (Nawahata et al., 1997).

Como se vio anteriormente, se han realizado una serie de publicaciones de artículos y estudios que hablan del análisis de la implementación de CAD/CAM en dentaduras completas. Posteriormente, se inició la comercialización de la aplicación de la mejora de eficiencia de producción y reducción de tiempo (Contrepois et al., 2018).

A partir de este desarrollo se ha encontrado una diversidad de técnicas que combinan el flujo de trabajo protésico convencional con CAD/CAM y modifica y beneficia el resultado debido a la intervención de esta nología CAD CAM con la creación e introducción de dos sistemas digitales, The AvaDent Digital Denture (Global Dental Science LLC) y Dentca Denture (Dentca inc) (Contrepois et al., 2018).

Dicho implemento es cada vez más frecuente actualmente, debido a que los métodos convencionales, con esta implementación, toman ventaja en cuanto

a mayor eficiencia y producción, modificando y aumentando sus métodos (Contrepois et al., 2018). Adentrándose en prótesis dental total, este implemento ha significado una revolución en los procedimientos, conceptos y fabricación protésica, ya que existen estudios de que esta tecnología empleada y enfocada a prostodoncia removible es una alternativa confiable y eficaz para tratamientos clínicos y técnicos.

En un flujo de trabajo análogo, puede resultar un problema o un inconveniente, la cantidad de citas, los materiales usados, los errores humanos, el almacenamiento de modelos dentales, el proceso largo de reposición protésico, el diseño y las pruebas estéticas, por lo que se consideran como áreas de oportunidad en cuanto a tecnología en las áreas de oportunidad anteriormente mencionadas (Contrepois et al., 2018).

El objetivo de este estudio es identificar los beneficios de la tecnología CAD/CAM dentro del flujo de trabajo análogo de prótesis dentales totales removibles en México, para poder informar a los odontólogos de México y sugerir una implementación de esta tecnología en la ciudad de Puebla Centro y México.

Planteamiento del problema

La dentición es una estructura esencial para el ser humano, ya que se encarga de una variedad de acciones necesarias en la vida diaria, tales como la masticación, fonación, deglución y estética, influyendo en la calidad de vida de las personas. La carencia de esta estructura, conocida como “edentulismo”, ocasiona una pérdida de la función masticatoria, dificultad para deglutir alimentos, así como dificultad en la fonética, razón por la cual la dieta y la calidad de vida del paciente se ve alterada (Cisneros et al., 2014).

Las prótesis pueden definirse como el reemplazo artificial de una parte ausente del cuerpo. En odontología se definen tres tipos de prótesis: prótesis maxilofacial, prótesis auxiliar dental y prótesis dental. Las prótesis maxilofaciales son las que se utilizan para el reemplazo de una parte o la totalidad de cualquier estructura estomatognática o craneoencefálica. En el caso de las prótesis auxiliares, se refiere a las prótesis que se usan una vez por un lapso corto. Ahora bien, dentro de las prótesis dentales se encuentran las fijas y las removibles. Se entiende por prótesis dental fija a la sustitución de dientes que van anclados a otros dientes naturales o implantados, cementados a los dientes adyacentes, unidos a una raíz o atornillados. La prótesis removible, por el contrario, se refiere a que puede ser extraída de la boca por el paciente cuando este lo desee.

Las prótesis removibles se sub clasifican a su vez en: prótesis parciales, que tienen como finalidad la sustitución de uno o más dientes, y las prótesis totales, que se refiere a la sustitución de toda la dentadura tanto en el maxilar superior como en el maxilar inferior (Lakshmi, 2014).

Es importante mencionar que los resultados obtenidos de las prótesis dentales que se elaboran cumpliendo con el proceso análogo, son de alta calidad y satisfactorias en el reemplazo de la funcionalidad, estética y fonación, mejorando la calidad de vida del paciente (Rahn et al., 2011).

Dentro de este flujo de trabajo análogo, existen una serie de procedimientos que se podrían considerar como áreas de oportunidad. Estas áreas son mejorables mediante el uso de una herramienta moderna y muy empleada en el mundo, conocida como tecnología CAD/CAM (Diseño Asistido por Computadora y Fabricación Asistida por Computadora / Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing).

