

## Caso clínico

# Flujo de trabajo digital *semi-chairside* para carillas cerámicas

María Paz Elena Harrison-Maturana<sup>1</sup>, Louis Hardan<sup>2</sup>,  
Olga María Barker-Maillard<sup>1</sup>, José Viales-Sosa<sup>3</sup>,  
Gilbert Jorquera-Rivera<sup>1</sup>

- <sup>1</sup>. Departamento de Rehabilitación Cráneo Facial Integral, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes, Santiago, Chile.
- <sup>2</sup>. Department of Esthetic and Restorative Dentistry, Faculty of Dental Medicine, Saint Joseph University, Beirut, Lebanon.
- <sup>3</sup>. Especialidad de Prótesis Bucal e Implantología, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México.

### Autor de correspondencia:

Gilbert Jorquera-Rivera  
E-mail: gjorquera@uandes.cl

**Recibido:** 11 agosto 2023

**Aceptado:** 23 mayo 2024

### Citar como:

Harrison-Maturana MPE, Hardan L, Barker-Maillard OM, Viales-Sosa J, Jorquera-Rivera G. Flujo de trabajo digital *semi-chairside* para carillas cerámicas. [Semi-Chairside Workflow for Ceramic Veneers]. *Rev Odont Mex*. 2024; 28(3): 19-27. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2024.28.3.86343

## RESUMEN

**Introducción:** la tecnología 3D y los programas de software de odontología digital permiten la planificación y visualización previa de los resultados, mejorando la efectividad del clínico frente a situaciones de alta complejidad y demanda estética, como tratamientos en dientes anteriores.

**Objetivo:** presentar un flujo *semi-chairside* para carillas cerámicas, utilizando tecnología CAD/CAM en clínica y laboratorio para lograr restauraciones estéticas de manera rápida y eficiente. **Presentación del caso:** paciente femenina de 42 años, residente en Santiago de Chile, cuyos cuatro

incisivos maxilares se trataron mediante un flujo *semi-chairside* para corregir tamaño, forma y color. Se empezó con un blanqueamiento clínico en tres sesiones, luego se utilizó la técnica de *mock-up* como método diagnóstico con el diseño digital de sonrisa anteriormente realizado en el software DentalCAD® de exocad. Una vez finalizadas las preparaciones, se tomó la impresión digital con el software Cerec® y se unió con el diseño inicial en el software InLab CAD v. 22.0. Las restauraciones fueron talladas en una Fresadora Cerec MC XL de bloques IPS e.max® CAD. Se ajustó el color con tinciones IPS Ivocolor® y el proceso de cementación se elaboró con cemento de resina dual empleando el protocolo para cerámicas vítreas. **Conclusiones:** el uso de un equipo de impresión digital es la base para integrar el diseño de sonrisa desarrollado en software de laboratorio y las preparaciones dentarias facilitando replicar todo el diseño inicial en las restauraciones finales gracias a la correcta comunicación del profesional con el laboratorio y al uso de la tecnología CAD/CAM en flujos *semi-chairside*.

**Palabras claves:** Odontología Digital, Cerec, CAD/CAM, Impresión Digital, *Mock-Up*, Diseño Digital de Sonrisa, Carillas, Cerámica, Disilicato de litio.

## INTRODUCCIÓN

La odontología digital ha experimentado múltiples avances recientemente gracias al desarrollo de la tecnología. Por ejemplo, los sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*), han posibilitado un gran avance en la odontología restauradora, logrando implementar nuevas modalidades de tratamiento, cambios en la educación y formación de los nuevos odontólogos<sup>1</sup>. Además, la capacidad de diseñar y fabricar eficientemente restauraciones estéticas a partir de una impresión óptica y con buena adaptación marginal, se ha facilitado en los entornos tanto clínicos como de laboratorio, que de otro modo no sería posible<sup>2</sup>.

