

Modelo de integración de tecnologías articulado al proceso de diseño para la manufactura digital
de prótesis dentales removibles en pacientes edéntulos

German Orlando Romero Suarez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magister en Innovación y Diseño

Director

Israel Garnica Bohórquez

Diseñador Industrial MSc

Codirector

Clara Isabel López Gualdrón

Diseñador Industrial PhD

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Maestría en Innovación y Diseño

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

Querido Señor Jesucristo,

Te dedico este trabajo de grado para mi maestría como una muestra de gratitud por todo lo que has hecho en mi vida. Tú has sido mi fuerza y mi guía en cada paso del camino, y sin ti, no hubiera sido posible llegar hasta aquí. Gracias por ser mi roca y mi refugio en los momentos difíciles y por darme la sabiduría y la tenacidad para completar este logro académico.

A mi amada esposa Sandra, agradezco por su amor, apoyo y paciencia durante estos años de estudio. Sin ti, este logro no sería posible. Gracias por ser mi compañera fiel en la vida y por estar a mi lado en cada momento.

A mis hijos Juan David y Valentina, espero que este logro académico les inspire a perseguir sus sueños y a creer que todo es posible si trabajan duro y confían en Dios. Los amo con todo mi corazón y sé que su apoyo y amor incondicional me han llevado a este punto.

A mis padres German y Edith, les dedico este trabajo de grado en agradecimiento por todo lo que han hecho por mí a lo largo de los años. Gracias por su amor, su apoyo y su sabiduría en cada etapa de mi vida. Sin ustedes, no estaría aquí hoy.

Agradecimientos

También quiero expresar mi agradecimiento al profesor Israel Garnica, mi director de proyecto, por su guía, apoyo y paciencia durante todo el proceso de investigación. Gracias por compartir su conocimiento y experiencia conmigo y por brindarme la oportunidad de crecer académicamente y personalmente.

A la profesora Clara Isabel López, mi codirectora de proyecto, agradezco por su contribución en la investigación y por su dedicación y compromiso con mi proyecto de grado. Gracias por su valioso tiempo y esfuerzo, y por su apoyo en cada etapa del camino.

Agradezco también a todos los profesores de la maestría en innovación y diseño por su enseñanza y por compartir su experiencia y conocimientos conmigo. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en mi formación académica y en mi desarrollo como persona.

A la Escuela de Diseño y a la Universidad Industrial de Santander, agradezco por brindarme la oportunidad de estudiar y crecer académicamente. Gracias por el apoyo y los recursos que han hecho posible esta experiencia educativa.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	17
1. Planteamiento del problema.....	18
2. Marco conceptual.....	21
2.1. Descripción del proceso y tecnología	21
2.2. Modelo del proceso de diseño.....	23
2.3. Integración de tecnologías	25
2.4. Measure of Effectiveness & Measure of Performance (MOE-MOP).....	27
2.4.1. Características MOE & MOP	28
2.4.2. Conceptos del modelo de evaluación.....	30
2.4.3. Conceptos sobre posibles escenarios operacionales	32
2.4.4. Estrategia de evaluación operacional.....	33
2.5. Reconstrucción de archivos digitales.....	35
2.6. Manufactura digital.....	37
2.6.1. CAD-CAM en odontología.....	38
2.6.2. CAE en odontología.....	40
2.6.3. Manufactura aditiva	40
2.7. Inteligencia artificial	41
2.8. Lenguajes de programación	42
2.9. Normatividad sobre prótesis dentales removibles	44
2.10. Datos epidemiológicos.....	47

2.11.	Prótesis dentales removibles y fijas	47
2.11.1.	Mercado de las prótesis removibles en el área metropolitana de Bucaramanga.....	48
3.	Justificación	49
4.	Pregunta de investigación en diseño	51
5.	Objetivos	52
5.1.	Objetivo General.....	52
5.2.	Objetivos Específicos.....	52
6.	Metodología del trabajo	52
6.1.	Design Thinking.....	53
6.2.	Consideraciones éticas	56
6.2.1.	Principios éticos	56
6.2.2.	Tratamiento de datos personales.....	57
6.2.3.	Clasificación del riesgo de investigación.....	57
6.2.4.	Normatividad en ética	57
6.2.5.	Procedimientos específicos para abordar a los participantes	58
6.2.6.	Riesgo del proyecto para los participantes.....	58
6.2.7.	Aval comité de ética CEINCI	58
7.	Desarrollo de la fase de empatía	59
7.1.	Descripción del proceso	59
7.1.1.	Definición de roles	61
7.1.2.	Listado de oportunidades de mejora	63
7.1.3.	Análisis comparativo flujo convencional y digital	64
7.2.	Análisis funcional	66

7.3.	Definición de las métricas MOE & MOP	69
7.3.1.	Definición de métricas MOE	69
7.3.2.	Definición de métricas MOP	72
7.3.3.	Características MOE & MOP	74
8.	Desarrollo de la fase de definición.....	74
8.1.	Desarrollo del modelo de evaluación.....	75
8.1.1.	Modelado del proceso de evaluación.....	75
8.1.2.	Desarrollo de los posibles escenarios operacionales	75
8.1.3.	Definición de la estrategia de evaluación operacional.....	76
9.	Desarrollo de la fase de ideación	76
9.1.	Casos de estudio.....	76
9.1.1.	Definición del caso de estudio	79
9.1.2.	Metodología	80
9.1.3.	Componente experimental	85
9.1.4.	Análisis estadístico.....	86
10.	Desarrollo de la fase de prototipado	88
10.1.	Software y tecnología	88
10.1.1.	Desarrollo del software de simulación del modelo.....	88
10.1.2.	Investigación y selección de tecnología.....	89
10.1.3.	Análisis comparativos en la selección de software gestión archivos stl	89
11.	Desarrollo de la fase testeo	95
11.1.	Testeo del modelo de evaluación.....	95
11.1.1.	Obtención de datos de las clínicas	96

11.1.2.	Procesamiento de datos.....	97
11.1.3.	Comparación de resultados.....	98
11.2.	Resultados de la Integración.....	99
11.3.	Análisis en función del tiempo.....	100
11.4.	Análisis en función de los costos.....	102
11.5.	Análisis en función de la calidad.....	103
12.	Aplicación del modelo y consideraciones para diferentes contextos.....	105
12.1.	Metodología de Aplicación.....	105
12.2.	Etapas de la implementación.....	106
12.2.1.	1 parte: Empatía (Definición de métricas).....	107
12.2.2.	2 parte: Definición, ideación y prototipado (construcción del modelo).....	108
12.2.3.	3 parte: Testeo (prueba del modelo de evaluación e integración de tecnología)	108
12.3.	Actividades específicas e instrumentos de evaluación.....	110
13.	Conclusiones.....	111
14.	Recomendaciones.....	115
	Referencias.....	117
	Apéndices.....	134

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1	<i>Normatividad nacional e internacional</i> 45
Tabla 2	<i>Requerimientos funcionales</i> 67
Tabla 3	<i>Análisis de tecnología para caso de estudio</i> 78
Tabla 4	<i>Resultados de la variabilidad</i> 86
Tabla 5	<i>Resultados estadísticos</i> 86
Tabla 6	<i>Evaluación de software gestores de archivos stl</i> 89
Tabla 7	<i>Comparación de impresoras 3D</i> 90
Tabla 8	<i>Comparación de costos impresoras 3D</i> 92
Tabla 9	<i>Comparación entre escáneres intraorales</i> 93
Tabla 10	<i>Valor de datos procesados MOE</i> 97
Tabla 11	<i>Valor de datos procesados MOP</i> 98
Tabla 12	<i>Métricas por sector</i> 107
Tabla 13	<i>Falencias operacionales</i> 109
Tabla 14	<i>Listado de actores y actividades</i> 134
Tabla 15	<i>Usuario Arquetipo odontólogo General</i> 141
Tabla 16	<i>Usuario arquetipo odontólogo especializado en rehabilitación oral</i> 143
Tabla 17	<i>Usuario arquetipo laboratorista dental</i> 145
Tabla 18	<i>Matriz de impacto a</i> 147
Tabla 19	<i>Matriz de impacto b</i> 147

Tabla 20	<i>Matriz de influencia a.</i>	147
Tabla 21	<i>Matriz de influencia b.</i>	148
Tabla 22	<i>Listado de técnicas y herramientas – Laboratorista dental</i>	149
Tabla 23	<i>Listado de técnicas y herramientas – odontólogo general</i>	151
Tabla 24	<i>Listado de técnicas y herramientas – rehabilitador oral</i>	153
Tabla 25	<i>Listado de oportunidades de mejora</i>	154
Tabla 26	<i>Modelado según componentes</i>	158
Tabla 27	<i>Línea de referencia y relación de cálculo</i>	162
Tabla 28	<i>Características MOE & MOP</i>	202
Tabla 29	<i>Relación de la estrategia operativa con los MOEs para la asignación de pesos.</i> 215	
Tabla 30	<i>Relación de la estrategia operática con los MOPs para la asignación de pesos.</i> 219	
Tabla 31	<i>Codificación de variables</i>	223

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Flujo de trabajo convencional</i>	23
Figura 2 <i>Clasificación de prótesis dentales</i>	48
Figura 3 <i>Descripción de la metodología basada en el Design Thinking</i>	55
Figura 4 <i>Mapa de actores</i>	62
Figura 5 <i>Flujo de trabajo método tradicional o convencional vs método digital</i>	66
Figura 6 <i>Relaciones de métricas bajo el esquema del análisis operacional</i>	74
Figura 7 <i>Diagrama de integración</i>	79
Figura 8 <i>Flujo de comparación de modelos</i>	80
Figura 9 <i>Resultado del escaneo de superficies</i>	81
Figura 10 <i>Impresión 3D modelos en resina</i>	82
Figura 11 <i>Modelos en yeso</i>	83
Figura 12 <i>Comparación dimensional (mm) en Medit Design</i>	84
Figura 13 <i>Comparación de rugosidad en Medit Design</i>	85
Figura 14 <i>Comparación de la fidelidad de impresión 3D</i>	91
Figura 15 <i>Escáneres intraorales comerciales</i>	93
Figura 16 <i>Comparación resultados en MOE</i>	98
Figura 17 <i>Comparación resultados en MOP</i>	99
Figura 18 <i>Análisis cadena de valor en función del tiempo</i>	101
Figura 19 <i>Análisis de la cadena de valor en función de los costos</i>	102

Figura 20	<i>Análisis de la cadena de valor en función de la calidad</i>	104
Figura 21	<i>Metodología de aplicación</i>	106
Figura 22	<i>Actividades específicas</i>	111
Figura 23	<i>Interfaz de entrada de datos</i>	172
Figura 24	<i>Interfaz de resultados</i>	173
Figura 25	<i>Pantalla de recomendaciones</i>	174

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. <i>Roles y actividades</i>	134
Apéndice B. <i>Usuarios arquetípicos</i>	141
Apéndice C. <i>Matrices de impacto e influencia</i>	146
Apéndice D. <i>Técnicas y herramientas y oportunidades de mejora</i>	149
Apéndice E. <i>Modelado según componentes</i>	158
Apéndice F. <i>Línea de referencia y relación de calculo</i>	162
Apéndice G. <i>Software de simulación</i>	172
Apéndice H. <i>Manual de usuario software</i>	174
Apéndice I <i>Código Python</i>	175
Apéndice J. <i>Características asociadas a los MOE y MOP</i>	202
Apéndice K. <i>Estrategia operativa y asignación de pesos</i>	215
Apéndice L. <i>Codificación de variables</i>	223
Apéndice M. <i>Transcripción de entrevistas</i>	225

Glosario

Área metropolitana: zona urbana que se compone de una ciudad central en este caso Bucaramanga y varias poblaciones aledañas como Floridablanca, Girón y Piedecuesta.

Clínico: relativo a la clínica o la práctica médica.

Complejo estomatognático: conjunto de órganos y tejidos que intervienen en la función masticatoria, de la deglución y del habla.

Deglución: acción de tragar los alimentos.

Eficacia: capacidad de lograr los resultados esperados.

Eficiencia: capacidad de hacer algo con el mínimo de recursos posibles.

Estabilidad: capacidad de la prótesis dental de mantenerse en su lugar.

Estética: aspecto visual o apariencia de la prótesis dental.

Falencia operacional: debilidad o insuficiencia en algún aspecto del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental.

Ineficacia: falta de eficacia en algún aspecto del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental.

Incomodidad: sensación de malestar o molestia física que experimenta el paciente al usar la prótesis dental.

Integración tecnológica: incorporación de tecnologías innovadoras para optimizar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles.

Masticación: acción de triturar los alimentos con los dientes.

MOE & MOP: siglas en inglés de medidas de efectividad operacional y medida de efectividad en el rendimiento.

Optimización: proceso de mejora para obtener los mejores resultados posibles.

PDRP: prótesis dentales removibles parciales

Prótesis dental: dispositivo que reemplaza los dientes naturales perdidos para restaurar la función masticatoria, fonética y estética.

Rehabilitar: restablecer la función de los dientes perdidos mediante una prótesis dental.

Retención: capacidad de la prótesis dental para mantenerse en su lugar gracias al contacto con los dientes y los tejidos blandos de la boca.

Soporte: capacidad de la prótesis dental para sostener los dientes adyacentes y las estructuras óseas de la boca.

SUH: Sistema único de habilitación

Tecnologías: conjunto de técnicas, herramientas y procedimientos utilizados para fabricar prótesis dentales.

Tradicional: modelo de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales que se ha utilizado durante mucho tiempo sin cambios significativos.

Resumen

Título: Modelo de integración de tecnologías articulado al proceso de diseño para la manufactura digital de prótesis dentales removibles en pacientes edéntulos*

Autor: German Orlando Romero Suarez**

Palabras Clave: Prótesis dentales, Diseño, Innovación, Integración, Operacional.

Descripción: El objetivo principal de esta investigación fue mejorar los procesos de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles mediante el uso de la investigación científica, la integración de tecnología y la innovación. Se ha identificado la necesidad de perfeccionar los procesos tradicionales de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, ya que actualmente se usan tecnologías que pueden presentar algunas deficiencias operacionales. Para lograr este objetivo, se propuso el uso de una metodología basada en el análisis operacional MOE-MOP. Esta metodología permitió desarrollar un modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales para consultorios y laboratorios dentales del área metropolitana de Bucaramanga.

Además, se seleccionó una oportunidad de mejora a través de un proceso de integración tecnológica. Esta oportunidad de mejora se convirtió en tres casos de estudio, para demostrar cómo la implementación de tecnología puede mejorar los procesos de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles.

Es importante destacar que la implementación de tecnología en el diseño y fabricación de prótesis dentales removibles no solo mejoró la eficiencia del proceso, sino también la calidad de las prótesis y la satisfacción del paciente cuando el proceso sigue los lineamientos idóneos del proceso de integración tecnológica.

A través del componente experimental y los casos de estudio, esta investigación ha demostrado que la incorporación de tecnologías como el escáner intraoral y la impresión 3D en el contexto del área metropolitana de Bucaramanga, en el proceso analizado, puede mejorar la calidad de los modelos. Sin embargo, es importante destacar que los resultados del análisis operativo, medidos a través de los valores globales de MOE y MOP, fueron inferiores a los obtenidos con el método convencional. En otras palabras, esto indica que la mera incorporación de tecnologías no garantiza el éxito del proceso. Por lo tanto, es crucial que este proceso se base en métricas de eficacia y eficiencia para tomar decisiones más precisas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Maestría en Innovación y Diseño. Director: Israel Garnica Bohórquez. MSc. Codirector: Clara Isabel López Gualdrón. PhD

Abstract

Title: Integration model of technologies articulated to the design process for digital manufacturing of removable dental prostheses in edentulous patients. *

Author(s): German Orlando Romero Suarez**

Key Words: Dental prostheses, Design, Innovation, Integration, Operational

Description: The primary objective of this research was to enhance the processes of designing and manufacturing removable dental prostheses through the utilization of scientific inquiry, technology integration, and innovation. The need to refine conventional procedures for designing and fabricating removable dental prostheses has been identified, as current technologies may exhibit some operational deficiencies.

To achieve this goal, the adoption of a methodology based on the MOE-MOP operational analysis was proposed. This methodology facilitated the development of an evaluation model for the process of designing and manufacturing partial removable dental prostheses for dental offices and laboratories in the metropolitan area of Bucaramanga.

Furthermore, an improvement opportunity was selected through a technological integration process. This improvement opportunity was translated into three case studies to demonstrate how technology implementation can enhance the processes of designing and manufacturing removable dental prostheses.

It is important to highlight that the implementation of technology in the design and manufacturing of removable dental prostheses not only improved process efficiency but also the quality of the prostheses and patient satisfaction when the process follows the ideal guidelines of the technological integration process.

Through the experimental component and the case studies, this research has demonstrated that the incorporation of technologies such as intraoral scanning and 3D printing in the context of the metropolitan area of Bucaramanga, within the analyzed process, can enhance the quality of the models. However, it is important to note that the results of the operational analysis, measured through the global MOE and global MOP values, were lower than those obtained with the conventional method. In other words, this indicates that the mere incorporation of technologies does not guarantee the success of the process. Therefore, it is crucial that this process is based on metrics of effectiveness and efficiency to make more precise decisions.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Master's Degree in Innovation and Design. Director: Israel Garnica Bohórquez, MSc. Co-director: Clara Isabel López Gualdrón, PhD.

Introducción

El objetivo de la fabricación de prótesis dentales removibles parciales es rehabilitar el complejo estomatognático de un paciente edéntulo, es decir con una carencia en el número total de dientes, con el fin de restaurar la estética y las funciones importantes como la masticación, la deglución y la fonación (Calzada-Gonzales & Ortega-Buitrón, 2019a). Los principios de diseño importantes para el funcionamiento óptimo de la prótesis son la retención, el soporte, la estabilidad y la estética. Sin embargo, hay muchos desafíos en el proceso de diseño y fabricación de prótesis, incluyendo la falta de comunicación entre el odontólogo y el laboratorio dental, así como, deficiencias en los procedimientos de diseño y fabricación en la práctica dental general.

Asimismo, existen problemas de eficacia y rendimiento en algunos componentes del proceso de diseño y fabricación, que afectan el nivel de satisfacción del paciente y los resultados operacionales del proceso. Por lo tanto, se requiere brindar mayor atención a soluciones innovadoras y promover un proceso de integración tecnológica que contribuya a mejorar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales para lograr una restauración exitosa desde el punto de vista clínico, además de resultados operacionales óptimos (Bharathi et al., 2021).

La justificación de este proyecto radica en la importancia de mejorar la calidad de vida de las personas que necesitan prótesis dentales removibles, quienes a menudo se enfrentan a problemas como la incomodidad, la ineficacia y la falta de estética debido a prótesis mal diseñadas y fabricadas. La deficiencia en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles se ha identificado como un problema importante en el área metropolitana de Bucaramanga, lo que

afecta no solo la calidad de vida de los pacientes, sino también la eficacia y eficiencia del proceso (Sánchez & Lemos, 2007).

Este trabajo de investigación se enfocó en desarrollar un modelo de evaluación para mejorar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales. Para lograr este objetivo, se identificaron las deficiencias operativas y oportunidades tecnológicas del proceso tradicional en el área metropolitana de Bucaramanga a través de un análisis de requerimientos. Luego, se propuso el modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación utilizando el análisis operacional MOE & MOP, que permitió establecer criterios y parámetros para garantizar la calidad en la producción de prótesis dentales. Como resultado, se obtuvo un modelo de integración tecnológica como solución a las deficiencias encontradas en el proceso convencional.

Finalmente, se buscó validar los resultados de la integración tecnológica por medio de tres casos de estudio específicos para una falencia operativa previamente definida. Con ello, se pudo demostrar la utilidad y eficacia del modelo de evaluación propuesto y su aplicación práctica en la mejora de los procesos de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles.

1. Planteamiento del problema

La prótesis no constituye un fin total del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales, sino un medio para lograr el verdadero objetivo, que es rehabilitar el complejo estomatognático de un paciente. La finalidad de la prótesis es realizar una restauración morfofisiológica del paciente parcialmente edéntulo, permitiendo la recuperación de la estética dentofacial, y de funciones tan importantes como la masticación, la deglución y la fonación (Turrión et al., 2004).

