

**ARTICULO ESPECIAL**

Ciencias clínicas

# Uso de CAD-CAM en la Atención Odontológica Pública: una Vía Eficiente y Sustentable

Pía Yañez-Contreras <sup>1</sup> | María Elisa Quinteros Cáceres <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca, Av Lircay s/n, Talca, Chile

**Correspondencia**

Pía Yañez Contreras  
Departamento de Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca  
Av Lircay s/n, Talca, Chile.  
+56 71 2201578  
Email: pia.yanezcontreras14@gmail.com

**Resumen:** La cobertura universal de salud considera acceso universal, oportuno, y efectivo a los servicios sanitarios. Actualmente, dentro de los principales problemas que tiene nuestro sistema de Salud Pública son los tiempos de espera para atenciones de especialidad o intervenciones quirúrgicas en centros de mayor complejidad. Esto ocurre también en el área odontológica, siendo la especialidad de Rehabilitación Oral una de las que concentra mayor cantidad de pacientes esperando por atención. El uso de tecnología CAD/CAM en la especialidad de Rehabilitación oral es una gran apuesta para dar solución al problema mencionado, ya que permite optimizar tiempo, recursos, rebajar sesiones de tratamiento y presenta aceptación de parte de los pacientes. De la misma manera, cuenta con resultados de calidad y disminuye la contaminación cruzada en el flujo de trabajos al laboratorio. A esto sumamos que el flujo digital permite aminorar la huella de carbono de los tratamientos dentales al disminuir el número de traslados y la reducción de insumos de un solo uso permitiendo dar respuesta al compromiso de Estado en la mitigación del impacto en el medio ambiente. La implementación de esta tecnología requiere esfuerzo técnico y recursos monetarios pero los beneficios son múltiples y de gran impacto por lo que es una manera eficiente y sustentable de realizar atenciones odontológicas en el sistema sanitario.

**KEYWORDS**

*Listas de espera, Salud Oral, CAD/CAM, Rehabilitación oral*

## 1 | INTRODUCCIÓN

La cobertura universal de salud se construye a partir del acceso universal, oportuno, y efectivo a los servicios sanitarios [1]. Para dar respuesta a ello, en Chile subsiste un sistema de salud mixto, es decir, público y privado. La red pública de salud cuenta con un total de 196 Hospitales (64 de mayor complejidad, 31 de mediana complejidad y 101 de baja complejidad); 21 Centros Ambulatorios de Especialidad y 2.571 dispositivos de Atención Primaria de Salud-APS[2], que funcionan articulados con la finalidad de realizar acciones integradas de fomento, protección y recuperación de la salud[2]. Estos centros se organizan en distintos niveles de atención (nivel primario, secundario y terciario) de acuerdo al grado de complejidad de la atención realizada y al territorio que prestan cobertura[3]. Actualmente, dentro de las prioridades del Estado, se encuentra la disminución de los tiempos de espera[4] de aquellos casos derivados para la realización de atenciones de especialidad o intervenciones quirúrgicas desde centros primarios a centros de mayor complejidad. Estos tiempos de espera son un gran problema, tanto para países desarrollados como para nuestro país[5]. A mediados del 2024, se registraron 2.800.000 casos en espera de atención en el sector público de salud, siendo el 88 % consultas nuevas de especialidad, y el 12 % intervenciones quirúrgicas. La mediana global, que considera tanto consultas médicas como odontológicas a marzo del 2024, es de 251 días de espera[6]. La salud bucal, siendo un objetivo estratégico de gobierno[4], replica este patrón. En el año 2022, un total de 3.470 casos fallecieron esperando por una consulta nueva de especialidad odontológica en el sistema público. De la misma manera, existieron 81 casos que fallecieron esperando una intervención quirúrgica odontológica el mismo año. En cuanto a las patologías orales garantizadas, hay 2 garantías de Salud Oral del Adulto incumplidas no atendidas, cerradas por fallecimiento, notificadas durante el mismo año[7]. Dentro de las soluciones para el problema de las listas de espera se han establecido estrategias que fomentan la digitalización del sistema de salud, como el "Hospital Digital" o el programa de "Telesalud", que mejoran la oportunidad de atención, disminuyendo tiempos de espera, traslados innecesarios y acercando la salud a los hogares [6]. Debido a la alta prevalencia de caries y desdentamiento[8], a estas estrategias debiera sumarse el flujo digital a través de la tecnología CAD/CAM (acrónimo de Computer-aided design and Computer-aided manufacturing) en el área odontológica a nivel secundario y/o terciario. Esta herramienta puede incidir de manera eficiente en Rehabilitación oral, especialidad con mayor número de casos en lista de espera en nuestro sistema de salud[9]. Dentro de las soluciones para el problema de las listas de espera se han establecido estrategias que fomentan la digitalización del sistema de salud, como el "Hospital Digital" o el programa de "Telesalud", que mejoran la oportunidad de atención, disminuyendo tiempos de espera, traslados innecesarios y acercando la salud a los hogares [6]. Debido a la alta prevalencia de caries y desdentamiento[8], a estas estrategias debiera sumarse el flujo digital a través de la tecnología CAD/CAM (acrónimo de Computer-aided design and Computer-aided manufacturing) en el área odontológica a nivel secundario y/o terciario. Esta herramienta puede incidir de manera eficiente en Rehabilitación oral, especialidad con mayor número de casos en lista de espera en nuestro sistema de salud[9].