El flujo digital en un tratamiento clínico se puede lograr con el método *chairside* o *semi-chairside*, cuya diferencia radica principalmente en la participación de un laboratorio dental durante el proceso. En un flujo *chairside* todo el tratamiento se crea directamente en clínica con la preparación y tallado de los dientes, la digitalización y escaneo intraoral, y finalmente el tallado de la restauración para su inmediata cementación, todo en la misma sesión clínica. En un flujo *semi-chairside* se trabaja en conjunto con el laboratorio para componer diseños múltiples de mayor complejidad debido a la mayor cantidad de herramientas del software de laboratorio<sup>2</sup>.

Uno de los métodos más usados hoy en día para probar y evaluar un diseño de sonrisa corresponde a una técnica conocida como *mock-up* directo. La técnica tiene un importante rol como herramienta diagnóstica para valorar de manera preliminar la función y estética, y al mismo tiempo, facilita la detección de las limitaciones del tratamiento. Se define como la fabricación de una guía de resina bisacrílica autopolimerizable instalada directamente en boca sobre las superficies de los dientes no preparados, mediante una matriz o llave de silicona previamente confeccionada sobre la impresión 3D del encerado digital, que se puede ocupar también como guía de tallado, logrando una mayor conservación del esmalte y una unión biomecánica y estética más predecible<sup>3,4</sup>. Adicionalmente, este mismo material se puede manejar como provisional cuando estamos trabajando con el flujo *semi-chairside*.

Por otra parte, para el desarrollo de tratamientos estéticos, las cerámicas han sido el material de elección por su estabilidad mecánica y cromática a largo plazo, y por su gran capacidad

estética la cual imita las propiedades de la apariencia de los dientes naturales manteniendo características aceptables del material en su biomecánica y biocompatibilidad. La cerámica de vidrio de disilicato de litio está compuesta en un 65% por disilicato de litio en forma de estructuras cristalinas, lo que da como resultado resistencia a la flexión de 530 Mpa, resistencia a la fractura de 2.11 Mpa y buena translucidez<sup>5,6</sup>. Uno de los bloques de cerámica de disilicato de litio que se aplica en el flujo digital corresponde al IPS e.max<sup>®</sup> CAD de Ivoclar Vivadent. Según su nivel de translucidez se clasifica en HT (*high translucency*), MT (*medium translucency*), LT (*low translucency*), MO (*medium opacity*) e I (*impulse*). A su vez cada uno de estos se subclasifica según tonalidad y tamaño.

Los tratamientos de carillas cerámicas con alto requerimiento estético se definen como una delgada restauración cerámica adherida que recubre la cara vestibular y parte de las superficies proximales de los dientes, que resulta a su vez en una preparación conservadora con mínimo desgaste para el diente<sup>1,2</sup>. Para los dientes anteriores maxilares, la preparación típica involucra toda la superficie vestibular hasta una profundidad de aproximadamente 0.5 mm. En algunos casos, cuando existe la necesidad de alargar los dientes o cerrar los espacios interproximales, se indica una cobertura incisal y/o proximal, pudiendo extenderse como un *chamfer* palatino o simplemente como una reducción incisal horizontal (*butt joint*)<sup>1,7</sup>.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo es presentar un flujo *semi-chairside* para carillas de cerámica en el sector anterior, utilizando tecnología CAD/CAM en conjunto con un software de laboratorio para lograr restauraciones estéticas de manera rápida y eficiente.

## PRESENTACIÓN DEL CASO CLÍNICO

Paciente femenina de 42 años, residente en Santiago de Chile, acudió a la clínica buscando una solución estética para sus dientes anteromaxilares en cuanto a tamaño, forma y color. Al examen intra y extraoral se apreció una desarmonía de los parámetros estéticos de la sonrisa y múltiples restauraciones de resina compuesta en los cuatro incisivos maxilares, que se encontraban todos vitales (Figura 1. A-B). La paciente no manifestó signos de dolor temporomandibular.



Figura 1. Fotografías iniciales. A. Fotografía inicial extraoral. B. Fotografía inicial intraoral donde se observa la desarmonía en tamaño, forma y color de los cuatro incisivos.

El diagnóstico terminó con una ortopantomografía y una serie de imágenes dentoalveolares de los cuatro dientes anteromaxilares, obteniendo resultados que coincidían con lo observado clínicamente.