Los principios de diseño más importantes a la hora de concebir la prótesis son la retención, el soporte, la estabilidad y la estética (Alvarez Cantoni et al., 2013). La retención es la propiedad que tienen las prótesis para que no se produzca su extrusión, y por tanto su desestabilización en el sentido vertical de inserción; es decir, es la capacidad de dichas prótesis de oponerse a las fuerzas de tracción (Vieira, 2007).

El soporte es la propiedad que tienen las prótesis para evitar que se produzca su compresión sobre las estructuras de apoyo (fibromucosa y huesos subyacentes); es decir, es la capacidad de dichas prótesis de oponerse a las fuerzas de compresión.

Por otro lado, la estabilidad es la propiedad que tienen las prótesis para conservar su posición de reposo o de volver a ella después de haber realizado movimientos funcionales; es decir, es la capacidad de dichas prótesis de oponerse a las fuerzas horizontales, de cizallamiento y rotación.

En última instancia es la estética, la cual es el factor de diseño relacionado con el atractivo visual o la calidad percibida del artefacto. Actualmente recibe una importante consideración en el contexto social. Una sonrisa atractiva basada en la correcta selección y disposición de los dientes, el buen camuflaje del acrílico o metal y los retenedores, en armonía con los otros factores de diseño proporcionara una buena solución a los pacientes que por cuestiones médicas o económicas no pueden acceder a una prótesis fija (Lucas et al., 2010a).

Sin embargo, lograr esa armonía es bastante difícil, ya que se debe cumplir con todos los requerimientos o necesidades operativas dentro del flujo de trabajo. Hay diversos estudios que evidencian que aspectos importantes dentro del proceso no se cumplen, como por ejemplo la selección del color de los dientes y la dimensión vertical e incluso desde el inicio se omiten aspectos comunicativos entre el odontólogo y el laboratorio dental (Ali et al., 2018). Además de

esto, los hallazgos de estudios previos en varios países durante los últimos años indican deficiencias en los procedimientos de diseño y fabricación de diferentes tipos de prótesis en la práctica dental general como la falta de instrucciones, falta de precisión en los modelos y problemas de calidad en los modelos (Calzada-Gonzales & Ortega-Buitrón, 2019b).

Por otro lado, existen problemas de retención, estabilidad y soporte con el uso de PMMA y otros materiales como, por ejemplo, aleaciones de remanium, las cuales, debido a la baja resistencia a la flexión y a la fatiga, presentan problemas de fracturas y deformaciones frecuentes que causan problemas anatómicos y fisiológicos en los pacientes y el probable fracaso de la prótesis (Mousa et al., 2020).

En el contexto de la innovación y diseño, se plantea la necesidad de mejorar los procesos tradicionales de diseño y manufactura de prótesis dentales removibles, los cuales suelen presentar deficiencias operativas y carecer de una adecuada integración tecnológica (Mirea, 2021a).

El problema principal reside en la falta de un modelo de evaluación específico para identificar de forma precisa las deficiencias operativas y las oportunidades tecnológicas en el diseño y fabricación de estas prótesis. Asimismo, es fundamental desarrollar un enfoque integral que combine tecnologías emergentes, como la impresión 3D y la digitalización de datos, con estrategias de diseño centradas en el usuario, la ergonomía y la estética (Solaberrieta et al., 2015).

Desde la perspectiva de la innovación y diseño, abordar esta problemática abre nuevas posibilidades para transformar el proceso tradicional de diseño y manufactura de prótesis dentales removibles, generando soluciones innovadoras que mejoren la calidad de vida de los pacientes y se posicionen a la vanguardia del campo (Rubio Rubio & Alemán Contreras, 2019a).

2. Marco conceptual

2.1. Descripción del proceso y tecnología

El proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles empieza con la valoración en clínica del odontólogo o prostodoncista, que define en el paciente la necesidad o no de realizar una etapa previa quirúrgica de acondicionamiento. En esta etapa se retiran y/o acondicionan algunas estructuras anatómicas a nivel quirúrgico para facilitar la colocación y el uso de la prótesis (Sedeño, 2019).

Una vez el paciente haya superado la etapa de acondicionamiento quirúrgico o de no haber sido esta necesaria, se procede con la etapa de la impresión en silicona o alginato siliconado donde se copian las estructuras de la cavidad oral en negativo para posteriormente pasarlas a positivo en un modelo de yeso (Sotelo Tornero, 2017).

Luego de que se tenga el modelo en yeso, se procede a la elaboración del rodete por parte del mecánico dental, el cual se fabrica en cera con el fin de verificar los planos de trabajo y dimensiones del sistema masticatorio, incluida la oclusión. Estas pruebas se realizan al paciente en clínica. Sin embargo, el uso de software dental CAD evita el uso del rodete, por medio de simulaciones mediante el uso del articulador virtual.

Después de configurada la oclusión, las dimensiones y los planos requeridos, se procede al enfilado de dientes en cera teniendo como base el modelo de yeso del paciente, el cual consiste en la ubicación de los dientes artificiales seleccionados en color, calidad y precio acorde a revisiones posteriores con el paciente en clínica por el odontólogo, previa descripción por escrito al mecánico dental. Este paso se puede omitir con la integración del CAD dental y la manufactura digital a

través de la impresión 3D. El enfilado de dientes virtual y la simulación de colores en contraste con la cara del paciente ya son posibles en todos los CAD dentales.

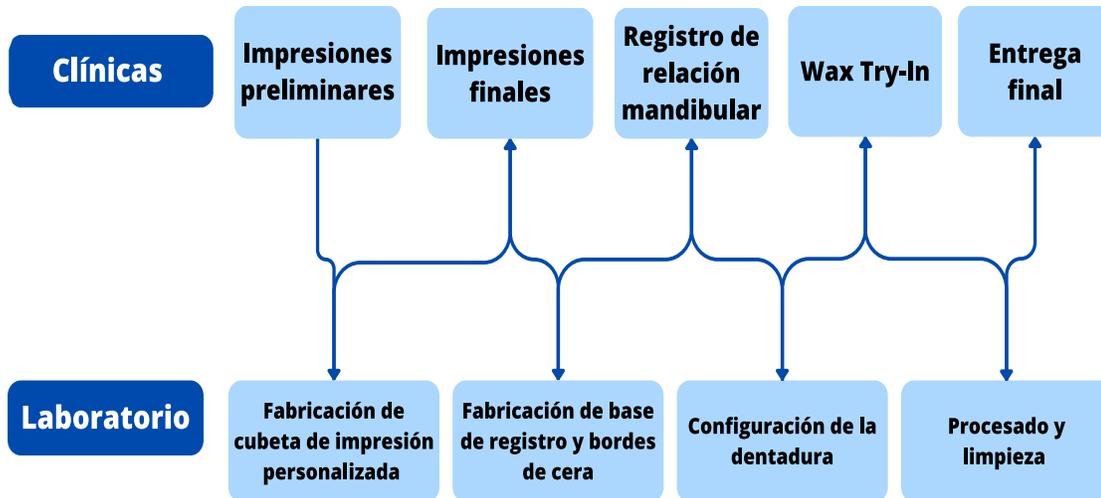
Tras finalizar la prueba en boca la prótesis en cera, se envía al laboratorio con el fin de realizar los cambios sugeridos por el odontólogo. Cuando se determina la forma final de la prótesis en cera, esta se monta en la mufla y la contra mufla para realizar vaciado de yeso de alta calidad haciendo uso en el proceso de vibradores para evitar burbujas que disminuyan la calidad del vaciado. Luego de que el vaciado ha terminado, se deja fraguar el yeso y se ajusta la mufla y la contramufla para llevarla al horno de cera perdida hasta que la cera se evapora. El tiempo de evaporación de la cera depende de las características del horno. Una vez terminado el proceso en el horno de cera perdida se procede a retirar los residuos de cera y a realizar el alistamiento para el proceso de acrilado (Rubio Rubio & Alemán Contreras, 2019b).

El proceso de acrilado se inicia con la elaboración de las retenciones de los dientes artificiales, posteriormente se dosifica el acrílico de alto impacto junto con el monómero para luego aplicarlo en la zona determinada para el cuerpo de la prótesis. Una vez terminado el vaciado del acrílico se llevará al horno de acrilado cuyo tiempo de trabajo será acorde a las especificaciones técnicas del acrílico y el tipo de horno. Cuando el acrílico obtenga la dureza deseada terminará el proceso y el componente en acrílico se llamará silla de la prótesis (Lucas et al., 2010b).

En la Figura 1, se puede observar el diagrama de flujo de trabajo tradicional
(Castelin, 2020)

Figura 1

Flujo de trabajo convencional



Nota. Descripción del modelo de tradicional de fabricación de prótesis dentales removibles. Adaptado de clinician perspectives on current implementation of digitally fabricated complete dentures: a survey of prosthodontists (p. 19), por Christine Castelin, 2020, Chapel Hill.

2.2. Modelo del proceso de diseño

El concepto fundamental de la presente propuesta de investigación es el modelo de proceso de diseño y la integración de tecnologías. El modelo de proceso de diseño es una metodología que se debe seguir para diseñar una propuesta que resuelve cierta problemática. No obstante, existen varios enfoques y formas de abordar los problemas de diseño como los clasifica (Blessing, 1995). En este trabajo, Blessing enumera cuatro familias de diferentes procesos de diseño, los cuales han

evolucionado desde el modelo lineal, pasando por el cíclico, tornillo de Arquímedes y el helicoidal cónico convergente, considerado el más evolucionado en ese momento.

Sin embargo, existen trabajos de investigación relativamente nuevos que integran otros elementos ontológicos y conceptuales (Chen et al., 2015).

Estos elementos conceptuales están ubicados en diferentes mundos ontológicos, los conceptos de cosa, sistema, estructura, estado, comportamiento y acción están en el mundo físico, el concepto de necesidad “de diseño” está en el mundo intencional, que es un mundo compuesto por las representaciones mentales tanto de objetos abstractos como de objetos físicos en la mente humana y los conceptos de función, principio “abstracto”, clase de acción y clase de comportamiento se encuentran en el mundo intermedio entre el mundo físico y el mundo intencional (Chen et al., 2015).

Además, debe tenerse en cuenta como lo resalta Chen et al., 2015, pag 2 “que un proceso de diseño conceptual por lo general no puede tratar con los objetos del mundo físico. En cambio, lo que entra en un proceso de diseño conceptual son los objetos modelo (p. ej., cosas modelo, sistemas modelos, comportamientos modelo o acciones modelo) en el mundo objetivo (o modelo), que son las conceptualizaciones objetivas de los objetos correspondientes en el mundo físico”. En el caso de la presente investigación, involucra un diseño conceptual de un modelo de integración tecnológica, para la fabricación de una prótesis dental removible. En este ejemplo el objeto modelo es el modelo propiamente dicho y el objeto físico, las prótesis dentales removibles.

El concepto fundamental de la investigación se basa en el modelo de proceso de diseño y la integración de tecnologías. El modelo de proceso de diseño se refiere a una metodología que se debe seguir para abordar una problemática específica y desarrollar soluciones innovadoras. En el

campo del diseño, existen diferentes enfoques y perspectivas teóricas que han surgido a lo largo del tiempo.

Uno de los enfoques relevantes es el Diseño Centrado en el Usuario (User-Centered Design, UCD), que pone énfasis en comprender las necesidades, comportamientos y preferencias de los usuarios finales durante todo el proceso de diseño (Hartawan, 2022). El UCD se enfoca en la creación de productos y servicios que sean intuitivos, eficientes y agradables de usar para los usuarios, mediante la aplicación de técnicas de investigación como entrevistas, observación y pruebas de usabilidad.

Otro enfoque destacado es el Diseño Basado en la Mente (Mind-Based Design), propuesto por Cross (2011). Esta perspectiva considera la importancia de la cognición, la creatividad y el pensamiento humano en el proceso de diseño. Se enfoca en comprender cómo las personas generan ideas, toman decisiones y resuelven problemas de diseño a través de la aplicación de principios y técnicas basadas en la psicología cognitiva (Ariza, 2020).

En el ámbito de la innovación, la teoría de la Innovación Disruptiva de Christensen (1997) proporciona un marco conceptual valioso. Según esta teoría, las tecnologías emergentes pueden interrumpir y transformar industrias establecidas al ofrecer soluciones más simples, accesibles y rentables. La integración de tecnologías emergentes en el diseño de prótesis dentales removibles podría abrir nuevas oportunidades para mejorar los procesos de fabricación y la calidad de los productos (de la Vega, 2018).

2.3. Integración de tecnologías

La integración de tecnológicas tiene como objetivo mejorar el rendimiento de las actividades de valor primario. Los máximos beneficios de cualquier proceso o sistema solo se

pueden obtener cuando se integra una serie de tecnologías clave a lo largo de la cadena de valor. La integración de tecnologías se percibe como un modelo de manufactura novedosa, donde las personas con diferentes funciones o disciplinas se organizan para una tarea o proyecto en particular, y múltiples tecnologías colectivamente brindan un enfoque sistemático para abordar los desafíos técnicos y se reúnen diversos datos e información para permitir una visión más holística de los problemas (Zhang et al., 2012).

La integración tecnológica se define como un conjunto de actividades de generación de conocimiento a través de las cuales se exploran, evalúan y refinan conceptos novedosos para proporcionar la base para el desarrollo de productos (Iansiti, 1995). La integración de tecnología a nivel de la transferencia de conocimiento posee dos dimensiones: la integración de tecnología externa e interna (Henderson, 1994).

Los beneficios o mejoras en la cadena o flujo de valor deben ser medibles en cuanto a su rendimiento a través de los MOE “Measure Of Effectiveness” y los MOP “Measure Of Performance” (Zhou, 2008).

La integración de tecnologías se basa en la combinación y sinergia de diversas tecnologías para mejorar los procesos, la eficiencia y los resultados en diferentes ámbitos, incluida la odontología digital. La integración de tecnologías en este campo ha revolucionado la forma en que se diseñan, fabrican y entregan prótesis dentales, ofreciendo beneficios significativos para los pacientes y los profesionales de la salud bucal (Villavicencio-Caparó, 2021).

La odontología digital se refiere al uso de tecnologías digitales avanzadas en todas las etapas del proceso de atención dental, desde la exploración y el diagnóstico hasta el diseño y la fabricación de prótesis dentales personalizadas. Esta disciplina utiliza técnicas como la tomografía computarizada (TC), el escaneo intraoral, el diseño asistido por computadora (CAD) y la

fabricación asistida por computadora (CAM) para lograr resultados más precisos, eficientes y estéticamente agradables.

La integración de estas tecnologías en la odontología digital ha permitido avances significativos en el diseño y la fabricación de prótesis dentales removibles, como las dentaduras obtenidas mediante impresión 3D (Greil et al., 2022). Estas tecnologías permiten la captura tridimensional precisa de la cavidad oral y la dentición del paciente, lo que proporciona datos digitales para el diseño virtual de la prótesis.

El proceso de integración tecnológica implica la combinación de datos digitales, imágenes y modelos virtuales con técnicas de diseño y fabricación asistidos por computadora. El uso del CAD/CAM e Impresión 3D, permite la creación de prótesis dentales personalizadas y precisas, adaptadas a las necesidades de cada paciente.

La integración de tecnologías en odontología digital no solo mejora la precisión y la calidad de las prótesis dentales, sino que también ofrece ventajas adicionales. Estas ventajas incluyen tiempos de fabricación más rápidos, menor necesidad de ajustes manuales, reducción de errores humanos, mejor comunicación entre el equipo de atención y el paciente, y mayor satisfacción del paciente (Armijos et al., 2022).

2.4. Measure of Effectiveness & Measure of Performance (MOE-MOP)

La motivación para iniciar el desarrollo de un nuevo sistema generalmente proviene de una de dos fuentes: En primer lugar, de la percepción de una deficiencia grave en un sistema actual, diseñado para satisfacer una necesidad operativa importante (impulsado por la necesidad). Y, en segundo lugar, de una idea desencadenada por un desarrollo tecnológico cuya aplicación promete un gran avance sobre los sistemas disponibles para satisfacer una necesidad (impulsada por la

tecnología). Cualquiera de estos puede conducir a investigaciones y análisis que finalmente culminan en un programa para diseñar y desarrollar un nuevo sistema. Muy a menudo, ambos factores contribuyen a la decisión final (Kossiakoff et al., 2020). El desarrollo de nuevos sistemas está basado en el diseño de modelos de integración de tecnología, en los cuales primero, se deben establecer elementos operacionales a través de los análisis de requerimientos y una vez establecidos estos, se deben convertir en elementos funcionales a través del análisis funcional. No obstante, esta información carece de validez sin la ejecución de un análisis de eficacia. Para esto, el entorno operativo se modela en términos de un conjunto de escenarios; acciones postuladas que representan una variedad de encuentros posibles a los que debe reaccionar el sistema. Por lo general, los escenarios iniciales se seleccionan para presentar las situaciones más probables, seguidos de casos más avanzados para probar los límites de los requisitos operativos. Para cada escenario se utilizan como criterios de evaluación las respuestas aceptables del sistema en términos de resultados operativos. Para armonizar los compromisos entre el modelo del sistema y los escenarios, se diseña un modelo de eficacia con la capacidad de aceptar parámetros de rendimiento del sistema (Kossiakoff, 2011).

Las métricas son clave para definir en última instancia el sistema, establecer requisitos significativos y verificables para poder probarlo. Por lo tanto, es esencial definir estas métricas de manera adecuada y coherente a lo largo del ciclo de vida del nuevo desarrollo.

2.4.1. Características MOE & MOP

Los MOE & MOP tienen características como la escala de medición o unidades, herramientas de medición y método de medición (M. M. Gómez, 2007). Es importante conocer la escala, herramienta y método de medición de los MOE y MOP por varias razones:

Garantizar la precisión y la validez de las mediciones: La elección de una escala, herramienta y método de medición adecuados es fundamental para garantizar que las mediciones de MOE y MOP sean precisas y válidas. Si se utilizan herramientas o métodos de medición inadecuados, las mediciones pueden ser imprecisas o sesgadas, lo que puede afectar la calidad de los resultados obtenidos (Votruba et al., 2001).

Facilitar la comparación y el análisis de los resultados: Si se utilizan las mismas escalas, herramientas y métodos de medición para evaluar diferentes aspectos de un sistema, se facilita la comparación y el análisis de los resultados obtenidos. Esto permite identificar patrones y tendencias en el desempeño del sistema y en la eficacia y el rendimiento de los MOE y MOP (Chowhan et al., 2022a).

Permitir la replicabilidad y la reproducibilidad de los resultados: Si se utilizan escalas, herramientas y métodos de medición estandarizados y documentados, se facilita la replicabilidad y la reproducibilidad de los resultados obtenidos. Esto significa que otros investigadores o evaluadores pueden utilizar las mismas herramientas y métodos para medir los mismos MOE y MOP en un sistema similar y obtener resultados similares (Couretas, 2022).

Ayudar a identificar oportunidades de mejora: Si se utilizan escalas, herramientas y métodos de medición adecuados, se pueden identificar áreas en las que el sistema puede mejorar en términos de los MOE y MOP evaluados. Esto puede ayudar a los diseñadores y fabricantes a identificar oportunidades de mejora y a tomar medidas para mejorar el desempeño del sistema (Chowhan et al., 2019).

2.4.2. *Conceptos del modelo de evaluación*

Definir un modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles es importante por varias razones (Barrios Cohaila, 2019).

Permite identificar áreas de mejora: Al evaluar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, se pueden identificar áreas en las que el proceso puede mejorarse, como la eficiencia, la calidad o la satisfacción del cliente (L. C. Gómez & Pérez, 2007).

Ayuda a garantizar la calidad del producto final: Al establecer un modelo de evaluación, se pueden definir criterios de calidad para el producto final. Esto asegura que las prótesis dentales removibles cumplan con los estándares de calidad deseados y se ajusten a las necesidades del paciente (Losavio & Esteves, 2015).

Facilita la toma de decisiones: La evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles proporciona información valiosa que puede ser utilizada para tomar decisiones relacionadas con la mejora del proceso y la satisfacción del cliente (Morales Varela et al., 2015).

Contribuye a la satisfacción del paciente: Al mejorar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, se puede garantizar que los pacientes reciban un producto de alta calidad que cumpla con sus necesidades y expectativas (Gorina et al., 2014).