El proceso análogo actual implica una cantidad de citas que se refleja en un alto nivel de tiempo invertido tanto por los pacientes como por los doctores, que generalmente

causan descontento e irritabilidad en los pacientes (Hyung & Varjao., 2016).

Otro aspecto mejorable del proceso análogo es acortar el número de citas dentales, ya que el proceso actual requiere aproximadamente de 10 visitas del paciente para obtener el resultado final.

También, el almacenamiento de los modelos de yeso a veces suele ser una tarea difícil, debido a que son frágiles y también puede llegar a confundirse las arcadas de los pacientes o llenar el espacio de almacenamiento (Srinibasan et al., 2017).

Igualmente, se puede considerar la optimización en el flujo reduciendo el riesgo de error humano, ya sea de comisión u omisión, que pueden resultar en consecuencias orales, anatómicas, estructurales y funcionales en los pacientes edéntulos (Rahn et al., 2011).

Otra de las áreas de oportunidad, es el reemplazo protésico. Las prótesis dentales suelen ser extraviadas o dañadas por el uso, y el reemplazo de estas suele ser, en la mayoría de los casos, un proceso lento que da como resultado que los pacientes pasen tiempo sin sus prótesis, alterando su estabilidad (Cho & Lee, 2020).

Por otro lado, las pruebas estéticas convencionales que se hacen sobre cera son también un área de oportunidad debido a que actualmente se envía al técnico dental, esperando que se procese y posteriormente hacer la prueba, lo que puede alargar el tiempo que el paciente pasa sin sus prótesis (Contrepois et al., 2018).

Por lo tanto, podemos entender que los procedimientos y materiales que son comúnmente empleados en el flujo de trabajo de las prótesis dentales removibles en la actualidad en México son funcionales y ayudan al paciente a recuperar algunas de las funcionalidades de la dentadura, sin embargo, este flujo de trabajo puede ser optimizado con la implementación y conocimiento de la tecnología CAD/CAM a nivel clínico y de laboratorio.

Por todo lo anterior se plantea el siguiente objetivo de la investigación: Identificar los beneficios de la tecnología CAD/CAM en el flujo de trabajo y producción de las prótesis dentales totales removibles en México, con el fin de informar acerca de los cambios positivos que este nuevo método proporciona para su implementación en la fabricación y producción de prótesis dentales totales en el ámbito técnico y clínico dental de Puebla capital y México.

Revisión bibliográfica

Diseño Asistido por Computadora (CAD)

CAD por sus siglas en inglés, es un sistema de modelado geométrico que se emplea en la producción de dibujos de ingeniería en 2D o 3D en una computadora. En otras palabras, es el uso de una computadora para ayudar en el proceso de diseño.

Con la capacidad del procesamiento matemático y gráfico que una computadora proporciona, puede ser empleada en la mayoría de los procesos de diseño ayudando a la ingeniería en la creación, modificación, análisis y visualización del diseño. Por lo tanto, CAD es un término general para las herramientas empleadas para crear, visualizar y analizar diseños en una computadora.

El software actual de CAD tiene la capacidad de analizar y probar los componentes antes de ser fabricados, esto es un punto importante de la experiencia en fabricación moderna.

Cabe mencionar que el diseño de productos lleva un proceso bien estructurado que consta de 5 pasos: conceptualización, síntesis, análisis, evaluación y documentación. CAD es empleado para todos los pasos de diseño, teniendo más intervención en la documentación (Xue, 2018).

Fabricación Asistida por Computadora (CAM)

CAM puede entenderse como el "uso efectivo de la tecnología informática en la planeación, gestión y control de las operaciones de una planta de fabricación a través de una interfaz informática directa o indirecta con los recursos de producción". En otras palabras, CAM es el uso de las computadoras para intervenir en los procesos de operación de fabricación, la cual trabaja de la mano con los recursos de producción, considerando aspectos como la planificación, administración, transporte y el almacenamiento, (Xue, 2018).

Los aspectos indispensables de CAM incluyen la planificación de: materiales, capacidad, instalaciones y dispositivos de manipulación de materiales, así como el control de inventario, gestión de herramientas, distribución, control de calidad, gestión de información y comunicación (Xue, 2018).