Para este caso, se eligió un tratamiento de planificación y ejecución completamente digital. Se eligieron bloques CAD/CAM de vitrocerámica de disilicato de litio (IPS e.max® CAD, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) para las restauraciones. El diseño de sonrisa inicial y *mock-up* digital se hizo en un software de diseño digital (DentalCAD®, Exocad GmbH, Darmstadt, Germany) empleando el escaneado intraoral inicial además de fotografías de retrato y en sonrisa tomadas en la primera sesión (Figura 2. A-E). Se empezó con un blanqueamiento dental clínico en tres sesiones, de cuatro ciclos de ocho minutos cada una, usando el kit de blanqueamiento (Pola Office, SDI Limited, Bayswater, Australia) con Peróxido de Hidrógeno al 35%. El tono inicial de la paciente era A1 del muestrario (SR Vivodent A-D Shade Guide, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein); después de ambas sesiones se logró llegar a un tono Bleach 4 del muestrario. Después de 14 días, se empezó la preparación de las carillas debido que es necesario una adecuada disipación de los radicales libres de oxígeno y estimar una posible regresión del color antes de comenzar el tratamiento definitivo; regresión que en este caso no ocurrió.

Para la prueba del *mock-up* directo con el diseño inicial propuesto, se utilizó resina bisacrilica color A2 (3M™ Protemp™ 4, 3M Espe Deutschland GmbH, Seefeld, Germany) sobre una llave de impresión confeccionada preliminarmente con silicona por adición (3M™ Express™ XT Putty Soft, 3M Espe Deutschland GmbH, Seefeld, Germany) como herramienta diagnóstica, en donde la paciente participó en las últimas modificaciones del diseño (Figura 3. A-B).

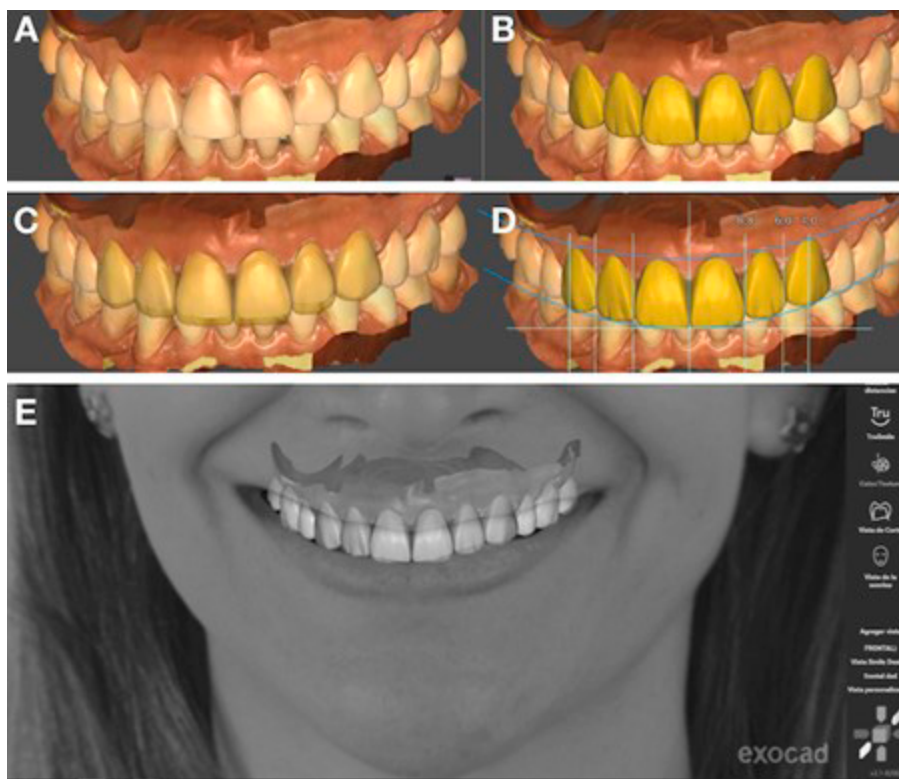


Figura 2. Fotografías del Flujo Digital-Planificación. A. Escaneado inicial de maxilares con Primescan y el software Cerec®. B. Diseño digital de sonrisa en software DentalCAD® de exocad. C. Superposición del diseño digital de sonrisa sobre modelos iniciales. D. Diseño digital de sonrisa con líneas de parámetros de estética. E. *Mock-up* digital en DentalCAD® de exocad con fotografía en sonrisa.