En primer lugar, se establece lo que se espera lograr con la evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, estos son los objetivos del modelo de evaluación:

Mejora continua del proceso: Uno de los principales objetivos de un modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles es identificar áreas de sensibles en el proceso y desarrollar estrategias para mejorar la eficiencia y la calidad del proceso (Bonnet et al., 2017).

Garantizar la calidad del producto: Asegurar que las prótesis dentales removibles cumplan con los estándares de calidad deseados y se ajusten a las necesidades del paciente (Gaikwad et al., 2022).

Asegurar la satisfacción del paciente: Asegurarse que el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles satisfaga las necesidades y expectativas del paciente. La satisfacción del paciente es un factor importante para el éxito del proceso (Govorko et al., 2019).

Aumentar la eficiencia del proceso: Mejorar la eficiencia del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, reduciendo los tiempos de espera y aumentando la productividad del equipo de trabajo (Grünheid et al., 2014).

Reducción de costos: Identificar áreas donde se puedan reducir los costos de producción de prótesis dentales removibles, sin comprometer la calidad del producto final (Suese, 2020).

Cumplimiento de los estándares regulatorios: Garantizar que el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles cumpla con los requisitos legales y normativos establecidos por las autoridades competentes (Lin et al., 2018).

Además de esto, se establecieron los criterios de evaluación. Algunos criterios comunes para la evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles son los siguientes:

Calidad del producto: Esto incluye la calidad del ajuste, la durabilidad y la estética (Metsälä et al., 2014).

Tiempo de espera: La reducción del tiempo de espera puede mejorar la satisfacción del paciente y la eficiencia del proceso (Joda et al., 2021).

Costo: Reducir los costos sin comprometer la calidad puede mejorar la rentabilidad del proceso (Joda et al., 2021).

Satisfacción del paciente: Los pacientes deben estar satisfechos con la calidad del producto final y el proceso en sí mismo (Leiva et al., 2016).

Cumplimiento normativo: El proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles debe cumplir con todas las normas de seguridad y calidad establecidas.

Eficiencia del proceso: Mejorar la eficiencia puede reducir los costos y mejorar la calidad del producto final (Anadioti et al., 2020).

Competencia del personal: La capacitación y el desarrollo de habilidades pueden mejorar la calidad del proceso y del producto final.

2.4.3. Conceptos sobre posibles escenarios operacionales

La definición de escenarios es un eje fundamental del desarrollo del análisis operacional (Cucho, 2019), y clave para la definición del modelo de evaluación. En el contexto del diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, los posibles escenarios que se podrían considerar para el análisis operacional son:

Escenario de alta demanda: En este contexto, la organización se enfrenta a un aumento significativo en la demanda de sus productos o servicios, lo que puede generar desafíos operativos y oportunidades para mejorar la eficiencia y la calidad (Trojanowska et al., 2018).

Escenario de fallas en la cadena de suministro: La cadena de suministro es un componente crítico de las operaciones de una organización, y cualquier interrupción o fallo en esta cadena puede tener un impacto significativo en la eficiencia y la rentabilidad (Castillo & Michalus, 2023).

Una falla en la cadena de suministro puede surgir debido a diversos factores, como desastres naturales, conflictos políticos, problemas logísticos, problemas de calidad o incumplimiento de los proveedores. Estas interrupciones pueden causar retrasos en la entrega de

materiales o componentes clave, escasez de inventario, aumento de los costos de producción y pérdida de clientes (Castillo & Michalus, 2023; Fontalvo-Herrera et al., 2014).

Escenario de cambios en la regulación: Las regulaciones gubernamentales y las normativas cambiantes pueden tener un impacto significativo en las operaciones de una organización, tanto en términos de cumplimiento como de eficiencia operativa. Es fundamental comprender y adaptarse a estos cambios para garantizar el cumplimiento normativo y minimizar los riesgos asociados (Iriart & Merhy, 2017).

Escenario de innovación tecnológica: En este contexto, se busca identificar y aprovechar las tecnologías emergentes y disruptivas que pueden transformar los procesos operativos y generar ventajas competitivas para la organización (Ruiz Lozano, 2021).

Escenario de cambios en el mercado: Este escenario se refiere a las transformaciones y tendencias que ocurren en el entorno empresarial y que pueden impactar directamente en las operaciones de una organización. En un mercado dinámico y altamente competitivo, es fundamental que las organizaciones se adapten a los cambios para mantener su relevancia y competitividad (Ruiz et al., 2020).

2.4.4. Estrategia de evaluación operacional

La definición de una estrategia de evaluación garantiza que el proceso de evaluación sea efectivo y produzca los resultados deseados (Chiu et al., 2006). Algunas de las razones por las que es importante definir una estrategia de evaluación incluyen:

Enfoque: Una estrategia de evaluación clara y bien definida ayuda a mantener el enfoque en los objetivos y criterios de evaluación. Esto asegura que la evaluación sea coherente y produzca resultados útiles y significativos.

Recursos: La definición de una estrategia de evaluación permite la asignación adecuada de recursos (financieros, humanos, tecnológicos, etc.) necesarios para llevar a cabo la evaluación. Esto garantiza que los recursos estén disponibles y se utilicen de manera efectiva para alcanzar los objetivos de evaluación.

Resultados: Una estrategia de evaluación bien definida ayuda a garantizar que los resultados de la evaluación sean útiles y relevantes para la toma de decisiones y la mejora del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles.

Mejora continua: La estrategia de evaluación puede proporcionar información valiosa para la mejora continua del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles. La evaluación regular y sistemática puede ayudar a identificar oportunidades de mejora y proporcionar información para la toma de decisiones.

Desde esta perspectiva, estas son las estrategias definidas para el modelo:

Identificación de los factores críticos: Esta estrategia consiste en identificar los factores clave que afectan la calidad del producto, como la selección de los materiales, los procesos de fabricación, la manipulación y la adaptación clínica. El análisis de estos factores permite identificar las posibles causas de los defectos del producto y definir las acciones correctivas necesarias para garantizar la calidad del producto (Emami et al., 2012).

Modelización del proceso de diseño y fabricación: La modelización del proceso es una herramienta útil para evaluar y analizar diferentes variables en el contexto de una herramienta computacional e incluso predecir su comportamiento (Pistikopoulos et al., 2021).

Evaluación de los riesgos asociados: La evaluación de los riesgos asociados con el producto permite identificar los posibles defectos del producto, lo que permite definir las acciones correctivas necesarias para garantizar la calidad del producto final. Además, esta estrategia permite

identificar los posibles riesgos para la salud del paciente y definir las medidas de prevención necesarias (Tada et al., 2013).

Análisis de los resultados clínicos: El análisis de los resultados clínicos permite evaluar la efectividad del producto y su impacto en la salud del paciente. Esta estrategia consiste en evaluar la adaptación clínica del producto, la funcionalidad y la estética del mismo, así como el nivel de satisfacción del paciente (Pereira et al., 2021).

2.5. Reconstrucción de archivos digitales

La reconstrucción de archivos digitales a partir de escaneo digital 3D y la ingeniería inversa son procesos utilizados para crear modelos digitales precisos de objetos físicos del mundo real. Estas técnicas son comunes en diversas industrias, como la manufactura, el diseño industrial, la medicina y la arqueología, entre otras (Menendez et al., 2021).

Escaneo digital 3D:

El escaneo digital 3D es el proceso de capturar la geometría tridimensional de un objeto mediante el uso de dispositivos de escaneo, como escáneres láser 3D o cámaras de luz estructurada. Estos dispositivos emiten una fuente de luz o patrón estructurado sobre el objeto y miden la distancia y la forma en que la luz se refleja o se distorsiona en la superficie del objeto (Rodríguez et al., 2021).

Hay varios tipos de escaneo 3D, incluyendo:

Escaneo láser: Utiliza un láser para medir la distancia y construir un modelo 3D detallado del objeto.

Escaneo fotogramétrico: Utiliza cámaras para tomar múltiples imágenes del objeto desde diferentes ángulos y luego utiliza algoritmos para calcular la geometría 3D a partir de las diferencias en las imágenes.

Escaneo por luz estructurada: Proyecta patrones de luz sobre el objeto y mide cómo se distorsionan para calcular la forma tridimensional.

Una vez que se ha realizado el escaneo, se obtiene una nube de puntos que representa la superficie del objeto. Esta nube de puntos se procesa posteriormente para crear un modelo de malla poligonal (López Ruiz, 2023).

Ingeniería inversa:

La ingeniería inversa es el proceso de analizar un objeto existente para entender su diseño y funcionalidad. Luego se emplea esa información para recrear un modelo digital o un diseño mejorado del objeto. Se utiliza cuando no se dispone de la documentación o los planos originales del objeto, o cuando se busca mejorar o modificar el diseño existente (Ramos Acosta, 2013).

Las técnicas comunes de ingeniería inversa incluyen:

Conversión de nube de puntos a malla: A partir de la nube de puntos obtenida en el escaneo 3D, se crea una malla poligonal que representa la forma del objeto. Esto implica conectar los puntos cercanos para formar triángulos y definir la superficie (Parras et al., 2016) .

Superficie de ajuste: Se utiliza software de ingeniería inversa para ajustar una superficie, como una superficie de revolución o una superficie NURBS, a los datos escaneados para obtener una representación más suave y continua (Gutiérrez Romero, 2021).

Modelado CAD: Con la malla poligonal o la superficie ajustada como referencia, los diseñadores e ingenieros pueden utilizar software de modelado CAD (Computer-Aided Design)

para crear un modelo digital preciso del objeto. En este punto, también se pueden realizar modificaciones o mejoras en el diseño original (López Rey, 2022).

2.6. Manufactura digital

En cuanto a la integración de tecnologías el enfoque se centra en la denominada manufactura digital. La manufactura digital busca que la producción en masa sea transformada por una visión de fabricación a la medida, acorde a las necesidades específicas de los usuarios haciendo uso de las más recientes tecnologías digitales en tiempos más cortos y con la mejor gestión de recursos y ciclo de vida del producto (Paritala et al., 2017).

En la manufactura digital se define y gestiona la información del proceso de fabricación a través de una definición global del producto. Como lo expresa Paritala et al, 2017, pag 1 “Abarca la visualización, la simulación de fabricación, los análisis ergonómicos y de factores humanos, la visión holística del diseño de productos y procesos, y el diseño de productos sensible a las limitaciones y capacidades del proceso”.

A principios de los años 80, la tecnología CAD-CAM fue introducida en el ámbito de la odontología (Koch et al., 2016). Esta implementación tecnológica trajo consigo mejoras en los procedimientos clínicos y de laboratorio. El flujo de trabajo CAD-CAM implica 3 pasos fundamentales: adquisición de datos, procesamiento de datos y el proceso de fabricación como lo indica (Cascón & Revilla-León, 2018). Este flujo de trabajo se genera bajo el concepto de la integración de tecnologías donde la manufactura aditiva está jugando un papel fundamental al tener beneficios sobre la manufactura sustractiva (Srinivasan et al., 2021). Entre los beneficios encontrados están menor tiempo de fabricación, menos desperdicio de material y presumiblemente un menor costo (Alabdullah et al., 2022).

2.6.1. CAD-CAM en odontología

El dibujo asistido por computadora (CAD) inicialmente significaba la creación de dibujos de diseño basados en computadora. Facilitó y ahorró a los ingenieros y diseñadores, varios trabajos que requerían mucho tiempo como: realizar y aplicar plantillas, sombrear, completar encabezados de dibujos y crear varias vistas y modificaciones. Más tarde este término se convirtió en diseño asistido por ordenador. La primera generación de sistemas de modelado definió características de superficies irregulares que ya no podían calcularse a partir de puntos, líneas, ángulos y cuerpos de control con la ayuda de dibujos bidimensionales (2D) (Winzenrieth et al., 2013).

El diseño asistido por computadora (CAD), surgió en las décadas de 1950 y 1960 dentro de la academia y también fue implementado por algunas industrias manufactureras muy grandes que podían permitirse tener un sistema computacional, algo raro en ese momento. A finales de los años 70 con la evolución del hardware, el CAD fue implementado por una gran cantidad de empresas. En ese momento, contaba con la posibilidad de realizar cálculos y diseños complejos, pero fue hacia los años 80 con la llegada de las computadoras personales que su uso se masificó (Payton et al., 2015).

Por otro lado, la historia de CAM, comienza en los años 50, cuando se diseñó la concepción de las máquinas de control numérico “NC”. Este fue un primer impulso para la entrada de la electrónica y luego de la informática en el soporte de la producción. Sin embargo, se permitió un desarrollo más extenso de los sistemas CAM al crear la concepción de máquinas de producción controladas numéricamente por computadora (CNC), que data de 1970. Dado que los sistemas CAM permiten que los datos sobre la geometría del producto, que ha sido creado por el sistema CAD, puedan utilizarse directamente para crear programas NC para máquinas de producción NC

y CNC. Los grandes sistemas que cubren las áreas de diseño asistido por computadora y también después de la fabricación asistida por computadora aparecieron en los años 80; estos sistemas son los denominados CAD/CAM. El área de las computadoras personales (PC) no fue atractiva para los sistemas CAM durante mucho tiempo. Se debió principalmente al hecho, que los sistemas CAD para PC fueron diseñados solo para dibujo 2D en cuanto a su bajo rendimiento de cálculo y procesamiento, estos no disponían de funciones para crear modelos sólidos, de cuya forma es posible derivar programas para máquinas de producción NC y tampoco permitía crear los programas NC de manera efectiva, debido a su pequeño rendimiento de cálculo. A principios de los años 90, los grandes sistemas CAD/CAM soportados en estaciones de trabajo solo estaban disponibles para el área de CAM. El rendimiento gráfico y de cálculo de las máquinas que trabajan bajo Unix se incrementaron mucho más rápidamente en comparación con la PC, principalmente gracias a los productos de Silicon Graphics durante 1990 - 1994. Hasta una evolución poco común en el área de desarrollo de componentes en los años 90, con el ingreso a los procesadores de Intel a la PC (Novak-Marcincin et al., 2013).

Los Sistemas CAD/CAM aplicados al campo de la odontología iniciaron con el trabajo del Dr. Duret en 1971, que fue el primero en desarrollar la odontología asistida por ordenador. El segundo referente en este campo fue el Dr. Mormann, que desarrolló el Sistema CEREC. El Dr. Mormann trató de implantar esta nueva tecnología a nivel de consultorio dental y masificar su uso (Mirea, 2021b). Luego, en 1980 el Dr. Anderson desarrolló el sistema Procera e introdujo el titanio como sustituto del cromo níquel y el oro (Andersson et al., 1996). A lo largo de los años 90 y 2000 la técnica se perfeccionó con la aparición de los centros de mecanizado de control numérico especializados en cerámicos como el zirconio y la impresión 3D. La aparición del diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación asistida por computadora (CAM), ha revolucionado la

odontología de restauración en las últimas tres décadas. Un gran número de materiales dentales se han desarrollado a partir del CAD-CAM con la capacidad de emular cada vez mejor, la fuerza y la resistencia de materiales dentales naturales (Steinmassl et al., 2018).

2.6.2. CAE en odontología

La Ingeniería Asistida por Computadora, también conocida como Computer Aided Engineering, es una herramienta que ayuda a los equipos de diseño en el desarrollo y perfeccionamiento de productos. Con ayuda de una computadora, los profesionales pueden realizar diferentes análisis como: análisis estáticos, dinámicos, de fluidos, térmicos, electromagnéticos y acústicos entre otros, que proporcionan diferentes beneficios como la reducción del tiempo en la elaboración de proyectos, aumento de la productividad, facilidad en la detección de fallas y ayuda en la identificación de soluciones (Castellino, 2005).

El desarrollo y la aplicación de estas tecnologías y sistemas en el campo de la odontología ha allanado el camino para la introducción de grandes avances, especialmente en lo que concierne a la fabricación y la calidad de restauraciones dentales, así como la implantología (Solaberrieta et al., 2015). En la actualidad los softwares dentales de CAD tienen integradas aplicaciones para CAE y CAM (Ishida et al., 2022).

2.6.3. Manufactura aditiva

Desde hace más de 30 años la manufactura sustractiva ha tenido gran relevancia en el campo de la odontología. En la actualidad, se ha diversificado el uso de centros de mecanizado en muchos laboratorios dentales a nivel nacional, incluso en el área metropolitana de Bucaramanga. Sin embargo, desde hace más de 20 años la manufactura aditiva ha empezado a generar interés por

sus múltiples ventajas sobre la manufactura sustractiva a pesar de sus limitantes, como por ejemplo la necesidad de un postproceso para poder terminar la pieza después de la impresión (Montoya Vargas & Jimenez Restrepo, 2021a).

Según un informe reciente de The Business Research Company, el mercado global de servicios dentales alcanzó un valor de casi \$ 436,2 mil millones en 2018, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 7,4% desde 2014. Se espera que el sector crezca a un CAGR de 9.6% a casi \$ 629.3 mil millones para 2022. Los servicios específicos de fabricación aditiva (AM) dental representarán un porcentaje muy pequeño, sin embargo, se espera que continúe creciendo significativamente durante los próximos 5 años (Levitis et al., 2021).

2.7. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial podría utilizarse en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales para mejorar la precisión y la eficiencia del proceso. Por ejemplo, se podría utilizar un modelo de aprendizaje automático para analizar los datos de los pacientes y las prótesis anteriores para mejorar la personalización y la adaptación a la boca del paciente (Schwendicke et al., 2020).

También se podría utilizar la inteligencia artificial para optimizar la fabricación, por ejemplo, utilizando algoritmos para reducir los tiempos de producción y minimizar los costos. Además, la inteligencia artificial podría utilizarse para monitorear y mejorar la calidad del producto final, detectando posibles defectos en la prótesis antes de que sean entregados al paciente (Khanagar et al., 2021).

La integración de la inteligencia artificial en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales podría mejorar significativamente la calidad y la eficiencia del proceso, ofreciendo así una mejor experiencia para el paciente (Khanna & Dhaimade, 2017).

En el caso de la integración de la impresión 3D en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales podría ser mejorada mediante el uso de inteligencia artificial. La impresión 3D ya ha demostrado su capacidad para crear prótesis personalizadas y precisas, y la inteligencia artificial podría ayudar a analizar los datos de pacientes de manera más eficiente y precisa. Por ejemplo, se podría utilizar el aprendizaje automático para analizar patrones de uso y preferencias del paciente, de manera que se pueda diseñar y fabricar prótesis que se adapten mejor a sus necesidades y preferencias (Deshmukh, 2018).

La inteligencia artificial también podría ayudar a detectar posibles defectos en la prótesis antes de que sean fabricadas y corregirlos automáticamente, lo que podría mejorar la calidad y reducir los costos y los tiempos de producción (Ahmed et al., 2021).

2.8. Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación desempeñan un papel fundamental en diversos ámbitos de la informática, proporcionando la estructura y la sintaxis necesarias para que los programadores comuniquen instrucciones a las computadoras. Estas herramientas, como Java, Python o C++, actúan como intermediarios cruciales en la creación de software y soluciones tecnológicas. Al permitir a los desarrolladores expresar sus conceptos de manera lógica y coherente, los lenguajes de programación facilitan la traducción de ideas humanas en un formato comprensible para las máquinas. Su versatilidad y diversidad han llevado al desarrollo de aplicaciones, sistemas y tecnologías innovadoras que son esenciales en la sociedad moderna (Tejera-Martínez et al., 2020).

Entre todos los lenguajes de programación, Python es utilizado en diversos campos, incluido el ámbito de la simulación y modelado. Para simular el modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales, Python ofrece varias ventajas como la legibilidad del código y la facilidad de uso (Ozgur et al., 2017).

Python fue creado por Guido van Rossum en la década de 1990 y ha experimentado un crecimiento significativo en popularidad debido a su gran cantidad de bibliotecas especializadas (Lutz, 2013).

Programar en Python para simular el modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales presenta otras ventajas. En primer lugar, Python es un lenguaje interpretado, lo que significa que permite un desarrollo rápido y una depuración más sencilla. Además, su sintaxis clara y legible facilita la comprensión y mantenimiento del código a largo plazo (Challenger-Pérez et al., 2014).