Impresión 3D

La impresión en 3 dimensiones (3D printing) es la materialización de un modelo digital mediante procesos de unión de materiales. Cuando se habla de la impresión 3D en el ámbito de las tecnologías de producción y cadenas de sumisión, generalmente se utiliza el término "fabricación aditiva".

La primera vez que se comenzó a usar la impresión 3D fue en 1984 por el estadounidense Chuck Hull, quien patentó, en Estados Unidos, su sistema con el nombre de "stereolithography". Posteriormente, formó una empresa con el nombre

de 3D systems y con este surgieron otros emprendimientos de impresión 3D, por lo cual en 1987 el prototipado rápido ya era una realidad comercial. Por lo tanto, la tecnología 3D ha tenido lugar desde hace 30 años.

En cuanto a los materiales que las impresoras 3D pueden manejar, se encuentra una amplia variedad de materiales y sus derivados. Dichos materiales van desde cerámicos (zirconio, grafito...) hasta materiales como el metal (aluminio, titanio, acero inoxidable...). El desarrollo de las impresoras 3D ha sido tal que es posible imprimir productos orgánicos tales como células, tejidos, alimentos, ceras, entre muchos otros (Blanco et al., s.f.).

Ahora bien, adentrándose a una de las ramas de la medicina, se tiene la impresión 3D en odontología. Existen en el mercado actual empresas extranjeras que cuentan con certificación FDA (US Food and Drug Administration) e ISO (organización para la estandarización) en cuanto a genotoxicidad, citotoxicidad, sensibilización, irritación y caracterización del material en sus materiales y procesos usados para impresión 3D de prótesis. Esto debido a que dichos materiales son usados en la boca del paciente y no son precisamente biomateriales (Hyung & Varjao, 2016).

CAD/CAM y prótesis total

Se ha registrado una amplia variedad de materiales que fueron examinados para la creación de dentaduras postizas, que van desde la madera hasta el oro, entre muchos otros materiales como la vulcanita y celuloide. Hoy en día las prótesis se elaboran por resina acrílica, material que ha sido muy empleado y aceptado para la confección protésica debido a sus características aptas para su uso en prótesis.

Dentro de esa constante búsqueda de materiales útiles e idóneos para las prótesis, el ser humano ha ido desarrollando tecnología enfocada en la industria, que le ha permitido descubrir materiales y automatizaciones, entre muchos otros avances tecnológicos que resultan útiles para la producción y fabricación de productos en la industria. Por lo cuál, debido al gran impacto y éxito que ha tenido el desarrollo de estas tecnologías en una gran variedad de industrias, se han logrado desarrollar e implementar dentro de la estomatología (Masri & Driscoll, 2015).

La primera publicación del uso de la tecnología CAD/CAM en las prótesis totales removibles fue realizada en 1994 por Maceda et al. (1994) en donde se describe, básicamente, una serie de pasos para la confección protésica CAD/CAM: los procedimientos de impresión, el diseño de la prótesis y la fabricación de la prótesis. Dentro de los procedimientos de impresión se encuentra la "doble impresión" que es un sistema que usa las cucharillas superiores e inferiores al mismo tiempo, conectándose entre sí en la relación vertical y horizontal dentro de la boca del paciente. Se utilizó estereolitografía para hacer las "cáscaras" para rellenar posteriormente con composite de resina acrílica de color encía y de diente correspondientemente. Por conclusión, se describe que el uso de esta tecnología requiere de muchas mejoras, pero el uso lógico y desarrollo de este denotan que su uso futuro es prometedor (Maceda et al., 1994).

La tecnología CAD/CAM ha demostrado tener ventajas significativas sobre el método de trabajo análogo en cuanto a:

- Número de citas,
- El tiempo de trabajo en el consultorio,
- La reducción del tiempo de laboratorio,

- La disminución del error humano,
- El fácil reemplazo protésico debido a que los archivos escaneados son guardados y almacenados en archivos computarizados,
- La reducción de la probabilidad de la aparición de cándida albicans en las bases protésicas,
- Fabricación mediante mecanizado que evita la contracción de la polimerización de la resina,
- Menos porosidad del material y el ajuste de las bases de las dentaduras es superior a las bases análogas.

Todas estas ventajas tienen un beneficio tanto para el odontólogo como para el paciente, pero sobre todo a la reducción en el tiempo de fabricación protésico, que reduce también el costo de atención para los pacientes y entregando trabajos con materiales de última generación (Varma et al., 2013).