## 2 | EFICIENCIA, DESEMPEÑO CLÍNICO Y COMODIDAD DEL PACIENTE

Los flujos de trabajo en los servicios dentales se evalúan esencialmente en función de dos cuestiones: si los pasos involucrados en el servicio/tratamiento son eficientes y razonablemente fáciles de brindar, y si el servicio/tratamiento proporciona un gran valor al paciente[10]. El sistema CAD/CAM responde a ello, ya que genera cambios en la odontología en términos de tiempo de tratamiento y simplicidad[10]. Esta tecnología consiste en un diseño asistido por computadora (CAD) y una manufactura asistida por computadora (CAM). Esta manufactura puede ser a través de fabricación sustractiva (fresadora) o a través de fabricación aditiva (impresoras 3D) y

utilizar distintos materiales para ello, como resinas o cerámicas[10]. Estos sistemas usan una cámara óptica (escáner intraoral) para tomar una impresión virtual, creando una imagen intraoral, la cual es reenviada a un programa de software que permite realizar el diseño sobre un modelo virtual. Los sistemas CAD/CAM se están utilizando más en los últimos años para la fabricación de prótesis dentales parciales o completas, mientras que ya son ampliamente utilizados para construir restauraciones dentales como incrustaciones, coronas y prótesis fija plural sobre dientes e implantes. El flujo digital (cámara, diseño y manufactura) puede ser realizado íntegramente en la consulta dental (*chairside*), o se puede transmitir la impresión digital a un laboratorio externo vía internet[11, 12]. La digitalización de los procedimientos dentales tiene beneficios sustanciales. Estudios demuestran que hay una reducción significativa del tiempo de tratamiento y un buen desempeño clínico tanto para prótesis como para coronas e incrustaciones, además de resultados de alta calidad[13, 11, 12, 14, 15, 16]. A esto, se puede agregar que disminuyen la cantidad de controles post-tratamiento([11, 17]) y podrían reducir el riesgo de transmisión de enfermedades. Los fluidos biológicos (saliva y sangre) presentes en las impresiones convencionales requieren desinfección, un paso que puede promover la distorsión del material de impresión convencional. Además, la necesidad de entrega física a un laboratorio dental y almacenamiento también puede servir como una fuente de contaminación entre operadores[14]. Los pacientes tienen opiniones positivas sobre sus tratamientos con flujo digital y describen alta satisfacción en los procedimientos realizados[13, 12, 14]. De la misma manera, se puede guardar la información del paciente para futuras referencias, para solucionar por ejemplo, la pérdida o ruptura de una prótesis, gratificando la experiencia[11, 14].