Se realizaron las preparaciones de los cuatro incisivos maxilares para carillas labiales con terminación incisal *butt joint*, aplicando el kit de fresas (Intensiv Style Indiretto, Styleitaliano, Genoa, Italy) (Figura 3. C). El último paso de la elaboración de las preparaciones fue colocar un hilo de separación #00 (Ultrapak™, Ultradent Products Inc., South Jordan, USA) y se pulió con gomas (Enhance®, Dentsply Sirona Inc., Charlotte, USA). A pesar de la leve giroversión existente en el canino maxilar izquierdo, se decidió no incluir a los caninos ya que se encontraban intactos y así se pudo aportar naturalidad al diseño de la nueva sonrisa. Una vez concluidas las preparaciones dentales, se procedió a la impresión digital utilizando el escáner intraoral (Primescan, Dentsply Sirona Inc., Charlotte, USA) y software Cerec® versión 5.2.4 (Dentsply Sirona Inc., Charlotte, USA), con el hilo de separación en su lugar, así como un retractor de labios y mejillas (OptraGate®, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) para facilitar la impresión digital (Figura 3.D).

El diseño final de las restauraciones definitivas se creó en el Software InLab CAD versión 22.0 (Dentsply Sirona Inc., Charlotte, USA) en conjunto al diseño digital anterior desarrollado en el software DentalCAD® de exocad, con el objetivo de lograr una copia del diseño primeramente probado y aceptado por la paciente a través del *mock-up* directo empleado como diagnóstico (Figura 3. E). Como método de provisionalización se hizo nuevamente un *mock-up* con resina bisacrílica color A2 con el diseño de sonrisa anteriormente aprobado, el cual la paciente portó en la boca durante cuatro días hasta el día que se concluyó la cementación.

Las restauraciones fueron fresadas de bloques CAD/CAM de vitrocerámica de disilicato de litio MT BL4 con una fresadora (Cerec mc xl, Dentsply Sirona Inc., Charlotte, USA) y se colocaron sobre un modelo de comprobación impreso 3D donde se ajustaron y terminaron las carillas otorgando un acabado y textura personalizados (Figura 3. F). Se efectuó una primera prueba intraoral de las restauraciones, donde se retocaron mínimos detalles de forma, para llevar a cristalizado en un horno (Programat® P300, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) entre 840° y 850°C. Después, se realizó el *try-in* de cementación donde se posicionaron las carillas