Método y Metodología

El tipo de investigación es cualitativo debido a que se pretende observar, describir y entender las habilidades de la tecnología CAD/CAM sobre el flujo de trabajo que se emplea para las prótesis dentales totales en la práctica clínica.

La muestra obtenida es no probabilística. La encuesta está dirigida a usuarios egresados de la carrera de estomatología, cirujano dentista u odontología de 7 diferentes universidades de la ciudad de Puebla, centro.

El instrumento de recolección de datos fue un formulario distribuido mediante Google Forms vía online.

Se envió una encuesta a 51 personas que tienen la licenciatura de cirujano dentista, estomatología u odontología de 7 universidades de la ciudad de Puebla, las cuales son: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Universidad de Oriente (UO), Universidad del Valle de Puebla (UVP), Centro de Investigación y Estudios Superiores en Estomatología y Salud S.C. (CESES), Centro Universitario Interamericano (CEUNI) Universidad Realística de México.

Los temas abordados en la encuesta son de conocimiento en CAD/CAM en prótesis total, partiendo de lo general a lo específico. La encuesta es de difusión pública y es unitaria debido a que su elaboración y empleo solo es requerido para esta investigación.

Se realizó una encuesta de 21 preguntas bajo las siguientes categorías:

a) Conocimiento de conceptos de la tecnología CAD/CAM

b) Tecnología CAD/CAM y su relación en el área Dental

c) CAD/CAM y su relación en prótesis dental total clínicamente, así como datos acerca de materiales y cualidades del flujo de trabajo CAD/CAM para prótesis total

d) Laboratorios dentales y CAD/CAM

e) Tecnología CAD/CAM empresas globales y nacionales e interacción entre las empresas mencionadas y los odontólogos encuestados

f) Conocimientos adquiridos en la encuesta

Resultados

Se envió una encuesta a 51 personas que tienen la licenciatura de cirujano dentista, estomatología u odontología de 7 universidades de la ciudad de Puebla, las cuales son: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), Universidad de Oriente (UO), Universidad del Valle de Puebla (UVP), Centro de Investigación y Estudios Superiores en Estomatología y Salud S.C. (CESES), Centro Universitario Interamericano (CEUNI) Universidad Realística de México.

Los temas abordados en la encuesta son de conocimiento en CAD/CAM en prótesis total, partiendo de lo general a lo específico. La encuesta es de difusión pública y es unitaria debido a que su elaboración y empleo solo es requerido para esta investigación. Se realizó una encuesta de 21 preguntas bajo las siguientes categorías:

a) Conocimiento de conceptos de la tecnología CAD/CAM

b) Tecnología CAD/CAM y su relación en el área Dental

c) CAD/CAM y su relación en prótesis dental total clínicamente, así como datos acerca de materiales y cualidades del flujo de trabajo CAD/CAM para prótesis total

d) Laboratorios dentales y CAD/CAM

e) Tecnología CAD/CAM empresas globales y nacionales e interacción entre las empresas mencionadas y los odontólogos encuestados