Otra ventaja de Python es su amplio ecosistema de bibliotecas, como NumPy, Pandas y Matplotlib, que proporcionan herramientas poderosas para el análisis de datos y la visualización. Estas bibliotecas facilitan la manipulación y procesamiento de datos necesarios en la evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales (Aziz et al., 2021).

Además, Python es multiplataforma, lo que significa que los programas escritos en Python pueden ejecutarse en diferentes sistemas operativos, lo que aumenta la flexibilidad y la portabilidad. En un entorno de simulación, es esencial garantizar la consistencia y compatibilidad en diferentes configuraciones de hardware y software.

La comunidad activa de desarrolladores de Python también es una ventaja significativa. Existen numerosos recursos en línea, tutoriales y foros de discusión que pueden ayudar a los

programadores a resolver problemas y ampliar su conocimiento en simulación y modelado (Hao & Ho, 2019).

Además de Python, existen diversas alternativas en el panorama de programación. JavaScript se destaca en el desarrollo web, Java es versátil y utilizado en aplicaciones empresariales y móviles, C# es popular en desarrollo con .NET y Unity, C++ es conocido por su eficiencia en sistemas y juegos, Ruby destaca en simplicidad para desarrollo web, y Go (Golang) es eficiente y diseñado para sistemas distribuidos. La elección depende de factores como la finalidad del proyecto, eficiencia y preferencias del programador, donde Python se distingue por su sintaxis clara y versatilidad (Merino & Chacón, 2017).

2.9. Normatividad sobre prótesis dentales removibles

El diseño del modelo de integración de tecnologías sobre la elaboración de prótesis dentales removibles debe cumplir con los siguientes estándares con el fin de garantizar la idoneidad de los procesos y materiales. A continuación, se observa en la Tabla 1 el resumen de normas nacionales e internacionales referentes al tema:

Tabla 1

Normatividad nacional e internacional

Normas Internacionales	Normas Nacionales
<p>ISO/ASTM 52910: 2020 Fabricación aditiva. Diseño. Requisitos, directrices y recomendaciones.</p>	<p>Resolución 214 de 2022 NTC 5963:2012 Materiales odontológicos. ceras para colado y para bases</p>
<p>ISO/TC 261 Manufactura aditiva</p>	<p>NTC 4549:1998 Odontología. productos metal-cerámicos para restauraciones dentales.</p>
<p>ASTM F42 Manufactura aditiva</p>	<p>NTC 5810:2010 Odontología. dientes artificiales para prótesis dentales</p>
<p>ISO 22112:2017 especifica la clasificación, los requisitos y los métodos de prueba para los dientes artificiales, como los dientes de cerámica y los dientes de polímero, que se fabrican industrialmente para su uso en prótesis dentales.</p>	<p>NTC 2055:1985 Odontología. materiales para duplicación de modelos dentales.</p>
<p>ISO 483 Plásticos. Recintos pequeños para el acondicionamiento y ensayo empleando disoluciones acuosas para mantener constante la humedad relativa.</p>	<p>NTC 1521:2002 Materiales odontológicos. pastas para impresiones dentales -tipo oxido de zinc.</p>
<p>ISO 1942 Odontología. Vocabulario.</p>	
<p>ISO 3950 Odontología. Sistemas de designación de los dientes y áreas de la cavidad bucal.</p>	

Normas Internacionales	Normas Nacionales
<p>ISO/ASTM 52910: 2020 Fabricación aditiva. Diseño. Requisitos, directrices y recomendaciones.</p>	<p>Resolución 214 de 2022 NTC 5963:2012 Materiales odontológicos. ceras para colado y para bases</p>
<p>ISO/TC 261 Manufactura aditiva</p>	<p>NTC 4549:1998 Odontología. productos metal-cerámicos para restauraciones dentales.</p>
<p>ASTM F42 Manufactura aditiva</p>	<p>NTC 5810:2010 Odontología. dientes artificiales para prótesis dentales</p>
<p>ISO 22112:2017 especifica la clasificación, los requisitos y los métodos de prueba para los dientes artificiales, como los dientes de cerámica y los dientes de polímero, que se fabrican industrialmente para su uso en prótesis dentales.</p>	<p>NTC 2055:1985 Odontología. materiales para duplicación de modelos dentales.</p>
<p>ISO 6344-1, Coated abrasives. Grain size analysis. Part 1: Grain size distribution test.</p>	<p>NTC 5810:2010 Odontología. dientes artificiales para prótesis dentales</p>
<p>ISO 6873:2013 Odontología. Productos a base de yeso.</p>	<p>NTC 2055:1985 Odontología. materiales para duplicación de modelos dentales.</p>
<p>ISO 7491:2000 Materiales dentales. Determinación de la estabilidad de color.</p>	
<p>ISO 20795-1 Odontología. Polímeros de base. Parte 1: Polímeros para base de prótesis dentales.</p>	

Nota. Se observa un número considerable de normas relacionadas con el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

2.10. Datos epidemiológicos

El edentulismo en Colombia debe ser considerado un problema de salud pública debido a su alta prevalencia y su repercusión en la calidad de vida de la población. La prevalencia para Colombia en los últimos estudios es de 12,27 % por cada 100.000 habitantes, es decir, en un país con 50 millones de habitantes los edéntulos parciales se aproximan a 6.135.000 personas (Rivera González et al., 2020a). Dentro de los factores asociados se encontró bajo nivel socioeconómico, bajo nivel educativo, escaso tiempo dedicado al cuidado de la boca, baja frecuencia de consulta odontológica, motivo de consulta resolutivo o urgencia, tabaquismo y consumo de alcohol, algunos antecedentes médicos; sin embargo, por el bajo número de estudios realizados en esta área no se pudieron realizar comparaciones (Rivera González et al., 2020b). En el área metropolitana de Bucaramanga se han desarrollado estudios de la influencia del gradiente social en el edentulismo (Almarío Barrera, 2020.), sin embargo, faltan más estudios relacionados con esta temática específica.

2.11. Prótesis dentales removibles y fijas

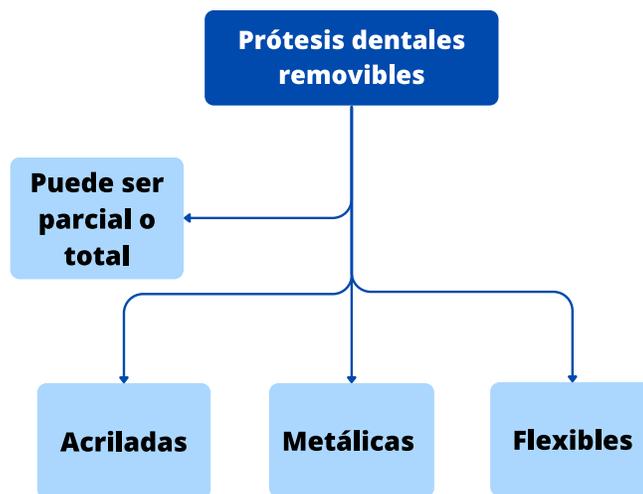
Las prótesis fijas van insertadas o ubicadas de tal forma que no hay que retirarlas de la boca para limpiarlas. Están sujetas a la mandíbula o maxilar por medio de implantes o cementadas a los dientes naturales que hay en la boca con un núcleo metálico o un poste de fibra de vidrio, a los que hay que realizar generalmente algún tipo de tratamiento o tallado. Estas prótesis fijas no requieren de un mantenimiento particular y se limpian de modo similar al resto de los dientes (Rosenstiel et al., 2016)

Las prótesis removibles se utilizan de forma permanente o provisional, según las condiciones médicas y socio económicas del paciente. Estas prótesis removibles, que pueden ser

parciales o totales, van sujetas dentro de la boca mediante retenedores o ‘ganchos’ a otros dientes. Cuando no hay dientes a los que ‘agarrarse’, se utilizan adhesivos. Requieren de un mantenimiento frecuente por parte de los técnicos de la clínica dental, controles periódicos en los que se tratará la limpieza de las prótesis y otro tipo de operaciones destinadas a evitar que se desajusten y dañen la mucosa o los dientes naturales en los que se apoyan y que aún quedan en la boca (de Almeida et al., 2007). El enfoque de este estudio estará centrado en las prótesis removibles parciales. En la Figura 2 se observa la clasificación de las prótesis dentales.

Figura 2

Clasificación de prótesis dentales



Nota. adaptado de (Grahovac & de Educación, 2016)

2.11.1. Mercado de las prótesis removibles en el área metropolitana de Bucaramanga

La mayor parte del mercado de las prótesis dentales en Colombia está relacionado con los laboratorios dentales, los cuales en su gran mayoría trabajan desde la informalidad y no cuentan

con registros mercantiles (Villamizar Cote, 2014). El panorama es el mismo para el área metropolitana de Bucaramanga. Los laboratorios dentales en su gran mayoría trabajan de manera artesanal y solo pocos han integrado la tecnología CAD-CAM, aunque enfocados solamente a la manufactura sustractiva de zirconio para prótesis dentales fijas o implantes dentales. Sin embargo, en el mundo, las casas fabricantes de sistemas de CAD-CAM para prótesis removibles, que están a la vanguardia son Avadent y Dentca, las cuales cuentan con patentes en EE.UU y tienen proyecciones de expandirse a otros países (Cuervo, 2018).

3. Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de impulsar la innovación en el proceso de diseño, en un entorno en constante cambio y demandas crecientes. En la actualidad, la innovación se ha convertido en un motor clave para el desarrollo y la competitividad en diversas industrias y disciplinas. El diseño, como campo fundamental en la creación de productos y servicios, no es la excepción (Monguet & Navarro, 2015).

El proceso de diseño tradicional de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales, enfrenta desafíos en términos de eficiencia, calidad y adaptabilidad a las demandas cambiantes de los usuarios y el mercado. En este sentido, es imperativo buscar enfoques innovadores que permitan superar estos desafíos y generar soluciones efectivas y satisfactorias (Giraldo Caicedo et al., 2021).

La innovación en el proceso de diseño implica la aplicación de nuevas ideas, métodos y tecnologías para mejorar la forma en que se conciben, desarrollan y entregan los productos y

servicios. Esto implica un cambio de paradigma, donde se busca ir más allá de la optimización y explorar nuevas oportunidades de mejora.

La adopción de enfoques innovadores puede generar beneficios. En primer lugar, permite la generación de soluciones más creativas y disruptivas, que se destacan en un mercado saturado y altamente competitivo. La innovación fomenta la diferenciación y la capacidad de respuesta a las necesidades cambiantes de los usuarios o pacientes (Dobrzański & Dobrzański, 2020).

Además, la innovación puede impulsar la eficiencia y la calidad, al permitir la optimización de los flujos de trabajo, la reducción de tiempos y costos, y la mejora de los estándares de rendimiento. La aplicación de tecnologías avanzadas, como la realidad virtual, la inteligencia artificial y la fabricación aditiva, puede potenciar aún más el potencial de innovación en el proceso de diseño.

Asimismo, promueve la colaboración multidisciplinaria y la apertura a nuevas perspectivas y enfoques. Además, la integración de conocimientos y experiencias diversas, fomentan la generación de soluciones efectivas.

Los factores de diseño de las prótesis dentales removibles parciales como la estética, la estabilidad, el soporte y la retención están relacionados con indicadores como la calidad, el tiempo de entrega y el costo de las prótesis. Determinar las falencias o necesidades operativas del proceso, además de las oportunidades de mejora mediante la integración de nuevas tecnologías constituye una necesidad a satisfacer para la obtención de beneficios de los pacientes, odontólogos, laboratorios dentales y todos los actores del proceso (Srinivasan et al., 2021).

En la actualidad tanto los consultorios odontológicos como los laboratorios dentales deben cumplir con estándares mínimos de calidad exigidos por el estado. Dentro de esos estándares se encuentra la resolución 3100 de 2019 exclusiva de prestadores de salud, la resolución 2113 de

2021 y la 214 de 2022 para laboratorios dentales. Por tal motivo, evaluar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales es fundamental para afianzar el proceso de estandarización y consolidar pautas de mejora continua.

Las prótesis dentales removibles parciales son una alternativa viable cuando las personas por problemas médicos o económicos no pueden acceder a una prótesis fija (Arellano-Valeria et al., 2014). Evaluar la eficacia y la eficiencia del proceso, contribuye a la aplicación de posibles mejoras que redunden en la disminución de los costos de producción y un aumento de la cobertura, por lo tanto, es posible desde la perspectiva del diseño social, mejorar la calidad del proceso para impactar positivamente la calidad de vida de las personas (Bastidas & Martínez, 2016)

Por otro lado, el análisis operacional de eficacia y eficiencia MOE-MOP es una metodología ideada y utilizada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con resultados exitosos (Kossiakoff, 2011). Hoy día, está siendo aplicada en industrias como la farmacéutica, la médica, las comunicaciones, la petrolera y la manufacturera entre otras. Poder determinar las falencias operacionales y detectar las oportunidades de mejora, incluyendo la integración tecnológica en un solo proceso iterativo es un aporte significativo para la investigación académica en el área del diseño (Chowhan et al., 2022b).

4. Pregunta de investigación en diseño

¿Cómo aplicar el análisis operacional de eficacia y eficiencia MOE-MOP al proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales en el área metropolitana de Bucaramanga?

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Definir un modelo de evaluación para el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales por medio de la metodología de análisis operacional de eficiencia y eficacia MOE-MOP, caso de estudio específico aplicable a laboratorios dentales y consultorios odontológicos en el área metropolitana de Bucaramanga.

5.2. Objetivos Específicos

- Identificar las deficiencias operativas u oportunidades tecnológicas del proceso tradicional de diseño y manufactura de prótesis dentales removibles en el área metropolitana de Bucaramanga por medio de un análisis de requerimientos.
- Proponer el modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles por medio de un análisis de requerimientos funcionales, técnicos y de manufactura.
- Validar los resultados de la integración tecnológica por medio de un caso de estudio específico para una falencia operativa previamente definida.

6. Metodología del trabajo

La investigación propuesta se enmarca dentro de un enfoque mixto, ya que combina elementos cuantitativos y cualitativos para abordar el problema planteado. Se busca aplicar la

metodología de análisis operacional de eficiencia y eficacia MOE-MOP al proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales en el área metropolitana de Bucaramanga, con el objetivo de definir un modelo de evaluación que permita identificar deficiencias operativas y oportunidades tecnológicas en dicho proceso.

6.1. Design Thinking

La aplicación de la metodología del Design Thinking en el proceso de evaluación del diseño y fabricación de prótesis removibles dentales, junto con el análisis operacional MOE (Medidas de Eficacia Operacional) y MOP (Medidas de Rendimiento Operacional), presentó una sinergia poderosa para la innovación centrada en el usuario. Design Thinking, con su enfoque humano y orientado a la empatía, permitió comprender las necesidades y experiencias de los usuarios finales, como los pacientes y los profesionales de la salud oral. Integrar esta metodología con el análisis operacional MOE y MOP proporcionó una base sólida para evaluar no solo la eficacia del proceso, sino también el rendimiento en términos de satisfacción del usuario y calidad del producto final. La colaboración multidisciplinaria inherente al Design Thinking facilitó la identificación de puntos de mejora desde diversas perspectivas, lo que, combinado con las mediciones operacionales, permitió un enfoque integral del diseño y la fabricación de prótesis removibles dentales.

La parte cualitativa de la investigación se basó en el análisis de requerimientos funcionales, técnicos y de manufactura. Aquí se recopilaron datos cualitativos a través de entrevistas, observaciones y análisis de documentos relacionados con el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles. Estos datos cualitativos brindaron una comprensión más profunda de los desafíos y las necesidades específicas de los laboratorios dentales y consultorios odontológicos

en el área metropolitana de Bucaramanga en pro de la construcción del modelo de evaluación basado en los objetivos operacionales y los componentes del sistema.

Por otro lado, la parte cuantitativa de la investigación se centró en el análisis de los casos de estudio, donde se seleccionó una muestra de 3 pacientes teniendo en cuenta los requisitos bioéticos, técnicos y económicos del estudio. Este análisis comparativo consistió en determinar la calidad dimensional de los modelos dentales en yeso obtenidos por el método tradicional comparado con los modelos obtenidos mediante el proceso digital de impresión 3D. La información obtenida de esta comparación permitió simular un proceso de integración tecnológica mediante un programa en Python donde se desarrolló el modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de PDRP, facilitando el paralelo operacional entre el modelo tradicional y el modelo con integración de tecnología digital.

Con base en los datos recopilados tanto cuantitativa como cualitativamente, se propuso y validó un modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de PDRP. Este modelo integra los aspectos técnicos, funcionales y de manufactura necesarios para lograr una mayor eficacia y eficiencia en el proceso. Además, se llevó a cabo tres casos de estudio para validar los resultados de la integración tecnológica, centrándose en una falencia operativa previamente identificada.

En cuanto a la proposición, esta se formuló de la siguiente manera: "Al desarrollar y aplicar un modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de PDRP, por medio del análisis operacional MOE & MOP, es posible identificar deficiencias operativas y oportunidades de mejora tecnológica, que impulsen su optimización".

Cada elemento cualitativo y cuantitativo de la investigación esta soportado en una fase del Design Thinking como se observa en la Figura 3.

Figura 3

Descripción de la metodología basada en el Design Thinking



Nota. La descripción de cada fase incluye las actividades y las herramientas de trabajo usadas.

6.2. Consideraciones éticas

6.2.1. Principios éticos

Este proyecto involucra de manera directa o indirecta a los seres humanos, por ello, se describe la forma como se garantizarán los principios éticos básicos de: Beneficencia, No Maleficencia, Justicia y Respeto.

Beneficencia: En este proyecto se respetaron las decisiones de los sujetos de investigación y se toman medidas para protegerlos de daños. El riesgo del proyecto de investigación es mínimo. Ninguno de los procedimientos de toma de datos tuvo riesgo de generar daños en los sujetos, quienes son pacientes de 3 consultorios odontológicos. Los modelos dentales físicos o digitales (dicom, stl) de una muestra a conveniencia de pacientes, fueron suministrados por los consultorios odontológicos habilitados, previa firma del consentimiento informado. La toma de modelos no hizo parte de la investigación pues son parte de la información de proceso del paciente en cada consultorio odontológico.

Respeto a las personas: El respeto a las personas incorpora cuando menos dos convicciones éticas: primero, que los individuos fueron tratados como agentes autónomos y segundo, que las personas con autonomía disminuida tienen derecho a ser protegidas. Para garantizar esto en este estudio, se especificó al paciente la libertad que tiene de participar o no del mismo, así como también explicar de manera verbal y escrita todas las consideraciones, alcance y propósito del proyecto. Por otro lado, en este proyecto no se tuvo en cuenta personas con autonomía disminuida o en condición de vulnerabilidad.

Justicia: Una injusticia ocurre cuando un beneficio al que una persona tiene derecho se niega sin razón válida o cuando se impone una responsabilidad indebidamente. Otra manera de interpretar el principio de justicia es que los iguales deben tratarse con igualdad. En este estudio

se garantizó el principio de la justicia, todos los sujetos tendrán los mismos beneficios y responsabilidades. De la misma manera la información fue anonimizada para todos. Ninguno tuvo un trato preferencial o excluyente.

6.2.2. Tratamiento de datos personales

La información fue condensada en carpetas con rótulos que permitieron su trazabilidad y almacenamiento en archivos físicos. Luego fue digitalizada y guardada en el PC- HP- All in One Mod 22-dd0010Ia- S/N 8CC11506MP, en la unidad de estado sólido, en la partición C, carpeta mediciones. La entrada al PC fue cifrada y solo el investigador tuvo la contraseña. La información fue en todo momento fue anonimizada y no incluyó la toma de datos sensibles. Todo el manejo de información y datos estuvo sujeto de la ley 1581 de 2012.

6.2.3. Clasificación del riesgo de investigación

El riesgo de investigación según el artículo 11 de la resolución 008430 de 1993 es riesgo mínimo. Aunque la interacción con los sujetos de investigación se supedita a la realización de encuestas y observación de campo (sin riesgo), no obstante, la toma de modelos físico o digitales de la boca de los pacientes, aunque fueron suministrados por los consultorios odontológicos se clasifican dentro de riesgo mínimo según la resolución en mención.

6.2.4. Normatividad en ética

A nivel nacional existe la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, como referente para este tipo de investigaciones. No obstante, tanto el investigador principal como el director de este estudio han realizado a satisfacción el curso del Instituto Nacional de Salud de

Estados Unidos (NIH por su sigla en inglés), llamado protección de los sujetos humanos en la investigación.