Los tratamientos tradicionales para la confección de prótesis fijas unitarias, múltiples e incrustaciones utilizan muchas etapas[11]. Al revisar las orientaciones programáticas del Ministerio de Salud (MINSAL) para la confección de una prótesis fija unitaria en la especialidad de Rehabilitación Oral, se consideran 8 sesiones entre la primera consulta y los controles[18]. Los sistemas CAD/CAM ofrecen tratamientos que resuelven en una o dos sesiones, prescindiendo de pasos intermedios y de restauraciones provisorias, lo que baja los costos de uso de sillón dental y de materiales[10, 13]. Los resultados de estos tratamientos son biocompatibles y logran una estética adecuada[12]. En relación a las prótesis removibles, la literatura muestra la necesidad de al menos 5 sesiones para su confección convencional[13]. En Chile, las orientaciones programáticas del sistema público de salud sugieren 8 a 9 sesiones entre la primera consulta y las sesiones de controles para realizar una prótesis removible o una prótesis sobre implantes en la especialidad de Rehabilitación Oral[18]. Los sistemas CAD/CAM y de impresión 3D han abierto nuevas e interesantes etapas en la producción de prótesis removibles. Se evidencian 2 protocolos digitales para la confección de prótesis removibles, uno de 2 y otro de 4 sesiones. En el protocolo de 2 sesiones se describen algunas dificultades que aumentan los controles posteriores al tratamiento. Entre estas se encuentran la fonación, problemas estéticos, problemas en la oclusión y en la dimensión vertical. Debido a esto se recomienda aumentar una sesión para evaluar oclusión y estética de los dientes artificiales. El protocolo de 4 sesiones es descrito en la literatura como el más efectivo en términos de costo-efectividad, incluso comparándolo con el método convencional. Este consiste en una primera sesión de escaneo, ya sea de impresiones o de modelo, una segunda sesión de toma de registro de la oclusión, tercera sesión de prueba estética y una cuarta sesión de instalación protésica[13, 19].

### 3 | UNA DECISIÓN SUSTENTABLE

La crisis climática es la gran amenaza para la salud global del siglo XXI[20] y dentro de las estrategias del gobierno chileno para la mitigación de este, se hace referencia al compromiso del sector salud de determinar su huella de carbono[4], por lo que hoy es necesario evaluar el impacto en términos de sustentabilidad de la infraestructura y de los procesos clínicos. Un estudio inglés determinó la huella de carbono del área dental del Servicio Nacional de Salud, y concluyó que la mayor proporción de emisiones de carbono en los servicios dentales se debe a los traslados de los pacientes a sus citas clínicas (31,1 % del total de las emisiones del Servicio Dental en un año)[21]. Esto quiere decir, que procedimientos complejos y/o que requieren muchas sesiones son los que presentan mayor huella de carbono. La implementación del flujo digital en odontología puede impactar positivamente esta situación, ya que se requieren menos sesiones de tratamiento, además del ahorro que significa para los pacientes trasladarse menos. Además, el poder planificar en menos sesiones un tratamiento odontológico permite disminuir la cantidad de insumos desechables de un uso[22]. La sustentabilidad no consiste sólo en re-

ducir las emisiones de carbono, sino también en ofrecer atención de alta calidad dentro de límites económicos, sociales y ambientales[23], y en este sentido, esta tecnología permite llevar tratamientos a lugares aislados, contribuyendo a la Salud Pública. Además, actualmente, los avances tecnológicos de las impresoras 3D permiten costos mucho menores de materiales y ya están reduciendo o reutilizando los desechos de la manufactura[13, 23].