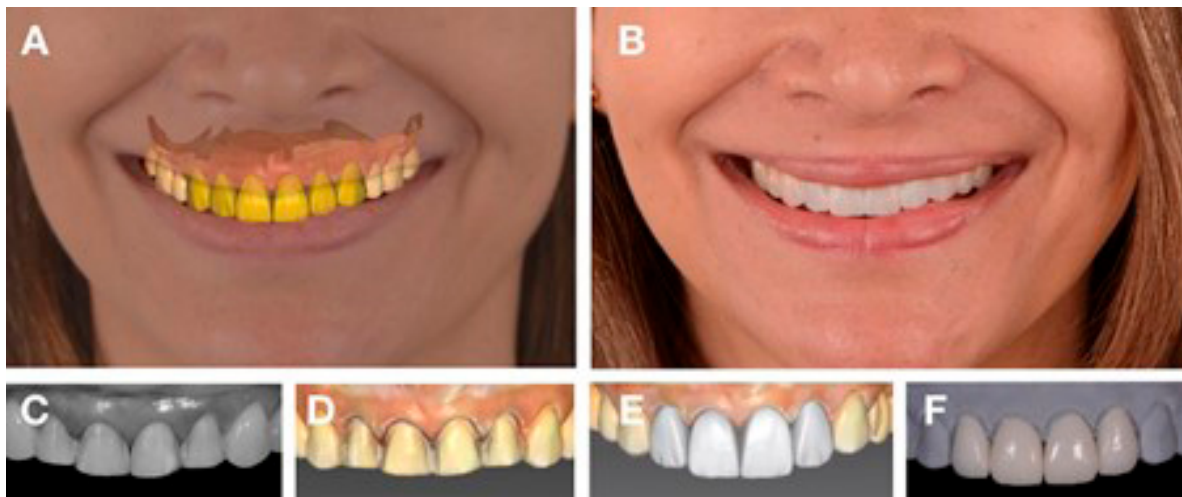


Figura 3. Fotografías del Flujo Digital-Ejecución. A. *Mock-up* digital en DentalCAD® de exocad. B. *Mock-up* físico con resina bisacrílica color A2. C. Fotografía intraoral que muestra las preparaciones de los cuatro incisivos maxilares para carillas labiales con terminación incisal *butt joint*. D. Impresión digital con Primescan y el software Cerec®. E. Impresión digital unida con diseño digital en software InLab CAD realizado preliminarmente en software DentalCAD® de exocad. F. Vista frontal de las carillas de cerámica IPS e.max® CAD sobre el modelo impreso en 3D, donde fueron ajustadas y caracterizadas.



sobre las preparaciones dentarias usando cemento *try-in* color A1 (3M™ RelyX™ Veneer Cement Kit, 3M Espe Deutschland GmbH, Seefeld, Germany) para evaluar la necesidad de correcciones de color. Posteriormente, el técnico hizo los últimos ajustes de color tiñendo las restauraciones con IPS Ivocolor® (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein).

El proceso de cementación se manejó con el protocolo para cerámicas vítreas del cemento de resina (3M™ RelyX™ Universal Resin Cement, 3M Espe Deutschland GmbH, Seefeld, Germany). El grabado de las carillas de cerámica se efectuó con ácido fluorhídrico al 9% (Ultradent™ Porcelain Etch, Ultradent Products Inc., South Jordan, USA) durante 20 segundos y lavado con agua por 15 segundos. Se secó la superficie y se aplicó adhesivo universal (3M™ Scotchbond™ Universal Plus Adhesive, 3M Espe Deutschland GmbH, Seefeld, Germany) frotando activamente por 20 segundos para luego secar con aire por cinco segundos. Se hizo el grabado ácido total del esmalte con ácido ortofosfórico al 35% (Ultra-Etch™, Ultradent Products Inc., South Jordan, USA) durante 15 segundos, y lavado y secado de la superficie durante cinco segundos. El adhesivo universal fue activamente frotado sobre la superficie por 20 segundos y el exceso de solvente se eliminó mediante un secado enérgico durante cinco segundos.

Se aplicó el cemento de resina color A1 para la cementación, comenzando por los incisivos centrales y cementando individualmente las carillas de los incisivos laterales, aislando las preparaciones adyacentes en cada caso con teflón (IsoTape, TDV Dental Ltda., Pomerode, Brazil). Primero se fotocuró por dos segundos cada superficie para facilitar la eliminación del exceso de cemento. En seguida, se fotocuró durante 10 segundos por superficie (vestibular y palatino), seguido de la remoción del hilo separador (Figura 4. A). Se llevó a cabo un control clínico a las dos semanas, donde la paciente no presentó sintomatología. Se valoraron los patrones de oclusión y desoclusión sin necesidad de correcciones, y se pudo observar cómo ella recuperó satisfactoriamente los parámetros estéticos en cuanto a forma, tamaño y color (Figura 4. B-C).