6.2.5. Procedimientos específicos para abordar a los participantes

Para garantizar la autonomía de las personas que participaron de este estudio se explicó de manera oral y escrita a través del consentimiento informado el derecho que tiene de participar o no libremente en el estudio, así como también de solicitar en cualquier momento si así lo requiere el consentimiento informado firmado. También es importante informar que ninguna persona vulnerable participó de este estudio.

6.2.6. Riesgo del proyecto para los participantes.

El riesgo de esta investigación fue sin riesgo alguno. Solo relacionado con aspectos cotidianos de la clínica odontológica y la realización de entrevistas y observación de campo. No se tuvo ningún tipo de interacción directa con los pacientes, se hizo solicitud a los consultorios de información relacionada con los pacientes participantes en cuanto tomografías, radiografías, archivos stl y/o modelos en yeso.

6.2.7. Aval comité de ética CEINCI

Este proyecto contó con el aval del comité de ética de la UIS. El Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI) en reunión celebrada bajo la modalidad presencial remota el día 10 de febrero de 2023, según consta en el Acta N° 01 evaluó los ajustes realizados al proyecto del asunto y al respecto conceptuó que, en consideración

a que el proyecto cumplió con todos los requerimientos del CEINCI-UIS, acordó por consenso, APROBAR la propuesta y el consentimiento informado de acuerdo con la versión presentada.

7. Desarrollo de la fase de empatía

La empatía, como punto crucial e inicial, destacó la importancia de comprender las necesidades y experiencias de los usuarios involucrados en el proceso. Paralelamente, la definición meticulosa de métricas MOE (Mediciones del Rendimiento Operacional) y MOP (Mediciones del Rendimiento del Proceso) proporcionó un enfoque cuantitativo y cualitativo para evaluar la eficacia y eficiencia del proceso. La definición de roles estableció la responsabilidad y la colaboración dentro del equipo, mientras que el listado de oportunidades y mejora sentó las bases para la identificación y aplicación de innovaciones. El análisis funcional profundizó en la comprensión de las operaciones, mientras que la definición detallada de métricas MOE y MOP, junto con sus características, culminó en una estructura metodológica completa para la mejora continua y la optimización de procesos.

7.1. Descripción del proceso

La descripción del proceso proporciona información detallada sobre cómo se realizan las actividades y cómo se relacionan entre sí, lo que permite identificar oportunidades de mejora y aumentar la eficiencia, la efectividad y la calidad de los procesos (Timofeev et al., 2021).

Antes de proceder a la realización de las actividades se recopiló y analizó la información proveniente del trabajo de campo, la observación, las entrevistas y la literatura con el fin de establecer patrones e información relevante para la investigación.

Para recopilar la información de los odontólogos generales, rehabilitadores orales y laboratoristas dentales, se procedió de la siguiente manera:

Identificación de los profesionales: Se contactó a odontólogos generales, rehabilitadores orales y laboratoristas dentales, para solicitar su colaboración en la investigación.

Programar las entrevistas: Una vez identificados los profesionales, se estableció una fecha y hora para las entrevistas, considerando la disponibilidad de los participantes.

Realizar las entrevistas: Se realizaron entrevistas individuales o grupales, dependiendo del número de participantes y la disponibilidad de tiempo. Algunas entrevistas se grabaron para su posterior transcripción y análisis. Este trabajo fue realizado teniendo en cuenta la socialización y firma del consentimiento informado.

Transcribir las entrevistas: Las grabaciones de las entrevistas se transcribieron utilizando un software de transcripción automática de Cloud Google.

Análisis de la información: La información obtenida de las entrevistas se analizó utilizando un software de análisis de datos cualitativos “Atlas.ti”. Este software permitió la organización y análisis de la información textual, identificando patrones y tendencias en los datos.

Otro aspecto fundamental en la recopilación de la información fue el trabajo de campo, el cual se realizó de la siguiente manera:

Definir los objetivos del trabajo de campo: Se definieron los objetivos del trabajo de campo, es decir, lo que se esperaba lograr con esta actividad. Los objetivos fueron los siguientes: recopilación de datos primarios, verificación y validación de datos, observación y descripción, identificación de patrones y tendencias, contextualización de los datos, obtención de información cualitativa.

Seleccionar el lugar: Se seleccionaron 3 clínicas dentales, de las cuales en 2 solo fue posible establecer charlas con los profesionales debido al trabajo itinerante de los mismos. El trabajo fue enriquecido con otros profesionales de la salud por medio de charlas y paneles de expertos.

Recopilar la información: Se utilizaron diferentes técnicas para recopilar información durante el trabajo de campo, como la observación directa, la toma de fotografías, la grabación de audios, entre otras.

Organizar la información: La información fue recopilada durante el trabajo de campo y se organizó utilizando “Atlas.ti”, software de análisis cualitativo.

Una vez recopilada toda la información proveniente del trabajo de campo y de las entrevistas, se sistematizó para establecer patrones e información relevante para la investigación.

7.1.1. Definición de roles

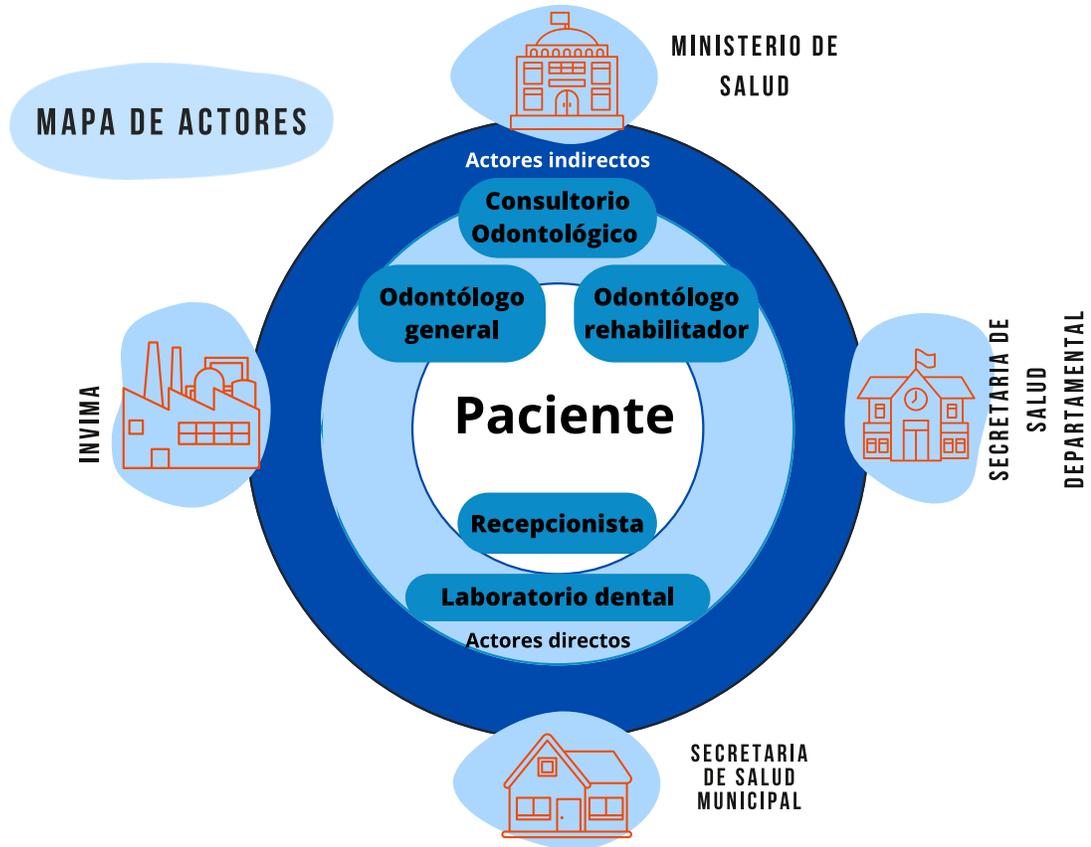
La primera acción para el desarrollo del proyecto investigativo fue el proceso de definición de roles. Esta actividad se realizó a través de la observación de campo y la bitácora de observación. El listado de actores, actividades y su correspondiente codificación se observa en el Apéndice A.

A continuación, en la Figura 4 se realizó un mapa de actores, el cual es una representación visual que identifica y describe a los diferentes individuos, entidades u organizaciones que juegan un papel relevante en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales (Tapella, 2007). Además, Se pueden comprender las relaciones y las interacciones entre los actores involucrados, permitiendo visualizar cómo se conectan y colaboran entre sí.

También se visualiza quiénes son los actores clave. En este caso es notable que los actores principales son los odontólogos general y rehabilitador y el laboratorista dental.

Figura 4

Mapa de actores



Nota. Elaboración propia

Usuarios Arquetipos

El término "usuario arquetipo" se refiere a un modelo o representación ficticia de un grupo específico de usuarios con características y comportamientos comunes. También se le conoce como "persona" en algunos contextos (Cañas et al., 2020).

Cuando se desarrollan productos, servicios o sistemas, es esencial comprender las necesidades y expectativas de los usuarios para crear una experiencia óptima. Aquí es donde entran en juego los usuarios arquetipos o personas. Para el caso del presente proyecto, estas representaciones se basaron en datos reales recopilados a través de observaciones en campo y entrevistas, como se observa en el apéndice F.

El proceso de creación de usuarios arquetipos implicó identificar patrones comunes entre diferentes usuarios y agruparlos en perfiles ficticios que representen esos grupos específicos. Cada usuario arquetipo se describe mediante características demográficas, comportamientos, necesidades, objetivos y desafíos. Estos perfiles ayudan a comprender mejor a los usuarios y a tomar decisiones informadas durante el proceso de diseño y desarrollo (Rivera, 2020). En el Apéndice B se observan los arquetipos de los principales roles encontrados en el trabajo del mapeo de roles.

7.1.2. Listado de oportunidades de mejora

Una vez definidas las partes interesadas, se procedió a la realización del listado de oportunidades de mejora. La identificación de las partes interesadas y la evaluación de sus roles en un proceso es una herramienta fundamental para lograr mejoras en el mismo (Riofrío et al., 2023). La tabla de roles y oportunidades, describe los diferentes roles de las partes interesadas, y cómo cada uno de ellos puede contribuir al éxito del proceso. También se identificaron oportunidades de mejora para el proceso, basadas en la evaluación de las partes interesadas y en el análisis de las prácticas actuales. La elaboración de esta tabla se realizó mediante técnicas de investigación y análisis, como entrevistas, encuestas y revisión de documentación relacionada con el proceso. Además, se aplicaron técnicas de análisis de datos, como la matriz de impacto y la

matriz de priorización, para identificar las oportunidades de mejora más importantes y priorizar las acciones a tomar. Con esta información, se pudieron implementar cambios significativos en el proceso que permitieron visualizar el aumento en la satisfacción de las partes interesadas y mejorar la eficiencia y eficacia del mismo.

Para elaborar la matriz de impacto (Osorio et al., 2017) y la matriz de impacto cruzado para este listado de oportunidades, primero se identificó cada actor o parte interesada, sus actividades y oportunidades de mejora. Luego, se asignó un valor de impacto para cada actividad u oportunidad de mejora (bajo, medio, alto), en una escala, según su importancia o influencia en el proceso. Para ello, se utilizó el análisis de stakeholders, lo que permitió evaluar la relevancia y poder de influencia de cada actor o parte interesada en el proceso. En el Apéndice C se observan las matrices de impacto e influencia.

Completado el trabajo de las matrices de influencia, relación y la descripción de los roles y actividades, se procedió a realizar la descripción de técnicas y herramientas que los profesionales de la salud y laboratoristas aplican en el proceso. Esta descripción permitió una comprensión de los pasos que se deben seguir en el proceso de diseño y fabricación de estas prótesis, lo que puede ayudar a mejorar la calidad y eficiencia del trabajo realizado.

Para describir estas técnicas y herramientas, es necesario entender los pasos generales que se siguen en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales. En el apéndice D, se condensa esta información de manera detallada.

7.1.3. Análisis comparativo flujo convencional y digital

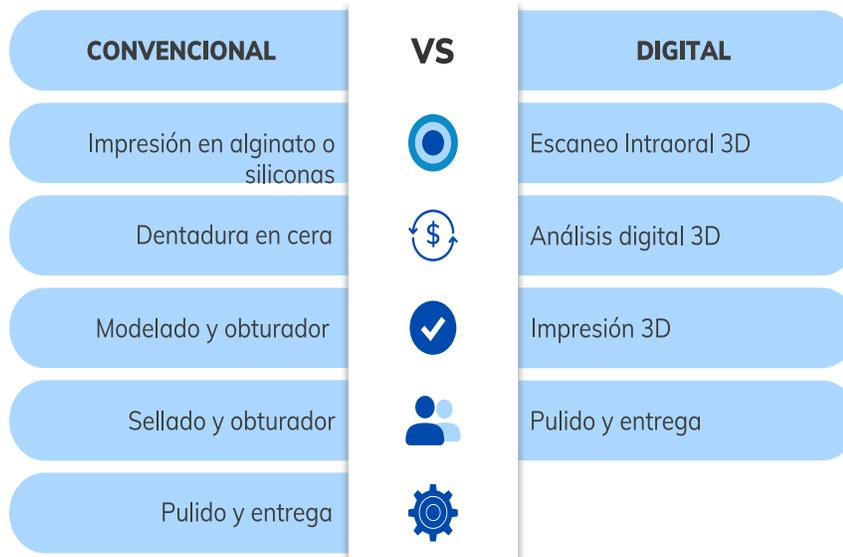
Los flujos de fabricación de prótesis dentales, ya sea convencional o digital, presentan distintas ventajas y desventajas. En el enfoque convencional, el uso de impresiones en alginato o

siliconas y la creación manual en cera brindan una familiaridad arraigada en la odontología tradicional. Sin embargo, este método puede incurrir en mayores tiempos de producción y la posibilidad de imprecisiones durante la fase manual. La ventaja radica en la experiencia táctil del odontólogo en la modelación, permitiendo ajustes precisos. En contraste, el proceso digital, con su escaneo intraoral y fabricación mediante impresión 3D, destaca por su eficiencia y precisión. La rapidez en la obtención de resultados y la capacidad para almacenar modelos digitales son beneficios notables. Sin embargo, la implementación inicial de tecnología puede requerir una inversión significativa, y algunos profesionales pueden enfrentar una curva de aprendizaje. En última instancia, la elección entre los métodos convencionales y digitales dependerá de la preferencia del odontólogo, las necesidades del paciente y la disposición para adoptar tecnologías innovadoras, sopesando las ventajas tradicionales y las eficiencias digitales

En la Figura 5 se observa el proceso digital versus el convencional o tradicional para el diseño y fabricación de PDRP. Lo observado durante las visitas de campo a los laboratorios, concuerda con el análisis de literatura.

Figura 5

Flujo de trabajo método tradicional o convencional vs método digital



Nota. Se observa la comparación del flujo de trabajo convencional vs digital (Takaichi et al., 2022).

7.2. Análisis funcional

Este proceso implicó el estudio detallado de las funciones que la prótesis debe cumplir y la identificación de los requisitos técnicos y funcionales necesarios para lograrlos.

Este análisis contiene los requerimientos funcionales, no funcionales y las restricciones y es la base del desarrollo de los componentes del sistema (Roedler & Jones, 2005). Esta actividad fue realizada por medio de panel de expertos (2 odontólogos, 2 laboratoristas y un ingeniero mecánico). Los resultados del análisis funcional se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2

Requerimientos funcionales

Requerimientos Funcionales	Parámetro	Testeo
La prótesis dental debe ser cómoda y ajustarse correctamente a la boca del paciente(Velásquez Ponce & Gallardo Bastidas, 2018).	Escala de Likert de 0 a 4	Cuestionario del perfil de impacto de salud oral
La prótesis dental debe ser capaz de soportar las fuerzas de masticación sin causar molestias al paciente (Arias Rueda et al., 2015.).	Promedio de 37Kg-f que equivale a 369Nw, con un rango entre 21Kg-f y 52Kg-f.	Gnatodinamómetro
La prótesis dental debe ser fácil de limpiar y mantener.	Nivel de pulido y acabado	Examen visual de superficie
La prótesis dental debe ser lo suficientemente resistente para durar un tiempo razonable antes de necesitar reparaciones o reemplazo	Ciclos de termocicladora (400-500)	Máquina de ensayos universal en el laboratorio de Análisis de Esfuerzos.
La prótesis dental debe ser estéticamente agradable y parecer natural en la boca del paciente (Cruz Soto & González Ríos, 2015).	Escala de satisfacción de 0-5	Encuesta de satisfacción de sato
Requerimientos no Funcionales	Parámetro	Testeo

<p>El proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental debe ser rápido y eficiente para minimizar el tiempo de espera del paciente (Valverde et al., 2015).</p>	<p>Días</p>	<p>Medición mediante sistema de gestión</p>
<p>El proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental debe ser seguro para el paciente, con un mínimo de riesgo de daño o lesión.</p>	<p>Estándares SUH</p>	<p>SUH</p>
<p>Los materiales utilizados en la prótesis dental deben ser seguros y no tóxicos para el paciente.</p>	<p>Cumplimiento de estándares productos biomédicos.</p>	<p>Inspección Invima</p>
<p>El personal que realiza el proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental debe estar debidamente capacitado y tener experiencia en la fabricación de prótesis dentales removibles parciales.</p>	<p>Estándares SUH</p>	<p>SUH</p>
<p>El costo de la prótesis dental y el proceso de diseño y fabricación debe ser razonable y asequible para el paciente.</p>	<p>Pesos colombianos</p>	<p>Evaluación financiera del proyecto</p>
<p>Restricciones</p>	<p>Parámetro</p>	<p>Testeo</p>
<p>Las especificaciones de la prótesis dental deben cumplir con las regulaciones y estándares de calidad aplicables en el país o región en que se va a fabricar y utilizar.</p>	<p>Estándares SUH</p>	<p>SUH</p>
<p>El proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental debe seguir las mejores prácticas y normas de higiene para</p>		

minimizar el riesgo de infecciones o

complicaciones para el paciente

La prótesis dental debe ser compatible con

Eficiencia masticatoria

Escala de Gohai

la estructura dental existente del paciente y

no dañar los dientes naturales (Angélica

Flórez Daza & Nataly Sánchez Martínez

Emelina Toloza Ramírez Director Carlos

Alirio Rueda Ordoñez, 2015).

El proceso de diseño y fabricación de la

Estándares SUH

SUH

prótesis dental debe ser documentado y

registrado adecuadamente para fines de

seguimiento y control de calidad (Bet

Velazco et al., 2022a).

Nota. La estructura de la información fue extraída de la literatura (Hasan et al., 2014). y se desarrolló con base en entrevistas y panel de expertos.

7.3. Definición de las métricas MOE & MOP

La MOE se utiliza para evaluar el éxito general del sistema en términos de sus objetivos, mientras que la MOP se enfoca en evaluar el rendimiento de los componentes individuales del sistema. Ambas medidas son importantes para identificar áreas problemáticas y oportunidades de mejora (Yanyan, 2009).

7.3.1. Definición de métricas MOE

El trabajo que se ha llevado a cabo consiste en la definición y establecimiento de objetivos y métricas de eficacia (MOE) para un sistema específico. Este proceso se inicia con la descripción

del sistema, lo que implica un estudio detallado del mismo para comprender su funcionamiento, sus características y los requisitos que debe cumplir.

Se realizó además un análisis de los requerimientos del sistema, que incluyó la identificación de las necesidades y los requisitos de los usuarios y las partes interesadas. Esto permitió establecer los objetivos del sistema, que son los resultados específicos que se esperan alcanzar al implementar el sistema.

Una vez establecidos los objetivos, se procedió a la definición de las métricas de eficacia (MOE) para cada uno de ellos. Las MOE son medidas cuantitativas que se utilizan para evaluar la eficacia del sistema en términos de los objetivos establecidos (Blasch et al., 2011a).