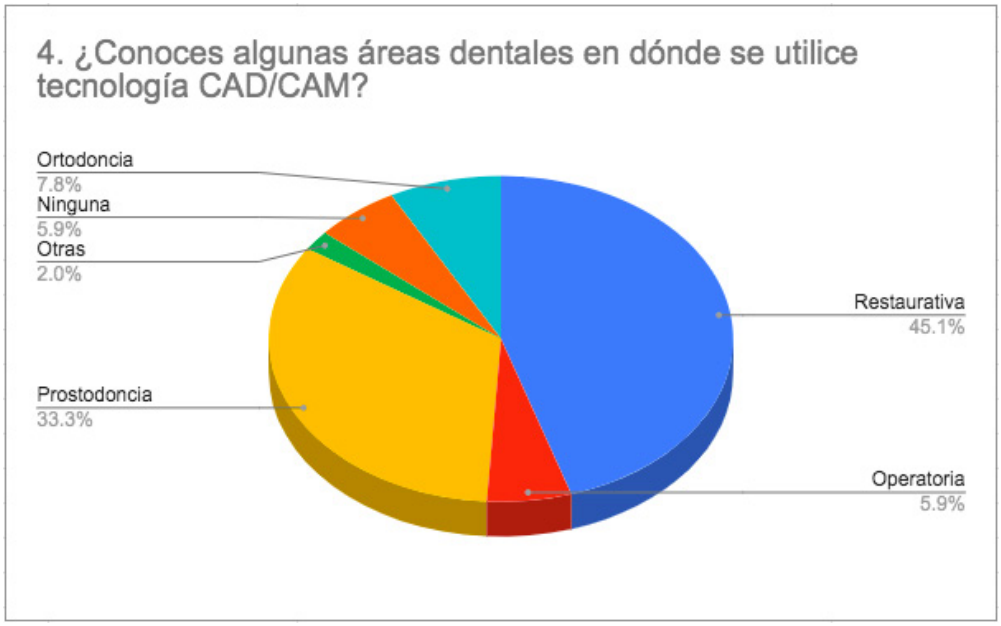
Conocimientos adquiridos en la encuesta

A continuación se muestran las figuras más relevantes con su interpretación.

Tecnología CAD/CAM y su relación en el área Dental

Figura 1

Porcentajes de conocimiento de los odontólogos encuestados sobre diferentes áreas dentales en donde se utiliza CAD/CAM.

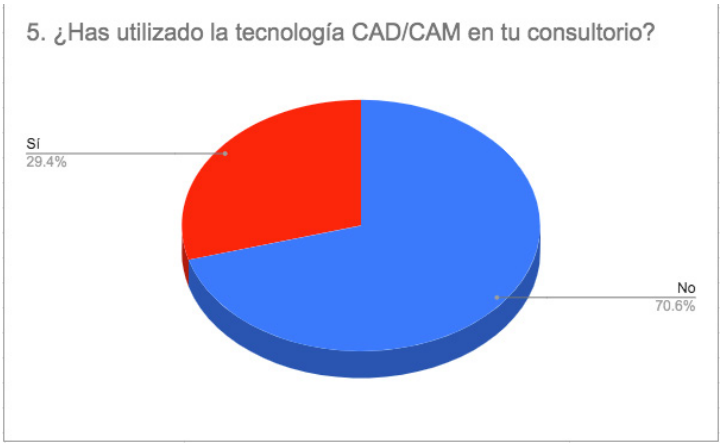


Nota. Se muestran los porcentajes de las personas encuestadas que conocen algunas de las áreas dentales mencionadas en dónde se utiliza la tecnología CAD/CAM. Ordenando los porcentajes de mayor a menor se tiene como resultado lo siguiente:

1. Odontología restaurativa 45.1% (23 personas),
2. Prostodoncia 33.3% (17 personas),
3. Ortodoncia 7.8% (4 personas),
4. Operatoria y ninguna 5.9 y 5.9% (3 operatorias y 3 ninguna),
5. Otras 2% (1 persona).

Figura 2

Porcentaje del uso de CAD/CAM en los consultorios de los odontólogos encuestados



En cuanto al uso de la tecnología CAD/CAM en el consultorio dental de las personas encuestadas, se obtiene que el 29.4% (15 personas) afirman haberla utilizado o usar la tecnología y el 70.6% (36 personas) de las personas no la han utilizado aún.

Figura 3

Porcentaje de diversas situaciones en el área odontológica en la que se ha empleado o se emplea CAD/CAM

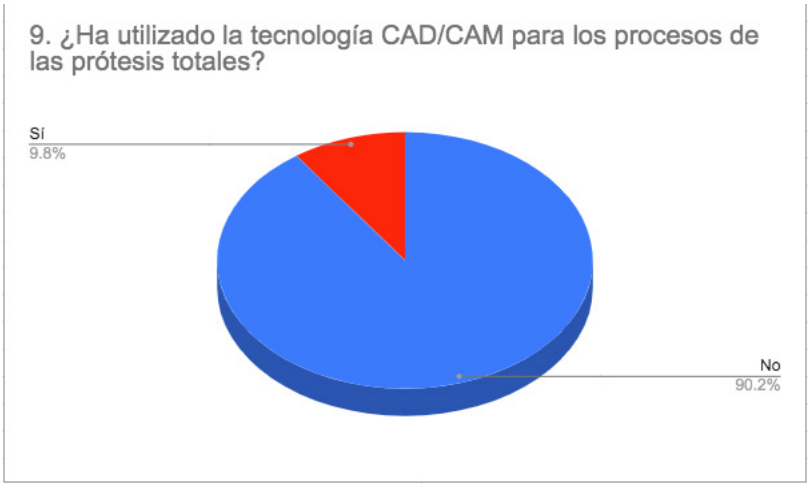
Nota. Se observan diferentes ámbitos en los que las personas encuestadas han usado CAD/CAM en diferentes procedimientos dentales. Se tiene por orden de mayor a menor que:

- El 43.1% utilizó CAD/CAM en coronas
- 23.5% en diseño de sonrisa
- 15.7% en prótesis removible
- 7.8% en ninguno
- 5.9% en carillas
- 3.9% en guías quirúrgicas

C) CAD/CAM y su relación en prótesis dental total clínicamente, así como datos acerca de materiales y cualidades del flujo de trabajo CAD/CAM para prótesis total.

Figura 4

Porcentaje del empleo de CAD/CAM para los procesos de las prótesis dentales por parte de los odontólogos encuestados



Nota. En cuanto al empleo de la tecnología CAD/CAM en los consultorios de las personas encuestadas, el 90.2% no han utilizado y no la usan actualmente y el 9.8% si la emplea o la ha empleado.

Se pudo observar que los odontólogos poblanos tienen conocimiento de la tecnología CAD/CAM en relación con la odontología en deferentes ramas de la misma, incluyendo las prótesis totales, aunque en un menor porcentaje. Sin embargo, a pesar de ello, los odontólogos no han implementado dicha tecnología a sus procesos, ya sea el escaneo o la fabricación debido a desinformación principalmente.

Conclusiones y discusión

Todas las prótesis tienen como propósito restaurar, principalmente, la funcionalidad y también la estética y la fonación del paciente, así como evitar la migración innecesaria de los dientes. Pero en el caso específico de las prótesis totales, lo que se busca es la sustitución de todos los dientes, tanto del arco superior como del inferior, devolviendo funcionalidad, estética y fonación dental. Para este propósito, se requiere de un análisis completo y extenso de la mucosa oral, la encía y toda su estructura, el hueso alveolar residual y el estado general de salud de los rebordes alveolares residuales, maxilar y mandibular, por lo que conocer estas estructuras es vital.

Las prótesis dentales totales, desde su creación, han tenido un desarrollo importante en cuanto a materiales que conforman las prótesis, los procesos para confeccionar y fabricar una prótesis, los métodos clínicos y técnicos, entre muchos otros. Tal desarrollo ha resultado en un flujo de trabajo o proceso de fabricación protésico bien establecido, desde la parte clínica hasta la técnica (laboratorio dental). El método actual comprende una serie de procedimientos complejos que requieren de práctica clínica y técnica, así como conocimiento extenso de materiales y técnicas para la obtención de ciertos requisitos necesarios para realizar una prótesis orgánica, funcional y estética. Estos procedimientos van de la mano y conforman una serie de pasos a seguir para hacer una prótesis total

funcional. Se comienza con la toma de impresión preliminar con cucharillas estándar para desdentado, que sirve para poder hacer las cucharillas individuales que se amolden a la boca del paciente, añadiéndoles borde con cera y liberando zonas de alivio, posteriormente se toma la impresión final para poder así obtener los modelos de trabajo y realizar las bases protésicas con rodetes de cera en el reborde alveolar residual. Una vez se tiene esto, se procede a tomar los registros de dimensión vertical de oclusión (DVO) y relación céntrica.

Para obtener la DVO se han empleado diversas técnicas para tener un cálculo similar y funcional de la oclusión orgánica. Una vez obtenida la DVO. Posteriormente, se pone al paciente en relación céntrica y se hacen las marcas de la línea media, la línea de los caninos y la línea de la sonrisa. Una vez teniendo todos los registros correctamente, se montan los modelos en un articulador ajustable o semiajustable y se toma un registro de color de dientes de acuerdo con el paciente. Una vez teniendo toda esta información, se mandan al laboratorio los modelos.