#### 4 | CONSIDERACIONES FINALES

Hoy existen 19 servicios dentales en el país que cuentan o están en proceso de adquirir uno de los dispositivos para realizar flujo digital, evidenciando la necesidad de implementar este método de trabajo, sobre todo en lugares que presentan alto porcentaje de población rural, o que se encuentran aislados en nuestro territorio nacional. Los esfuerzos económicos debieran dirigirse a la unidad básica para el uso de esta tecnología, que es el escáner, ya que el resto del proceso se puede externalizar. También es una inversión que su uso se puede extender a otras especialidades como ortodoncia e implantología. La odontología digital es una herramienta que es efectiva y segura, con buenos resultados en términos clínicos y de satisfacción de los pacientes, pero aún está en desarrollo, por lo que requiere más evidencia y mejoras en términos de materiales, limitaciones clínicas y manejo o disminución de desechos, principalmente en el área de las impresoras 3D. El uso de estas herramientas es operador dependiente, requiere que profesionales y técnicos tengan voluntad de cambio para la capacitación constante y la curiosidad suficiente para actualizar conocimientos en esta área que se renueva permanentemente[10, 12, 17, 19, 24].

#### 5 | CONFLICTOS DE INTERÉS

No se declaran conflictos de interés en la realización de este trabajo.

#### Referencias

- [1] OPS/OMS, Salud Universal; 2024. <https://www.paho.org/es/temas/salud-universal>, [cited 2024 Aug 11].
- [2] Ministerio de Salud, Dotación de personal en el Sistema Nacional de Servicios de Salud. Brechas por Servicio de Salud y Especialidad; 2022. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2021/05/Informe-de-Brechas-RHS-Glosa-01-letra-c.pdf>, [cited 2024 Jul 7];12.
- [3] Ministerio de Salud, Decreto 140: Reglamento orgánico de los Servicios de Salud; <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=237231>, [cited 2024 Jul 7].
- [4] MINSAL, Cuenta Pública 2024; 2024. [https://s3.amazonaws.com/gobcl-prod/public\\_files/Campa%C3%B1as/Cuenta-p%C3%BAblica-2024/Cuentas-ministeriales/13.\\_Salud\\_2024.pdf](https://s3.amazonaws.com/gobcl-prod/public_files/Campa%C3%B1as/Cuenta-p%C3%BAblica-2024/Cuentas-ministeriales/13._Salud_2024.pdf), [cited 2024 Aug 4].
- [5] Goldstein E, Listas y tiempos de espera para atención en salud en Chile: Consultas nuevas de especialidad e intervenciones quirúrgicas, no GES, en Red Pública de Salud: enero de 2022 a junio de 2024; 2024. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/36366/2/BCN\\_Tiempos\\_de\\_espera\\_para\\_atencion\\_en\\_salud\\_EG\\_final.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/36366/2/BCN_Tiempos_de_espera_para_atencion_en_salud_EG_final.pdf), [cited 2024 Aug 28].
- [6] Silva D, Listas de espera: tiempos registran disminución en últimos dos años aunque en trimestre enero-marzo 2024 presenta leve aumento; 2024. <https://www.latercera.com/nacional/noticia/listas-de-espera-tiempos-registran-disminucion-en-ultimos-dos-anos-aunque-en-trimestre-enero-marzo-2024-presenta-leve-aumento/2BZDPQKQVBCW7JXJIH4YUCSEGM/#>, [cited 2024 Aug 11].
- [7] MINSAL, Glosa 06 (letra e) Lista de Espera No Ges y Garantías de Oportunidad GES retrasadas; 2023. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2021/05/ORD-4545-28-12-2023-Informe-Glosa-N%C2%B06-letra-e-Ley-de-Presupuestos-2024.pdf>, [cited 2024 Aug 28].
- [8] Morales A, Jara G, Werlinger F, Cabello R, Espinoza I, Giacaman Rea. Sinopsis de la Situación de Salud Oral en Chile - Parte II: Diagnósticos Poblacionales de Salud Oral. *International journal of interdisciplinary dentistry* 2020 Aug;13(2):88-94. [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2452-55882020000200088&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-55882020000200088&lng=en&nrm=iso&tlng=en), [cited 2024 Aug 11].