Por lo tanto, el trabajo realizado implicó la determinación de métricas de eficacia para evaluar el desempeño del sistema. Todo esto fue fundamental para garantizar que el sistema cumpla con los requisitos y las expectativas de los usuarios y las partes interesadas y que tenga un rendimiento óptimo en términos de los objetivos establecidos. A continuación, se describen los objetivos y los MOE:

Objetivo 1: Minimizar el tiempo de entrega de prótesis dentales removibles parciales

MOE 1: Tiempo promedio desde la recepción de requisitos del cliente hasta la entrega de la prótesis dental removible parcial.

MOE 2: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales entregadas dentro del plazo.

Objetivo 2: Garantizar la calidad de las prótesis dentales removibles parciales

MOE 3: Número de prótesis dentales removibles parciales defectuosas por mes.

MOE 4: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos del cliente.

MOE 5: Tiempo promedio para completar el control de verificación de la prótesis dental removible parcial.

Objetivo 3: Maximizar la satisfacción del cliente

MOE 6: Porcentaje de clientes satisfechos con la prótesis dental removible parcial.

MOE 7: Número de quejas o reclamaciones recibidas de los clientes por mes.

MOE 8: Número de prótesis dentales removibles parciales devueltas para su revisión por mes.

Objetivo 4: Minimizar los costos de producción de las prótesis dentales removibles parciales

MOE 9: Costo promedio de producción para cada prótesis dental removible parcial.

MOE 10: Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por mes.

MOE 11: Porcentaje de reducción de costos logrado mediante mejoras en el proceso de producción comparado con el promedio de costos por mes.

Objetivo 5: Maximizar la eficiencia del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales

MOE 12: Tiempo promedio para completar cada etapa del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental removible parcial.

MOE 13: Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por mes.

MOE 14: Porcentaje de reducción de tiempos de producción logrado mediante mejoras en el proceso.

7.3.2. Definición de métricas MOP

Al igual que los MOE, este trabajo se basó en la descripción del sistema y el análisis de requerimientos, partir de este trabajo, fueron inferidos los componentes del sistema para poder establecer las métricas de rendimiento. A continuación, se establecen los componentes del sistema con sus respectivas medidas de rendimiento.

Componente 1: Análisis de la situación:

MOP 1: Número de citas necesarias para completar el análisis de la situación.

MOP 2: Tiempo promedio para completar el análisis de la situación.

MOP 3: Tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos de la prótesis dental removible parcial.

Componente 2: Diseño de la prótesis dental removible parcial:

MOP 4: Tiempo de diseño promedio para cada prótesis dental removible parcial.

MOP 5: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos estéticos y funcionales del paciente.

MOP 6: Tasa de revisión de diseños por parte del cliente.

Componente 3: Fabricación de la prótesis dental removible parcial:

MOP 7: Tiempo de fabricación promedio para cada prótesis dental removible parcial.

MOP 8: Número de prótesis dentales removibles parciales defectuosas.

MOP 9: Costo promedio de producción para cada prótesis dental removible parcial.

Componente 4: Ajuste y ensayo:

MOP 10: Porcentaje de pacientes que reportan una prótesis dental removible parcial cómoda y funcional.

MOP 11: Tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis dental removible parcial.

MOP 12: Número de ajustes necesarios para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada.

Componente 5: Control de calidad:

MOP 13: Número de prótesis dentales removibles parciales que no cumplen con los estándares de calidad.

MOP 14: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos del cliente.

MOP 15: Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis dental removible parcial.

Componente 6: Gestión de proyecto:

MOP 16: Porcentaje de entregas de prótesis dentales removibles parciales dentro del plazo.

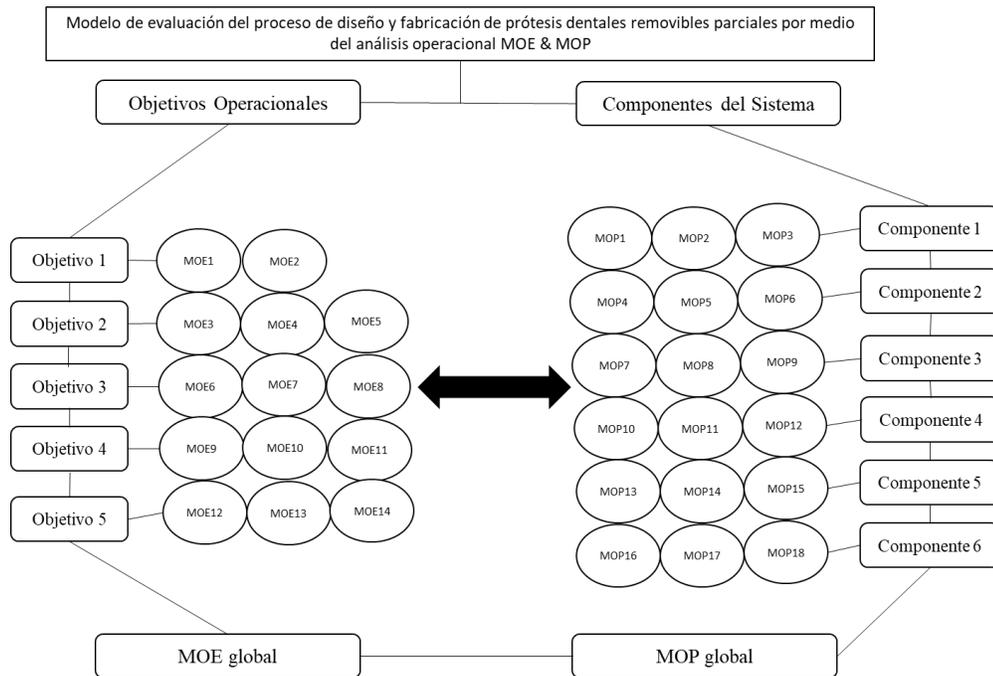
MOP 17: Costo promedio del proyecto en relación con el presupuesto asignado.

MOP 18: Número de tareas pendientes de completar.

En la Figura 6 se observan las relaciones de las métricas en el modelo de evaluación bajo los conceptos del análisis operacional.

Figura 6

Relaciones de métricas bajo el esquema del análisis operacional



Nota. Relaciones de métricas MOE & MOP.

7.3.3. Características MOE & MOP

Los MOE & MOP tienen características como la escala de medición o unidades, herramientas de medición y método de medición. En el **apéndice C**, se describen las características de los MOE & MOP establecidos.

8. Desarrollo de la fase de definición

8.1. Desarrollo del modelo de evaluación

La estrategia permitió hacer relación de un proceso respecto de sus 4 pilares; calidad, velocidad de entrega, confiabilidad de entrega y flexibilidad (Nahmias & Olsen, 2015). En este caso, la evaluación de manera intrínseca estuvo estructurada en estos 4 pilares para su modelado.

8.1.1. Modelado del proceso de evaluación

El modelado se realiza acorde a los componentes del sistema. Este trabajo se basó en un proceso respecto de la estructura de componentes, donde se evidencio la observación del contexto (análisis de situación), acción (diseño, fabricación, ajustes) y decisiones (control de calidad y gestión de proyecto) (Blasch et al., 2011a). Este trabajo se observa en el Apéndice F.

8.1.2. Desarrollo de los posibles escenarios operacionales

En el contexto del diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, algunos posibles escenarios que se podrían considerar para el análisis operacional son el escenario de alta demanda, el de fallas en la cadena de suministro, el de cambios en la regulación o leyes, el de innovación tecnológica, y el de cambios en el mercado.

El enfoque de este proyecto fue el uso de *escenarios de innovación tecnológica*. Al aplicar el análisis operacional MOE & MOP, fue posible identificar las mejores opciones en tecnología para desarrollar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales. Los escenarios de innovación tecnológica permitieron simular diferentes situaciones y determinar cómo las nuevas tecnologías pueden mejorar la calidad de la prótesis, reducir los tiempos de producción y aumentar la satisfacción del cliente. Con la integración de tecnologías como la impresión 3D, el escaneo digital en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales puede

mejorar significativamente, lo que se traduce en beneficios tanto para los pacientes como para los fabricantes.

8.1.3. Definición de la estrategia de evaluación operacional

La siguiente actividad en la definición del modelo de evaluación fue el establecimiento de los pesos de cada MOE y MOP a partir de la relación con la estrategia de evaluación. Este trabajo fue realizado con un panel de expertos de 3 odontólogos y un laboratorista. Este trabajo se visualiza en el apéndice D.

Este trabajo se basó en la analogía del concepto de fusión de la información para el análisis y modelado de procesos, estructurado en el análisis operacional, donde se le asignó cierta importancia o peso a una medida teniendo como criterio un tipo de información cruzada, que en este caso correspondió a la estrategia operativa (Blasch et al., 2011b).

Una vez asignados los pesos, se procedió a establecer la línea de referencia basada en la información extraída del entorno de trabajo, con base en entrevistas e informante clave. Además, se definió la relación de los valores MOE & MOP acorde a la escala de medición. Este trabajo se observa en el Apéndice G. Las variables codificadas se encuentran en el apéndice E.

9. Desarrollo de la fase de ideación

9.1. Casos de estudio

El desarrollo de los tres casos de estudio centrados en la integración de tecnologías para el modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis removibles parciales por medio de análisis operacional MOE y MOP fue necesario para identificar las herramientas y

tecnologías que permitan mejorar la calidad y eficiencia del proceso de diseño y fabricación. Además, este caso de estudio podría ayudar a identificar las mejores prácticas y procesos para la integración de estas tecnologías a través del modelo de evaluación.

Estos casos de estudio basados en tres pacientes con diagnóstico clínico de edentulismo parcial, se centraron en el proceso de elaboración de modelos dentales. Dada la complejidad que requería que el comité de ética avalara el trabajo con pruebas de artefactos biomédicos en pacientes reales, centrarse en el enfoque de modelos dentales mediante la integración de tecnologías digitales proporcionó una alternativa ética y segura para el desarrollo de la investigación. Al utilizar escaneos intraorales y modelos impresos en resina, se evitaron los riesgos potenciales asociados con el uso de materiales invasivos y se garantizó una aproximación responsable en el desarrollo del proceso de evaluación e integración tecnológica. También se consideraron aspectos técnicos para la selección de este enfoque basado en los modelos dentales, porque de estos depende un diagnóstico preciso, la planificación y la evaluación del progreso del tratamiento.

Para la ejecución de este caso de estudio fue necesario:

Identificación de tecnologías y herramientas: Se identificaron las tecnologías y herramientas que podrían integrarse al proceso de diseño y fabricación. Las tecnologías identificadas fueron: fresado CAD/CAM, impresión 3D, escáneres intraorales, inteligencia artificial.

Análisis de la tecnología: Se realizó un análisis detallado de cada tecnología y herramienta identificada para entender su funcionamiento, sus ventajas y limitaciones, así como su potencial impacto en el caso de estudio de este proyecto de investigación. En la siguiente tabla se valora cada tecnología en función de su disponibilidad, viabilidad y costo. En la Tabla 3 se observa el análisis.

Tabla 3

Análisis de tecnología para caso de estudio

Tecnología	Disponibilidad	Costo	Viabilidad
Fresado CAD/CAM	Media	Alto	Baja
Impresión 3D	Media	Medio	Alta
Escáneres Intraorales	Alta	Medio	Alta
Inteligencia Artificial	Media	Alto	Baja

Nota. Se evidencia los mejores resultados para el uso del escáner intraoral y la impresión 3D.

Selección de tecnologías y herramientas: Una vez realizados los análisis de las tecnologías, solo fue posible incorporar al caso de estudio el uso del escáner intraoral y la impresión 3D.

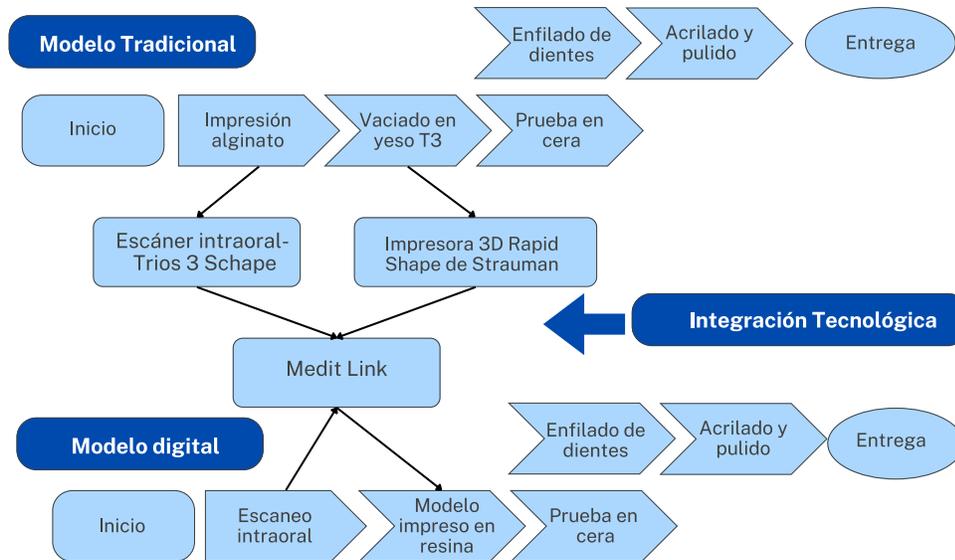
Diseño e implementación: Se diseñó e implementó un plan de integración de las tecnologías y herramientas seleccionadas para el caso de estudio.

Pruebas y validación: Se realizó una prueba para verificar el funcionamiento y la eficacia de la integración de las tecnologías en el modelo de evaluación. Esto incluyó la comparación de los resultados obtenidos antes y después de la integración de las tecnologías.

En la Figura 7 se observa un diagrama de las tecnologías integradas a nivel de hardware y software.

Figura 7

Diagrama de integración



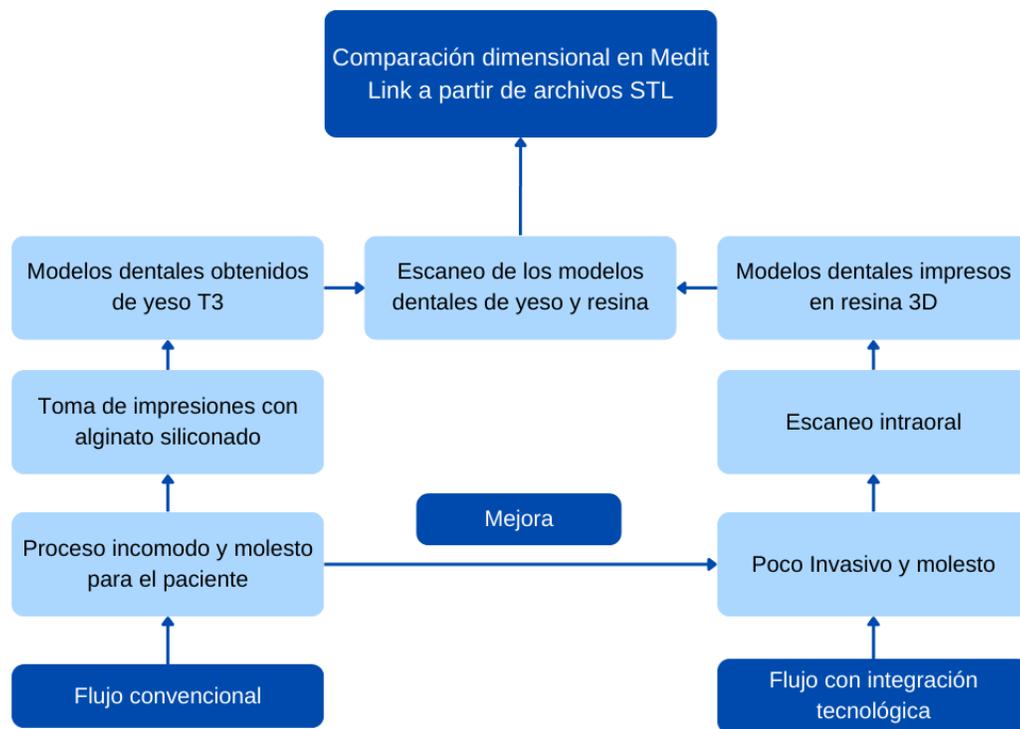
Nota. Elaboración propia.

9.1.1. Definición del caso de estudio

Los casos de estudio seleccionados consistieron en comparar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales utilizando dos enfoques diferentes: el método tradicional que implicaba la toma de impresiones con alginato siliconado y la fabricación de modelos en yeso, y el enfoque innovador que utilizaba escáner intraoral y la fabricación de modelos en impresora 3D. Los casos de estudio analizados fueron 3 bajo la misma definición. En la Figura 8 se observa la comparación de los dos procesos.

Figura 8

Flujo de comparación de modelos



Nota. Elaboración propia

9.1.2. Metodología

Selección de pacientes:

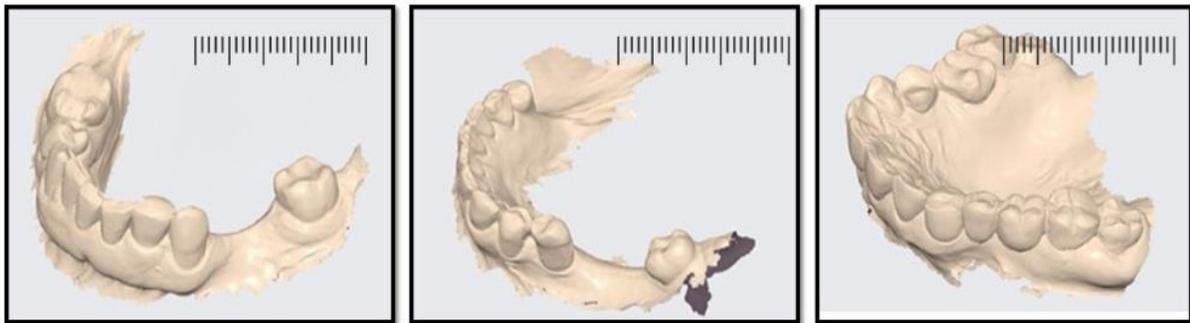
Se seleccionaron tres pacientes adultos que cumplieran con las estipulaciones éticas del estudio. Los pacientes no tenían caries, restauraciones grandes, ni ortodoncia y además eran aptos para la realización de impresiones con alginato siliconado y escaneo intraoral sin ningún tipo de inconveniente médico o de otra naturaleza.

Escaneo de la cavidad oral y obtención de archivos STL:

Se escaneó la cavidad oral de los pacientes con un escáner intraoral (Trios 3, 3Shape A/S, Copenhagen, Dinamarca) Este escáner es uno de los de mejor resolución y mayor rendimiento del mercado. El proceso de escaneo fue realizado por una empresa especializada del área metropolitana de Bucaramanga, Colombia. Los archivos STL resultantes de cada paciente se almacenaron y codificaron acorde a las condiciones éticas establecidas. Se escaneo solo la parte inferior de la cavidad oral a cada paciente, la resolución de escaneo fue inferior a una décima de milímetro. En la Figura 9 se observan los escaneos de las superficies intraorales.

Figura 9

Resultado del escaneo de superficies



Nota. Escaneo de superficies casos de estudio

Impresión en resina 3D:

Los archivos STL de cada paciente se enviaron a un laboratorio de impresión 3D, para imprimir los modelos en la impresora *rapid shape de strauman* con resina *new estetic portux 3D models*. Los parámetros de impresión son los siguientes: grosor de capa 100 micras, temperatura de plataforma 34°C regulada, velocidad de impresión 2mm/s, tiempo de exposición inferior a 50 segundos. En la Figura 10 se puede observar uno de los modelos impresos en resina.

Figura 10*Impresión 3D modelos en resina*

Nota. Se observan los modelos impresos en resina.

Modelos en yeso:

Se tomaron modelos en yeso de los pacientes en un consultorio habilitado en el área metropolitana de Bucaramanga. Para la impresión de la cavidad oral se utilizó alginato siliconado (hydrogum 5, Zhermack, Rovigo, Italia) el cual es un alginato escaneable de alto rendimiento con una reproducción de detalles de 5 μm y 5 días de estabilidad dimensional (Zens et al., 2014).

Una vez obtenida la copia por medio de una cubeta dental, se depositó el yeso tipo 3, previamente preparado (Zens et al., 2014). Las características técnicas del proceso las siguientes: tiempo de manipulación 60 segundos, expansión inferior al 0,1%, relación en masa 1 a 2, tiempo de fraguado total 24 horas. Después de endurecido el yeso se retiró de la cubeta, terminado así el modelo para continuar con el proceso. En la Figura 11 se puede observar uno de los modelos en yeso.