**Figura 4. Fotografías finales. A. Vista intraoral de las carillas de cerámica IPS e.max® CAD posterior a la cementación. B. Fotografía extraoral inicial. C. Fotografía extraoral final donde se aprecia con claridad cómo la paciente recupera parámetros estéticos en cuanto a forma, tamaño y color.**

## DISCUSIÓN

El presente reporte de caso describe el paso a paso para lograr un resultado estético en dientes anteromaxilares, con un tratamiento mínimamente invasivo de carillas cerámicas efectuadas con un flujo de trabajo digital *semi-chairside*. Si bien los flujos completamente *chairside* con sistemas CAD/CAM posibilitan al operador diseñar y manufacturar restauraciones de cerámica en pocas horas en una sola visita clínica, los flujos de trabajo *semi-chairside* entregan la posibilidad de elaborar tratamientos de mayor complejidad estética al ocupar software de laboratorio con más herramientas de diseño, como son InLab CAD v. 22.0 y DentalCAD® de exocad. Igualmente, este flujo de trabajo permite estimar el diseño en el paciente con anterioridad a la confección definitiva de las carillas por medio de una prueba o *mock-up*, para así concluir las últimas modificaciones estéticas y funcionales.

Dentro del proceso de producción de restauraciones con sistema CAD/CAM, encontramos tres opciones disponibles en el software para el diseño de la restauración: referencia, biocopia o individual biogénica. Al tratar casos clínicos donde se requiere restaurar múltiples dientes anteriores con problemas estéticos, se prefiere el método de biocopia ya que utiliza como referencia la planificación digital inicial, cuyo diseño se había probado en el *mock-up*, corregido y aceptado por el paciente, logrando así excelentes resultados estéticos. De esta forma, el flujo *semi-chairside* favorece emplear un *mock-up* como herramienta diagnóstica para evaluar el diseño final de la restauración, y también poder hacer cambios para lograr resultados óptimos en casos de alta complejidad estética<sup>8</sup>.

La técnica de impresión digital presenta importantes ventajas sobre la técnica de impresión convencional con materiales elastoméricos, como son la eficiencia y mejora del tiempo de tratamiento, la comodidad de la técnica, y la capacidad de guardar y almacenar archivos digitales de forma indefinida, lo que ayuda a mejorar la comunicación entre el laboratorio y la clínica dental, sobre todo en flujos *semi-chairside*<sup>9</sup>. El escáner intraoral usado en nuestro caso completa escaneos de arcada completa en poco tiempo, diferenciando claramente en la imagen escaneada diversos elementos como restauraciones de resina, cerámica, metal y/o tejido gingival, con gran eficiencia y precisión. Dicha capacidad de escaneado facilita completar tanto restauraciones individuales como de arcada completa con un mínimo esfuerzo por parte del usuario. El software Cerec® 5 ha perfeccionado el llamado flujo de trabajo de 5 clics, lo que permite una automatización casi completa del flujo de trabajo de Cerec<sup>®10,11</sup>. Ng *et al.*<sup>12</sup> y Syrek *et al.*<sup>13</sup> mencionan que, aunque el método convencional de fabricación de cerámicas se ha empleado durante décadas con resultados probados a largo plazo en cuanto a longevidad y supervivencia, la imposibilidad de controlar todas las variables, más el error humano, puede resultar en un mal ajuste marginal e incluso en un desajuste de las restauraciones cerámicas.

La vitrocerámica de disilicato de litio pre-cristalizada aplicada viene en una presentación azulada y se caracteriza por una resistencia a la flexión moderada de 130 MPa, lo que se traduce en una mayor eficacia de manufactura de la restauración y un menor desgaste de las herramientas de fresado. Zarone *et al.*<sup>6</sup> mencionan que una de las características más importantes del disilicato de litio corresponden a su excelente biocompatibilidad con los tejidos blandos, especialmente cuando la superficie de la cerámica se encuentra pulida. Un estudio clínico<sup>14</sup> informó sobre la supervivencia de carillas de cerámica CAD/CAM en la clínica privada. Los autores concluyeron que las carillas de cerámica IPS e.max® CAD fueron restauraciones clínicamente exitosas con una tasa de supervivencia y de éxito del 100% después de cinco años.