El técnico coloca los dientes, seleccionados de un stock, en la cera de los modelos y los regresa al odontólogo para revisar el tamaño correcto de los dientes, pruebas de fonación y estética y comprobar que esté todo en orden o hacer las modificaciones necesarias o indicarle al técnico algún ajuste en el color etc. Finalmente, el técnico realiza el trabajo de pasar las prótesis de cera a un material de resina acrílica con los dientes colocados correctamente, pulir y retocar las prótesis para poder hacer la entrega final al odontólogo. La cita final es para instalación e indicaciones para el cuidado y conservación de las prótesis totales. La realización total de todos estos procesos varía de entre 5 hasta 8 citas dentales.

Comenzando con la invención de las computadoras, se ha podido obtener beneficios importantes como lo es su uso en los procesos de diseño, obtención de datos, análisis de datos, visualización digital de objetos, diseño digital de objetos, reproducción multimedia, comunicación en diferentes partes del mundo,

organización de datos, resonancias magnéticas entre muchas otras funciones que puede realizar una computadora. Con el alcance obtenido de las computadoras se integran tecnologías que son una herramienta importante para la optimización de procesos tanto de diseño, como de fabricación, tales como: Diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación asistida por computadora (CAM). Esta tecnología, conocida como CAD/CAM resulta ser una herramienta útil en la medicina y en la odontología, ya que CAD permite realizar diseños virtuales de un objeto en 3 dimensiones o incluso en 2D y hacer un posible plan de tratamiento obteniendo resultados tentativos en una prueba virtual. También existen escáneres de objetos en 3 dimensiones que tienen la capacidad de transmitir la figura física a un plano virtual y se puede trabajar con ellos o sobre ellos y hacer simulaciones por medio de CAD. Por otra parte, CAM materializa, por medio de una computadora, la planeación, gestión y control de las operaciones de una máquina o una fábrica, de los diseños realizados virtualmente. Esto puede ser materializado por cualquier tipo de fabricación compatible con esta tecnología.

Un tipo de fabricación compatible con CAD/CAM es la impresión en 3 dimensiones (3D), que ha ido de la mano con esta tecnología y es una herramienta muy importante actualmente y prometedora para el área de los biomateriales en medicina y odontología. Las impresoras 3D tienen diferentes mecanismos de trabajo, así como diversidad de materiales y procesos, todos ellos con el fin de materializar un objeto virtual, generalmente en 3 dimensiones.

La integración de las tecnologías mencionadas anteriormente se ha aprovechado, sobre todo a nivel industrial, y su trabajo en conjunto brindan una alternativa viable para la producción y fabricación, así como el diseño, modificación e incluso prueba de materiales virtuales, y es una alternativa también para tratamientos en el área médica.

Dichas tecnologías, además de implementarse en el área de medicina, también se ha integrado en la rama del área dental y es útil su empleo tanto en los consultorios como en laboratorios dentales.

CAD/CAM se ha implementado en diversas ramas de la odontología, como lo son: odontología restauradora, implantología, prostodoncia fija y removible, por mencionar algunas. Desde su comienzo en restauraciones cerámicas y debido a sus buenas referencias, se comenzó su implementación en el área clínica. En este caso específico, el área de prótesis total no fue la excepción en cuanto a la indagación y experimentación para integrar la tecnología a los procesos de fabricación y diseño. Gracias a estos estudios y experimentos se ha obtenido actualmente un flujo de trabajo o proceso de fabricación protésica total, optimizado, evolucionado y nuevo.

El flujo de trabajo de dentaduras completas CAD/CAM, clínicamente, comienza con una toma de impresión final en la primera cita usando como material de impresión silicona de polivinilsiloxano y empleando la técnica de arco gótico en las cucharillas. Estas cucharillas han sido diseñadas y fabricadas para poder hacer la técnica de arco gótico en una sola cita. Así mismo, se obtienen los registros de dimensión vertical de oclusión (DVO) y relación céntrica y se indican las líneas de la sonrisa, media y canina. También se hace un registro específico del color de los dientes y la encía de acuerdo con la paleta de colores de los materiales empleados por las máquinas de fabricación CAM. A pesar de que estos procedimientos son manuales, estos procedimientos se incluyen en la patente del flujo de trabajo CAD/CAM debido al diseño y fabricación de estas cucharillas, que son hechas con medidas estándar pero específicamente para este flujo de trabajo.