Figura 11*Modelos en yeso*

Nota. Se observan modelos vaciados en yeso odontológico

Escaneo de los modelos en yeso y los modelos en resina 3D:

Los modelos en yeso y los modelos en resina 3D se escanearon en un centro radiológico en la misma ciudad (Bucaramanga, Colombia) utilizando un tomógrafo CONE BEAM (Gaitán-Fonseca et al., 2021) de máxima precisión y alta precisión. Del proceso de escaneo resultaron archivos “stl” para cada caso en particular. El equipo de tomografía es de última generación y produce directamente archivos “stl”.

Comparación de los modelos:

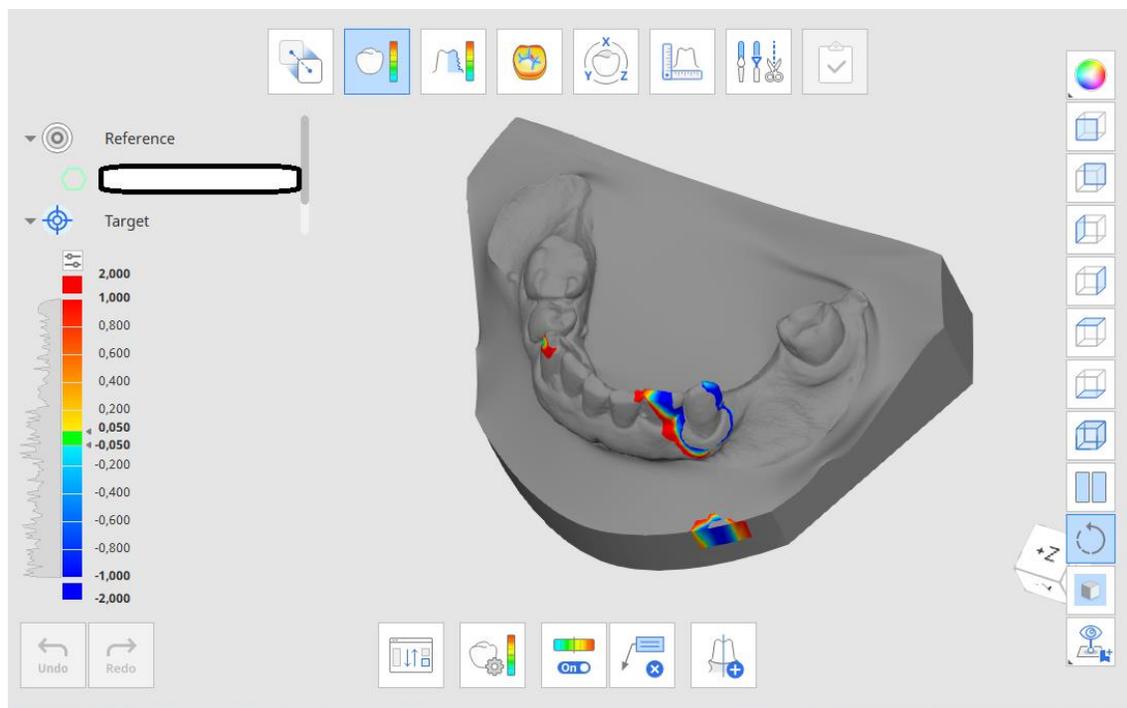
Los archivos STL de los modelos en yeso y los modelos en resina 3D se importaron al software Medit Design (Sarhan et al., 2023) para la comparación de los modelos con las imágenes del escaneo inicial de los pacientes con el escáner intraoral.

En primer lugar, se organizaron tres carpetas con el rótulo de caso 1,2 y 3. En la primera carpeta se guardaron los archivos “stl” del grupo de control, es decir los provenientes del escaneo intraoral de los pacientes. En la segunda carpeta se guardaron los archivos provenientes de los modelos en yeso extraídos con el tomógrafo CONE BEAM y en la tercera carpeta, los archivos del escaneo de los modelos impresos en resina, escaneados también con el mismo tomógrafo.

Una vez organizada la información se cargaron al software Medit Link en la aplicación Medit Design. Como referencia se cargaron los archivos del escaneo intraoral, los cuales constituyen la copia digital de la cavidad oral de cada paciente y como target los archivos provenientes del tomógrafo. Se inició con la alineación de los modelos de referencia y target el cual el software realiza de manera automática por medio de inteligencia artificial para poder comparar las zonas de interés. Estas zonas se pueden también delimitar manualmente. Una vez alineados se hizo el primer paso, la comparación dimensional, la cual se puede observar en la Figura 12.

Figura 12

Comparación dimensional (mm) en Medit Design

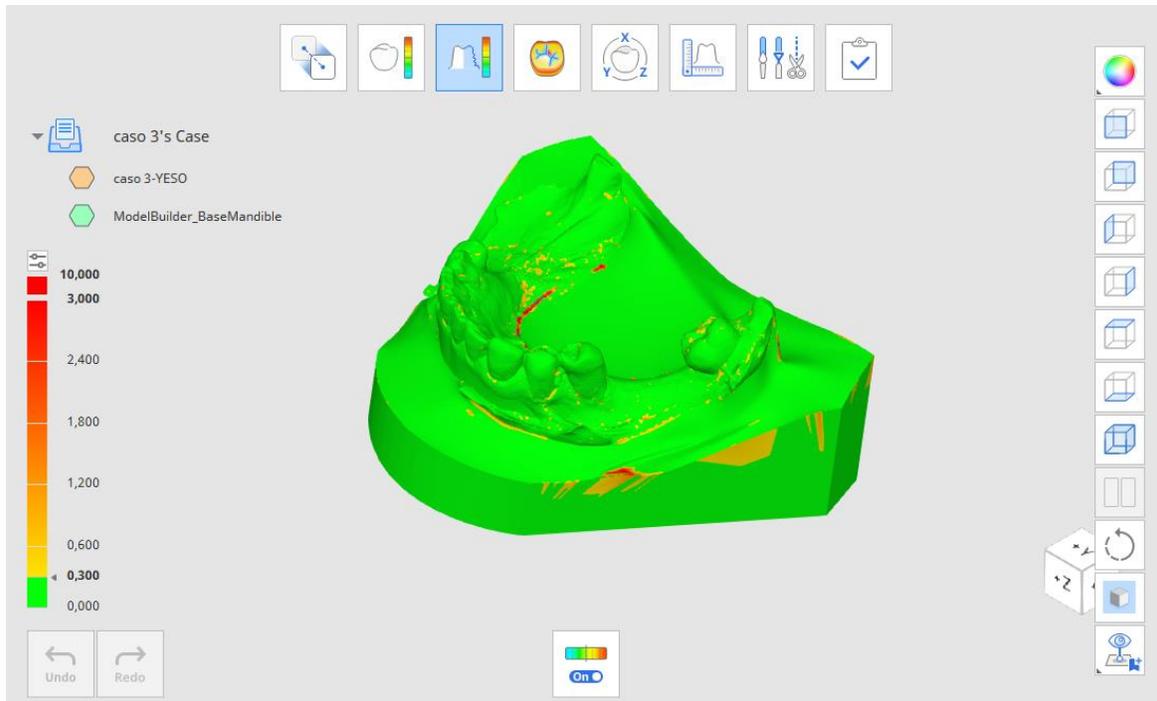


Nota. Este software utiliza un mapa de calor para poder diferenciar las zonas con mayor o menor diferencia en mm (Rojo-Azul).

Además de las comparaciones dimensionales, también se hicieron mediciones rugosidad y de definición de las curvaturas como se observa en la Figura 13.

Figura 13

Comparación de rugosidad en Medit Design



Nota. Se observa imágenes comparativas de curvatura y rugosidad

9.1.3. Componente experimental

Para este paso se determinó como grupo de control, los archivos de referencia del escaneo intraoral, los cuales fueron convertidos en modelo de prueba para Medit Link por medio de Medit Builder. El mismo procedimiento fue realizado para los archivos provenientes del tomógrafo (archivos provenientes del escaneo de los modelos de yeso y resina). Una vez convertidos los archivos stl a modelos de trabajo editables y compatibles con Medit Design se procedió a realizar las comparaciones. Los resultados fueron se observan en la Tabla 4:

Tabla 4

Resultados de la variabilidad

	Variabilidad en mm	
	Modelo en yeso	Modelo en Resina
Caso 1	0,139	0,083
Caso 2	0,189	0,101
Caso 3	0,238	0,186

Nota. Los valores están dados en mm.

9.1.4. Análisis estadístico

Con los resultados de las variaciones de la tabla 4 se realizó el análisis estadístico t-test, debido a posibilidad que brinda esta prueba de trabajar con muestras pequeñas de manera confiable (T. K. Kim & Park, 2019) :

La prueba establecida es la prueba t pareada. Y los resultados obtenidos del software Graphpad son los siguientes:

Los datos estadísticos básicos se resumen en la Tabla 5:

Tabla 5

Resultados estadísticos

Grupo	Grupo Yeso	Grupo resina
Media	0,1887	0,12333
SD	0,0495	0,05501
SEM	0,02858	0,03176
N	3	3

Los resultados de la prueba son los siguientes:

Valor de p y significación estadística:

El valor de P de dos colas es igual a 0,0291.

Según los criterios convencionales, esta diferencia se considera estadísticamente significativa.

Intervalo de confianza:

La media del Grupo Uno menos el Grupo Dos es igual a 0,06533.

Intervalo de confianza del 95% de esta diferencia: de 0,01632 a 0,11435.

Valores intermedios utilizados en los cálculos:

$$t = 5,7350$$

$$gl = 2$$

$$\text{error estándar de diferencia} = 0,011$$

El valor de p de dos colas es 0,0291. Este valor de p es menor que el nivel de significancia común de 0,05. Por lo tanto, se considera estadísticamente significativa la diferencia entre las medias de los dos grupos.

El intervalo de confianza del 95% para esta diferencia es de 0,01632 a 0,11435. Esto significa que se puede estar 95% seguro que la verdadera diferencia entre las medias de los dos grupos está dentro de este rango.

En resumen, los resultados indican que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los dos grupos. La prueba t, con un valor crítico t de 5,7350 y grados de libertad igual a 2, respalda esta conclusión. El intervalo de confianza proporciona una estimación de la magnitud de esta diferencia.

Se demuestra lo encontrado en la literatura que los modelos impresos en resina tienen una calidad en el copiado superior a los modelos en yeso convencionales.

10. Desarrollo de la fase de prototipado

En este capítulo, se sumerge en el núcleo de la innovación con el desarrollo de prototipos, centrado específicamente en un componente esencial: el software de evaluación y la selección de tecnologías. En el contexto de la metodología del Design Thinking aplicada a la integración tecnológica en el diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales, este capítulo ilustra cómo la fase de prototipado se traduce en la creación de un software dinámico diseñado para evaluar el proceso completo a través de las métricas previamente establecidas de la mano de la selección de tecnologías.

10.1. Software y tecnología

El software actúa como un aliado esencial, que ofrece la capacidad de probar y mejorar virtualmente nuestras soluciones antes de su implementación física. Por otro lado, la tecnología se presenta como el motor que impulsa la eficiencia y la eficacia en el diseño y la fabricación de prótesis dentales removibles parciales, transformando el proceso en una experiencia más rápida y precisa.

10.1.1. Desarrollo del software de simulación del modelo

El modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales mediante el análisis operacional MOE & MOP se ha condensado en un programa en Python. El desarrollo de este programa permitió el evaluar proceso de diseño y

fabricación de prótesis dentales removibles parciales. La interfaz de trabajo se puede observar en el Apéndice H.

10.1.2. Investigación y selección de tecnología

Se realizó una investigación exhaustiva de las diferentes tecnologías disponibles en el mercado, incluyendo software, escáneres intraorales y sistemas de impresión 3D, y se seleccionó la tecnología más adecuada en función de las necesidades y objetivos identificados en el paso anterior.

10.1.3. Análisis comparativos en la selección de software gestión archivos stl

En primer lugar, se seleccionaron un grupo de software considerados los más comunes y usados (Çakmak et al., 2021). Para realizar este análisis se establecieron criterios de evaluación para diferentes opciones de software de gestión según la tabla 20. Fueron evaluados de 0-5 (donde 0 corresponde a que no cumple con el criterio y 5 a que lo cumple totalmente). Esto se puede observar en la Tabla 6:

Tabla 6

Evaluación de software gestores de archivos stl

Criterio de evaluación	Blender for Dental	Autodesk Meshmixer	Exocad	Medit Link	Geomagic
Facilidad	3	2	4	5	3
Soporte	4	3	4	5	3
Formato	4	3	4	4	4
Funciones	4	3	5	5	3
Compatibilidad	3	3	4	5	3
Librerías	4	3	5	4	3

Precio	4	2	2	5	2
Integración	3	4	2	5	3
Total, promedio	3.6	2.9	3.8	4.8	3

Nota. Elaboración propia

Basado en los datos de evaluación comparativa de los criterios de evaluación proporcionados, Medit Link obtuvo la puntuación más alta con un promedio total de 4.8 sobre 5, lo que indica un desempeño sobresaliente en comparación con las otras opciones de software evaluadas. La puntuación de Medit Link fue significativamente más alta en términos de facilidad de uso, soporte, funciones, compatibilidad, librerías y precio, lo que indica que cumple con los requisitos y necesidades identificadas en el proceso de selección. Con base a estos resultados, se argumenta que Medit Link es la opción preferida debido a su desempeño sobresaliente en los criterios de evaluación y su capacidad para cumplir con las necesidades y requisitos específicos para este proyecto. En cuanto a las impresoras 3D, existen una gran variedad en el mercado, sin embargo, las marcas más representativas en el sector dental se han analizado en diferentes estudios, uno de los más representativos muestra los siguientes resultados (J. H. Kim et al., 2022) como se observa en la Tabla 7:

Tabla 7

Comparación de impresoras 3D

Impresora 3D	Tecnología	Resina	Software	Espesor de capas (µm)	Capa inferior	Tiempo de exposición inferior	Tiempo de exposición normal
OBJET30 D.P. (STRATASYS)	Polyjet	VeroDent Plus (Stratasys)	Objet Studio	28	N.A.	N.A.	N.A.
Form 2 (Formlabs)	SLA	Prizma 3D Model (Makertech Labs)	Preform	50	N.A.	N.A.	N.A.
Photon	LCD			50	8	80	6

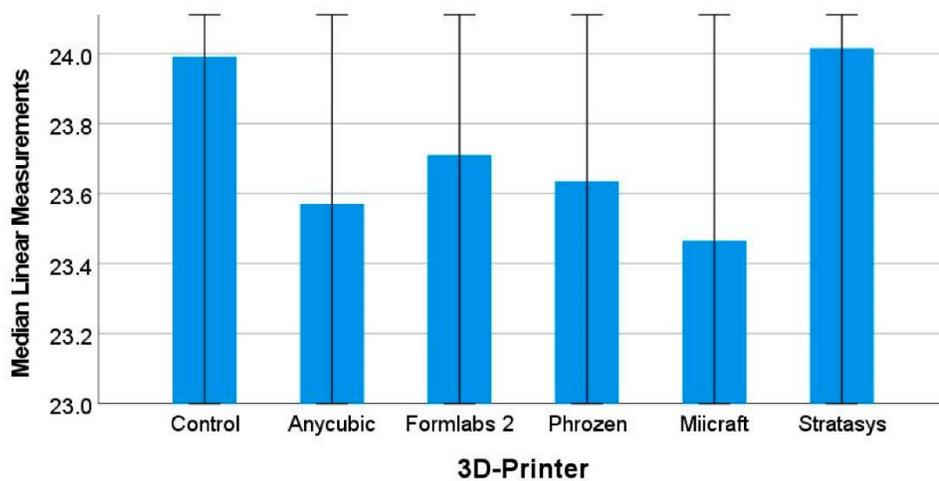
(Anycubic)		Photon Workshop				
MIICRAFT 125 (MIICRAFT)	DLP	Utility	N.A.	1 (8 Buffer layers)	20	2.5
Rapid Shape D	SLA	Rapid-Sahpe	50	N.A	---	---
Sonic mini (Phrozen)	LCD (mono)	Chitubox	50	8	80	3.5

Nota. Extraída de (J. H. Kim et al., 2022) y modificada

Los resultados en cuanto a la resolución de impresión se observan en la Figura 14.

Figura 14

Comparación de la fidelidad de impresión 3D



Nota. Adaptada de (J. H. Kim et al., 2022)

Se observa que la de mejor comportamiento fue la impresora Stratasys con casi ninguna diferencia con el archivo de control digital. La impresora RapidShape posee las mismas características de calidad que la Stratasys y posee mejoras de rendimiento como alimentación automática con reconocimiento inteligente de materiales. Las otras impresoras están dentro del rango óptimo clínico por encima de los modelos convencionales de yeso (Montoya Vargas & Jimenez Restrepo, 2021b). Los costos de las impresoras se observan en la Tabla 8:

Tabla 8

Comparación de costos impresoras 3D

Impresora 3D	Costo en dólares
OBJET30 D.P. (STRATASYS)	30000
Rapid Shape	24000
MIICRAFT 125 (MIICRAFT)	5600
Form 2 (Formlabs)	4500
Photon (Anycubic)	700
Sonic mini	350

Nota. En esta tabla se observan los precios promedios en dólares consultados en comercializadoras internacionales.

Se observa que el precio de las 2 primeras opciones es relativo a su nivel de calidad. Por otro lado, se analizaron diferentes escáneres intraorales, según se muestra en la Figura 15, acorde a resultados de la literatura (Amornvit et al., 2021a).

Figura 15

Escáneres intraorales comerciales



Nota. Se observan diferentes escáneres intraorales (a) Trios 3, (b) Trios 4, (c) iTero Element, (d) iTero 2, (e) iTero 5D Element, (f) Dental Wings, (g) Panda, (h) Medit i500, (i) Planmeca Emerald™, and (j) Aoralscan.

En la Tabla 9 se observa una comparación de resolución en escala baja, media y alta:

Tabla 9

Comparación entre escáneres intraorales

Marca	(a) Trios 3	(b) Trios 4	(c) iTero Element	(d) iTero 2	(e) iTero 5D Element	(f) Dental Wings	(g) Panda	(h) Medit i500	(i) Planmeca Emerald™	(j) Aoralscan .
Resolución	alto	alto	alto	alto	alto	medio	medio	alto	alto	medio
Precio	alto	alto	alto	alto	alto	medio	medio	alto	alto	medio

Nota. Se observan varias de las principales marcas de escáner intraorales.

Evaluación piloto: Se realizó una evaluación piloto de la tecnología seleccionada en un entorno clínico controlado, donde se prueba la precisión, exactitud y eficiencia de la tecnología en

comparación con el método tradicional. Se recopilaron datos y se analizan los resultados para determinar la viabilidad clínica y la efectividad de la tecnología en el flujo de trabajo clínico. El caso de estudio no comprende este alcance debido a su complejidad y tiempo de desarrollo.

Diseño del proceso de integración: Se diseñó un proceso de integración tecnológica que incluye la incorporación de la tecnología en el flujo de trabajo clínico, la capacitación del personal clínico en el uso de la tecnología, la definición de los roles y responsabilidades del equipo clínico en el proceso de integración, y la implementación de procedimientos y protocolos para asegurar la correcta utilización de la tecnología en la práctica clínica.

Implementación y seguimiento: Se implementó el proceso de integración tecnológica en la práctica clínica, siguiendo el diseño establecido en el paso anterior. Se realizó un seguimiento constante del uso de la tecnología, la precisión y exactitud de los modelos obtenidos, la eficiencia del flujo de trabajo y otros indicadores relevantes. Se realizaron ajustes y mejoras en el proceso de integración en función de los resultados obtenidos y la retroalimentación del equipo clínico.

Evaluación de resultados: Se realizó una evaluación de los resultados obtenidos de la integración tecnológica, incluyendo la comparación de los resultados con los objetivos establecidos en el paso 1. Se analizaron los datos recopilados y se interpretan los resultados para determinar la efectividad de la integración tecnológica en términos de mejora de la precisión, exactitud, eficiencia y viabilidad clínica.

Optimización y mejora continua: Se realizaron ajustes y mejoras continuas en el proceso de integración tecnológica en función de los resultados obtenidos y la retroalimentación del equipo clínico. Se identificaron oportunidades de optimización y se implementan cambios para maximizar los beneficios de la tecnología en el flujo de trabajo clínico.