Gracias a la correcta selección del material y a los flujos de trabajo *semi-chairside*, podemos integrar la rapidez y simpleza de los sistemas CAD/CAM, con la exactitud y precisión del

laboratorio para la manufactura y el diseño de las restauraciones. Gracias a la adecuada comprensión y aplicación del procedimiento clínico se lograron resultados exitosos, en este caso de alta complejidad.

## CONCLUSIÓN

Las carillas cerámicas se pueden diseñar y fabricar con gran precisión mediante sistemas CAD/CAM, logrando una perfecta integración con el resto de los dientes en sonrisa. El flujo de trabajo digital *semi-chairside* facilita la comunicación entre el odontólogo y el paciente. El *mock-up* como herramienta de planificación puede diseñarse primero digitalmente, luego se puede aplicar en boca para una prueba física como herramienta diagnóstica, y también se puede usar como provisional. El uso de un equipo de impresión digital es la base para integrar el diseño de sonrisa desarrollado en software de laboratorio y las preparaciones dentarias permitiendo replicar todo el diseño inicial en las restauraciones finales gracias a la correcta comunicación del profesional con el laboratorio, así como al uso de la tecnología CAD/CAM en flujos *semi-chairside*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. El-Mowafy O, El-Aawar N, El-Mowafy N. Porcelain veneers: An update. *Dent Med Probl.* 2018; 55(2): 207-211. DOI: 10.17219/dmp/90729
2. Zandinejad A, Lin WS, Atarodi M, Abdel-Azim T, Metz MJ, Morton D. Digital workflow for virtually designing and milling ceramic lithium disilicate veneers: A clinical report. *Oper Dent.* 2015; 40(3): 241-246. DOI: 10.2341/13-291-S
3. Reshad M, Cascione D, Magne P. Diagnostic mock-ups as an objective tool for predictable outcomes with porcelain laminate veneers in esthetically demanding patients: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2008; 99(5): 333-339. DOI: 10.1016/S0022-3913(08)00056-5
4. Garcia PP, da Costa RG, Calgaro M, Ritter AV, Correr GM, da Cunha LF, et al. Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers. *J Conserv Dent.* 2018; 21(4): 455-458. DOI: 10.4103/JCD.JCD\_172\_18
5. Venturini AB, Dapieve KS, de Kok P, Pereira GKR, Valandro LF, Kleverlaan CJ. Effect of the region of the CAD/CAM block on the flexural strength and structural reliability of restorative materials. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023; 138: 105597. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2022.105597
6. Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health.* 2019; 19: 134. DOI: 10.1186/s12903-019-0838-x
7. Pires LA, Novais PM, Araújo VD, Pegoraro LF. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *J Prosthet Dent.* 2017; 117(1): 144-149. DOI: 10.1016/j.prosdent.2016.04.003
8. Bayazit EÖ, Karabıyık M. Chairside restorations of maxillary anterior teeth with CAD/CAM porcelain laminate veneers produced by digital workflow: A case report with a step to facilitate restoration design. *Case Rep Dent.* 2019; 2019: 6731905. DOI: 10.1155/2019/6731905
9. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014; 14: 10. DOI: 10.1186/1472-6831-14-10
10. Skramstad MJ. Welcome to Cerec Primescan AC. *Int J Comput Dent.* 2019; 22(1): 69-78. PMID: 30848256



11. Blatz MB, Conejo J. The current state of chairside digital dentistry and materials. *Dent Clin North Am.* 2019; 63(2): 175-197. DOI: 10.1016/j.cden.2018.11.002
12. Ng J, Ruse D, Wyatt C. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent.* 2014; 112(3): 555-560. DOI: 10.1016/j.prosdent.2013.12.002
13. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent.* 2010; 38(7): 553-559. DOI: 10.1016/j.jdent.2010.03.015
14. Nejatidanesh F, Savabi G, Amjadi M, Abbasi M, Savabi O. Five-year clinical outcomes and survival of chairside CAD/CAM ceramic laminate veneers - a retrospective study. *J Prosthodont Res.* 2018; 62(4): 462-467. DOI: 10.1016/j.jpor.2018.05.004