El hecho de tener la tecnología CAD/CAM a nuestro alcance en la ciudad de Puebla, representa un área de oportunidad importante que requiere de ideas novedosas para poder hacer funcionar la implementación de dicha tecnología en los procesos de confección protésica total dental y optimizar este proceso igual que otros en el área dental que ya han implementado y adoptado la tecnología

como una alternativa eficaz de tratamiento. Por lo tanto, la implementación de la tecnología CAD/CAM en la ciudad de Puebla es una realidad que nos ayuda a poder hacer todos los procesos de rehabilitación más eficientes y precisos, así como poder visualizar un objeto en toda su composición, realizar pruebas, hacer una representación virtual de la oclusión y hasta poder articular esos modelos en un articulador virtual, entre muchas otras funciones que la tecnología nos brinda en beneficio de la salud oral de las personas.

La implementación de CAD/CAM en los laboratorios y consultorios dentales mexicanos, así como la creación de pequeñas empresas que proporcionen un servicio automatizado o semiautomatizado para procesos de confección protésica total y otros servicios de prostodoncia, con un concepto como Dentca o Avadent, por mencionar un ejemplo, representa un área de oportunidad importante debido a los numerosos beneficios que brinda su implementación tanto al laboratorio dental como a los odontólogos en la parte clínica y, sobre todo, a los pacientes.

Referencias

Abdullah, A., Muhammed, F., Zheng, B. y Liu, Y. (2018). An Overview of Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) in Restorative Dentistry. *JDMT*, 7(1), 10.

Blanco, R., Fontrodona, J. y Poveda, C. (s.f.). La industria 4.0: *El estado de la Cuestió*n [Archivo PDF]. https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/406/BLANCO,%20FONTRODONA%20Y%20POVEDA.pdf

Cho, S. y Lee, J. (2020). Caso de restauración simultánea de paciente desdentado completo mediante método convencional y sistema CAD / CAM. *J Korean Acad Prosthodon*t, 58(1), 42-49. DOI: 10.4047/jkap.2020.58.1.42

Cisneros, M., Verástegui, A. & Fernández, H. (2014). Prevalencia de edentulismo parcial de acuerdo a la clasificación de Kennedy en pacientes adultos de una clínica docente universitaria. *Revista científica Alas Peruanas*, 1(1), 18.

Contrepois, M., Sireix, C., Soenen, A., Pia, J.P. y Lasserre, J.F. (2018). Complete Denture Fabrication With CAD/CAM technology: a case report. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 13(1).

Hyung. T. y Varjão. F. (2016). Quintessence of Dental Technology. División de ciencia restaurativa, Universidad de Southern, California. Recuperado de: https://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=4f60ef7d-1dc5-4891-864a-974377052d91%40sessionmgr4006

Lakshmi, S. (2014). *Preclinical Manual of Prostodontics* (Segunda Edición). Elsevier.

Maeda. Y., Minoura, M., Tsutsumi, S., Okada, M. y Nokubi, T. (1994). A CAD/CAM System for Removable Denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *The International Journal of Prosthodontics*.

Masri, R. y Driscoll, C. (2015). CAD/CAM Removable Prosthodontics en N. Baba, C. Goodacre y M. Kattadiyil (Ed.). *Clinical Applications of Digital Dental Technology*. (pp.107-138). WILEY Blackwell.

Nawahata, N., Ono, H., Nishi, Y., Hamano, T. y Nagaoka, E. (1997). Trial of Duplication Procedure for Complete Dentures by CAD/CAM. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24, 540-548.

Rahn, A., Ivanhoe, J. y Pulmmer, K. (2011). *Prótesis dental completa*. Panamericana S.A.C.F.

Srinibasan, M., Cantin, Y. Mehl, A., Gjengedal, H., Müller, F. y Schimmel, M. (2017). CAD/CAM milled removable complete dentures: an In vitro evaluation of truness. *Clin Oral Invest*, (21)6, 2007-20019. DOI: 10.1007/s00784-016-1989-7

Varma, M., Varma, L. y Agrawal, P. (2013). *Cad-cam fabricated Complete denture-a peek into the future*. Guident.

Xue, J. (2018). Integration of *CAD/CAPP/CAM*. https://0-*ebookcentral*-proquest-com.biblioteca-ils.tec.mx/lib/biblitesm/reader.action?docID=5505277&ppg=26