- [9] Gamonal J, Listas de espera en especialidades de la Odontología; 2017. <https://uchile.cl/noticias/136240/listas-de-espera-en-especialidades-de-la-odontologia>, [cited 2024 Aug 13].
- [10] Justice L. Digital Workflow Across Multiple Practices Achieves Efficient and Esthetic Results. *Compendium of continuing education in dentistry* 2020; <https://www.aegisdentalnetwork.com/cced/2020/06/digital-workflow-across-multiple-practices-achieves-efficient-and-esthetic-results>, [cited 2024 Aug 13].
- [11] Oen K, Veitz-Keenan A, Spivakovsky S, Wong Y, Bakarman E, Yip J. CAD/CAM versus traditional indirect methods in the fabrication of inlays, onlays, and crowns. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014 Apr;2014(4).
- [12] Suganna M, Kausher H, Ahmed S, Alharbi H, Alsubaie B, DS Aea. Contemporary Evidence of CAD-CAM in Dentistry: A Systematic Review. *Cureus* 2022 Nov;14(11). [/pmc/articles/PMC9767654/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35206116/), [cited 2024 Aug 19].
- [13] Alhallak K, Hagi-Pavli E, Nankali A. A review on clinical use of CAD/CAM and 3D printed dentures. *British Dental Journal* 2023 Jan;p. 1–5. <https://www.nature.com/articles/s41415-022-5401-5>, [cited 2024 Aug 19].
- [14] Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang Hea. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig* 2021 Dec;25(12):6517–6531. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34568955/>, [cited 2024 Aug 19].
- [15] Bessadet M, Drancourt N, El Osta N. Time efficiency and cost analysis between digital and conventional workflows for the fabrication of fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2024; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38302291/>, [cited 2024 Aug 14].
- [16] Hasanzade M, Aminikhah M, Afrashtehfar K, Alikhasi M. Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2021 Sep;126(3):360–368. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32928518/>, [cited 2024 Aug 19].
- [17] Goodacre B, Goodacre C, Brian Goodacre DDS C, Linda L. Additive Manufacturing for Complete Denture Fabrication: A Narrative Review. *Journal of Prosthodontics* 2022 Mar;31(5):47–51. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jopr.13426>, [cited 2024 Aug 13].
- [18] MINSAL, RPE No 8: Criterios técnicos para la Programación Operativa Odontológica: Actividades Odontológicas del Plan de Salud Familiar, Programas de Reforzamientos de Atención Primaria y Atención de Especialidades Odontológicas; 2021.
- [19] Anadioti E, Musharbash L, Blatz M, Papavasiliou G, Kamposiora P. 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. *BMC Oral Health* 2020 Dec;20(1):1–9. <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-020-01328-8>, [cited 2024 Aug 19].
- [20] Costello A, Abbas M, Allen A, Ball S, Bell S, Bellamy Rea. Managing the health effects of climate change: Lancet and University College London Institute for Global Health Commission. *Lancet* 2009;373(9676):1693–1733. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19447250/>, [cited 2024 Aug 19].
- [21] Duane B, Lee M, White S, Stancliffe R, Steinbach I. An estimated carbon footprint of NHS primary dental care within England. How can dentistry be more environmentally sustainable? *Br Dent J* 2017 Oct;223(8):589–593. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29074898/>, [cited 2024 Aug 19].
- [22] Baird H, Mulligan S, Webb T, Baker S, Martin N. Exploring attitudes towards more sustainable dentistry among adults living in the UK. *British Dental Journal* 2022 Aug;233(4):333–342. <https://www.nature.com/articles/s41415-022-4910-6>, [cited 2024 Nov 10].
- [23] Hegedus T, Kreuter P, Kismarci-Antalffy A, Demeter T, Banyai D, Vegh Aea. User Experience and Sustainability of 3D Printing in Dentistry. *Int J Environ Res Public Health* 2022 Feb;19(4). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35206116/>, [cited 2024 Aug 13].
- [24] Della Bona A, Cantelli V, Britto V, Collares K, Stansbury J. 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. *Dent Mater* 2021 Feb;37(2):336–350. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33353734/>, [cited 2024 Aug 13].