11. Desarrollo de la fase testeo

La fase de testeo es un período en el desarrollo de un producto o sistema durante el cual se somete a pruebas y evaluaciones exhaustivas para validar su funcionamiento, identificar posibles problemas y asegurar que cumple con los requisitos establecidos. En el contexto de esta investigación, la fase de testeo del modelo de evaluación implicó la aplicación práctica del modelo para validar su eficacia en el proceso de diseño y fabricación.

Durante esta fase de evaluación, se realizaron análisis detallados, mediciones cuantitativas y cualitativas, y escenarios de prueba específicos. La atención se centró en validar la capacidad predictiva y la adaptabilidad del modelo a diversas variables inherentes al proceso. El objetivo no solo fue demostrar la coherencia del modelo con las expectativas teóricas, sino también identificar cualquier desviación o limitación que pudiera surgir en situaciones prácticas.

11.1. Testeo del modelo de evaluación

El testeo del modelo fue utilizado para evaluar la efectividad del proceso y detectar posibles áreas de mejora. Incluir datos de diferentes clínicas en el testeo aumenta la representatividad y validez del análisis operacional MOE (Medida de Eficiencia Operacional) y MOP (Medida de Efectividad Operacional).

Para comparar los resultados obtenidos por el modelo con los datos reales de las clínicas, se siguieron los siguientes pasos:

Obtener los datos de las clínicas: Se recopilaron los datos relevantes como tiempo, costo y calidad percibida para el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles

parciales en cada una de las clínicas incluidas en el testeo en forma de variables de entrada del software.

Procesamiento de datos: Una vez recopilados los datos, se procesaron y organizaron para realizar comparaciones y análisis. Es importante asegurarse de que los datos estén completos y sean precisos para evitar errores en el análisis.

Ejecutar el modelo: Se ejecutó el modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales con los datos obtenidos de las clínicas. El modelo debe estar configurado para utilizar los mismos parámetros y variables que se utilizaron en el proceso real.

Comparación de resultados: Una vez fueron obtenidos los resultados del modelo, se compararon con los datos reales de las clínicas. Se utilizaron diferentes métricas para comparar los resultados, como la eficiencia y la efectividad del proceso, el tiempo de diseño y fabricación, la calidad de las prótesis, entre otros.

Análisis de los resultados: Una vez que comparados los resultados, se analizaron las posibles áreas de mejora. A continuación, se detallan los anteriores pasos enunciados.

11.1.1. Obtención de datos de las clínicas

Los datos fueron obtenidos a partir de entrevistas con los odontólogos, rehabilitadores y laboratoristas y trabajo de campo donde fue posible su realización. Los cambios asociados a la integración de tecnología se realizaron teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Afectación en los tiempos: El proceso de toma de impresiones por medio digital o escáner intraoral es más tardío y queda por fuera del control del consultorio dental. Solo 2 empresas radiológicas en el área metropolitana prestan el servicio y agendan acorde a su disponibilidad. La

inclusión de esta tecnología puede aumentar el tiempo de diseño en 3 a 4 días. Por otro lado, fabricar los modelos en impresora 3D, conlleva un aumento en los tiempos de producción de 3 a 4 días. La disponibilidad del servicio de impresión 3D en la ciudad es limitado, optando por el envío a otras ciudades.

Afectación en la calidad: Las impresiones 3D aunque tienen mejor resolución, todavía tienen el inconveniente que los archivos digitales provenientes del escáner vienen en varias tomas y el proceso de edición está en el inicio de la curva de aprendizaje por parte de las empresas prestadoras de este servicio. La afectación de la calidad es de alrededor del 5 %. Este valor se estima teniendo en cuenta la pérdida del área de retención y su influencia en la satisfacción del cliente.

11.1.2. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se hizo uso del software en Python de simulación, obteniendo los resultados que se observan en la tabla 10:

Tabla 10

Valor de datos procesados MOE

	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	MOE global
Valores promedio modelo tradicional	1	1	1	0,2	0,33	0,53
Valores con la integración de tecnología	0,45	0,93	1	0,05	0,33	0,42

Nota. Los datos provienen del simulador en Python

Los valores promedio del modelo tradicional se obtuvieron de casos de 3 consultorios odontológicos diferentes ubicados en el área metropolitana de Bucaramanga. El cálculo de los valores MOP procesados en encuentra en la tabla 11.

Tabla 11

Valor de datos procesados MOP

	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5	Comp6	MOP global
Valores promedio modelo tradicional	1	1	1	0,93	0,33	0,69	0,69
Valores con la integración de tecnología	0,45	0,93	1	0,05	0,33	0,63	0,63

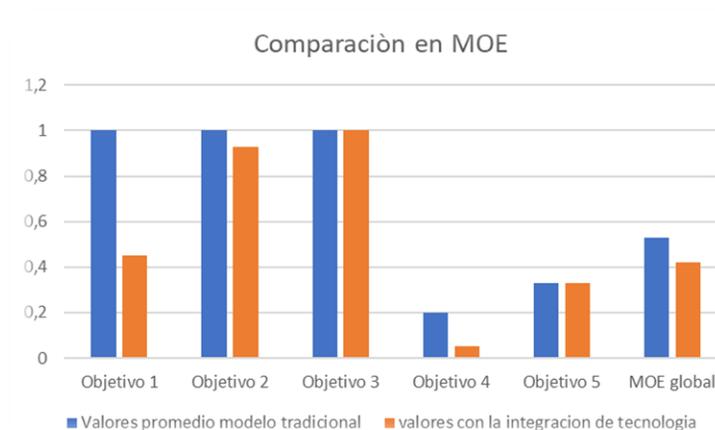
Nota. Los datos provienen del simulador en Python.

11.1.3. Comparación de resultados

Aunque se espera que el proceso de integración tecnológica tenga un impacto positivo, la incorporación de tecnología no es suficiente para asegurar mejoras en los procesos. Los resultados se pueden evidenciar en la Figura 16 y 17:

Figura 16

Comparación resultados en MOE

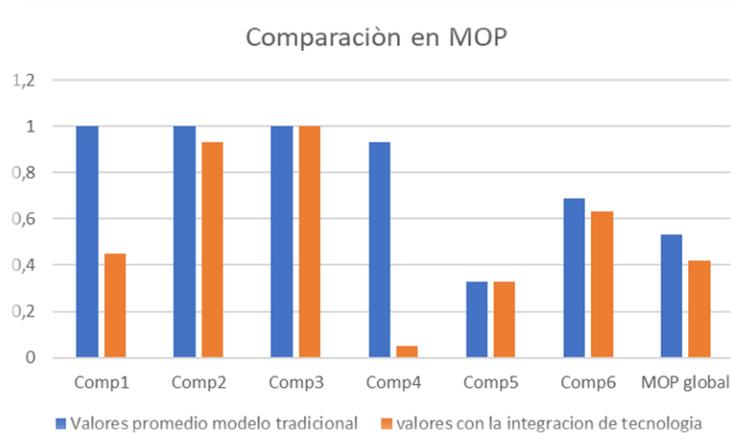


Nota. Se observa la caída en los valores por causa de la integración tecnológica efectuada sin el debido proceso.

Las mejoras significativas en la resolución del modelo, todavía no compensan el aumento de los tiempos de diseño y producción de las prótesis, debido a que la eficacia es también afectada ahora por la disponibilidad de los equipos.

Figura 17

Comparación resultados en MOP



Nota. Se evidencia desmejora en los valores de MOP.

Al realizar la integración de tecnologías los valores de eficacia y eficiencia del proceso disminuyen debido al aumento de los tiempos de diseño y producción y la disminución de la calidad del modelo dental en cuanto a la omisión de estructuras anatómicas durante el proceso de escaneo e impresión.

11.2. Resultados de la Integración

Después de realizar la evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis removibles mediante el análisis operacional MOE & MOP en el contexto investigado, se llevó a

cabo un análisis de la cadena de valor considerando a los actores involucrados y las posibles alternativas en términos de tiempo, calidad y costos (Altamirano et al., 2016). Se compararon el sistema tradicional con aquel que integra tecnologías emergentes en los márgenes de los casos de estudio analizados.

Los actores considerados en el mapa de actores como de acción directa con el proceso, fueron los seleccionados para este análisis. Los odontólogos generales, los odontólogos rehabilitadores y los laboratoristas dentales fueron los seleccionados.

11.3. Análisis en función del tiempo

El análisis de la cadena de valor en función del tiempo se refiere a evaluar cada una de las actividades dentro de la cadena de valor de un proceso para determinar el tiempo que lleva realizar cada una de ellas. Este análisis tuvo como objetivo identificar posibles cuellos de botella o ineficiencias que puedan estar ralentizando el proceso y afectando el tiempo total de entrega del producto o servicio al cliente o paciente (Shishodia et al., 2023).

Según el trabajo del usuario arquetipo y el mapa de valor, se evidencia que los odontólogos rehabilitadores orales muestran poco interés en realizar trabajos de prótesis dentales removibles parciales. Esto se refleja en el hecho de que generalmente sus procesos de trabajo se extienden por más de 20 días para completar una prótesis, la cual realizan generalmente para un segmento objetivo en estratos altos con plus en sus trabajos como dientes en zirconio y acrílicos de alta calidad. Debido a esta dilación en el tiempo de entrega, se planteó la consideración de que realizar comparaciones en la cadena de valor resulta poco conveniente. Estos factores en los procedimientos afectan directamente la eficiencia del proceso, dificultando así cualquier análisis comparativo que busque mejorar y optimizar la calidad, tiempo y costos en la producción de estas

prótesis. Por lo tanto, según la definición de usuarios arquetipos fue conveniente usar la información de los odontólogos generales en este proceso para impulsar una cadena de valor más eficiente y competitiva en el ámbito de las prótesis dentales removibles parciales.

En la Figura 18 se observa el análisis de cadena valor en función del tiempo para el modelo tradicional y el modelo con integración tecnológica en paralelo.

Figura 18

Análisis cadena de valor en función del tiempo



Nota. Elaboración propia.

Se pudo observar que el impacto de la integración tecnológica sobre la cadena valor aumenta el tiempo de entrega en 4 días aproximadamente. La integración tecnológica también incluye la necesidad de 2 nuevos actores; el centro radiológico y el laboratorio dental especializado

3D, cuyo ingreso demanda relaciones logísticas nuevas, que para este caso aumentan los tiempos en los diferentes procesos (Liverpool-Tasie et al., 2020).

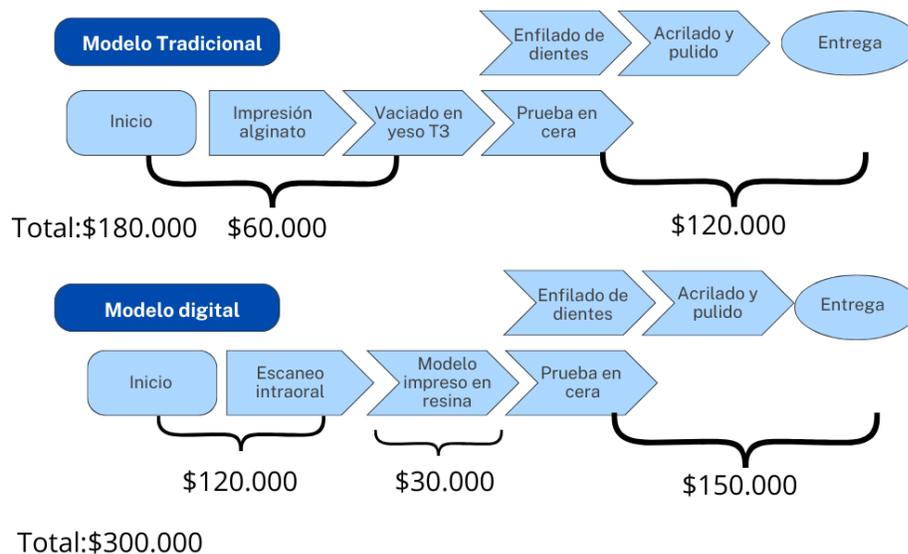
11.4. Análisis en función de los costos

El análisis de la cadena de valor en función de los costos implicó examinar detalladamente todos los componentes de la cadena de valor del proceso para identificar y comprender cómo se generan los costos. El objetivo principal de este análisis fue identificar oportunidades para reducir costos y mejorar la eficiencia en cada etapa de la cadena, manteniendo al mismo tiempo la calidad y satisfaciendo las necesidades del cliente (Zamora, 2016).

En la Figura 19 se presenta el análisis de la cadena de valor en función de los costos.

Figura 19

Análisis de la cadena de valor en función de los costos



Nota. Elaboración propia.

Al igual que en el análisis de tiempos, ocurre un aumento de los costos debido a la necesidad de realizar procesos más especializados. Es importante acotar que los costos se incrementan en un 66%.

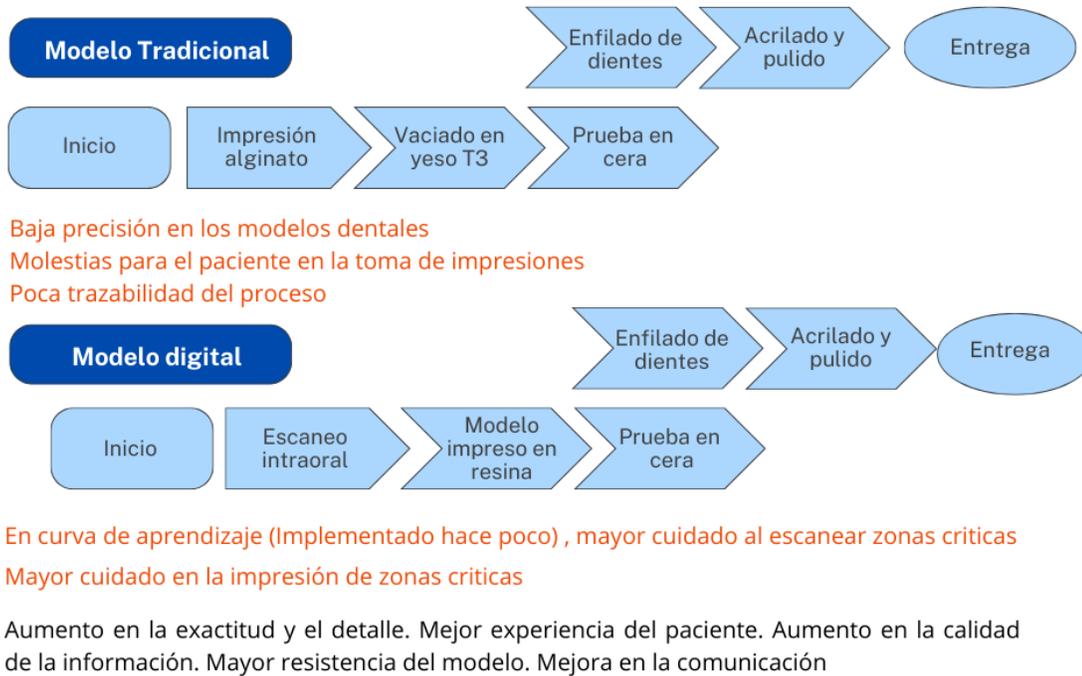
11.5. Análisis en función de la calidad

El análisis de la cadena de valor en función de la calidad es un enfoque clave para garantizar que los productos o servicios ofrecidos por una empresa cumplan con los más altos estándares y satisfagan las expectativas del cliente (Prajogo et al., 2008). Este análisis se centró en evaluar cada etapa del proceso para identificar posibles puntos de mejora y asegurar que la calidad fuera una prioridad en cada actividad.

En la Figura 20 se observa el análisis en función de la calidad.

Figura 20

Análisis de la cadena de valor en función de la calidad



Nota. Elaboración propia

La integración del proceso de escaneo intraoral en el proceso, aumenta la exactitud y el detalle del modelo de trabajo, además de mejorar la experiencia del paciente y permitir un aumento en la trazabilidad y calidad de la información. Sin embargo, el hecho de ser una tecnología emergente, con poca aplicación en el contexto del área metropolitana de Bucaramanga, lo hace susceptible de posibles pérdidas de calidad en la ejecución del proceso, sobre todo en lo relacionado con el escaneo de superficies críticas para la retención de la prótesis.

Por otro lado, la integración de la impresión 3D en resina para el modelo, también aumenta la exactitud y el detalle del modelo de una manera significativa frente al modelo de yeso, pero se debe tener cuidado de incluir las zonas de retención crítica para no disminuir la calidad del mismo.

12. Aplicación del modelo y consideraciones para diferentes contextos

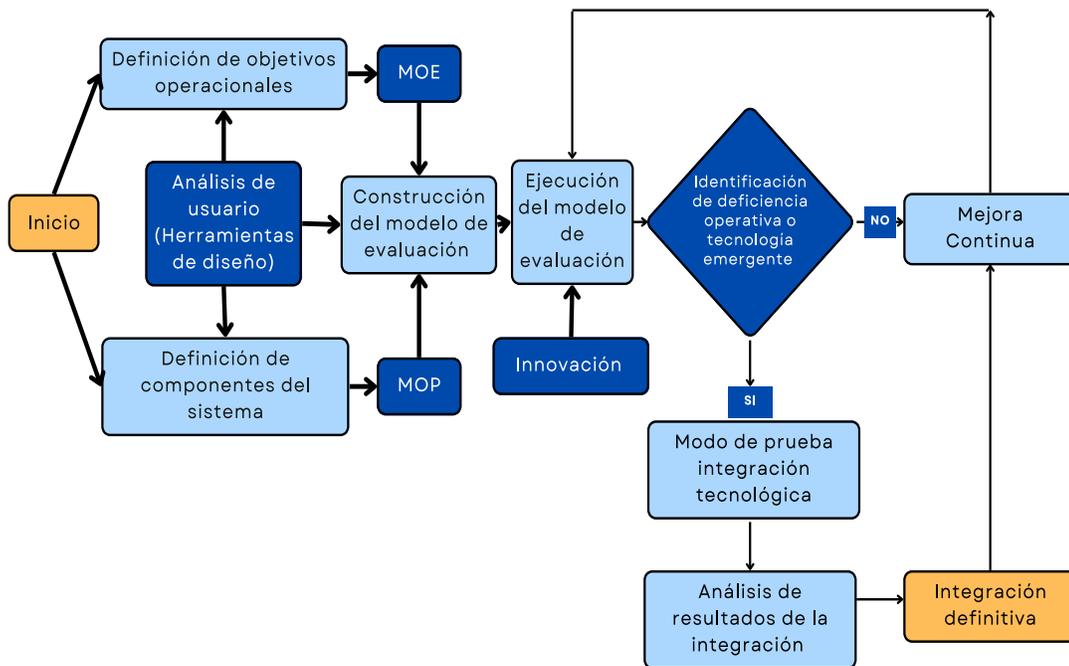
En este capítulo final, se amplía la visión más allá de los límites de esta investigación, para proporcionar un marco completo para la aplicación del modelo de evaluación e integración desarrollado. Con la firme intención de facilitar la extrapolación y adaptabilidad de este enfoque, se delineó meticulosamente la metodología, las etapas, las actividades y los instrumentos necesarios para implementar eficazmente este modelo en una variedad de contextos industriales.

12.1. Metodología de Aplicación

Se presenta una metodología detallada que abarca desde el inicio hasta la integración definitiva de la tecnología, destacando los pasos críticos para la adaptación exitosa del modelo a diferentes sectores, tales como la fabricación de repuestos automotrices, joyería y la industria biomédica. Esta metodología se explica en la Figura 21.

Figura 21

Metodología de aplicación



Nota. Elaboración propia. Se observa la metodología desde la definición del modelo de evaluación hasta la integración definitiva.

12.2. Etapas de la implementación

Las etapas de la implementación se desarrollan en tres partes:

12.2.1. 1 parte: Empatía (Definición de métricas)

A partir del desarrollo de todas las fases del design thinking se obtienen los siguientes resultados:

a. Métricas MOE & MOP

En la Tabla 12 se observan los objetivos operacionales, los componentes del sistema y las MOE & MOP.

Tabla 12

Métricas por sector

Sector	Objetivos Operacionales	Componentes del Sistema	MOE	MOP
Fabricación de Repuestos Automotrices	Eficiencia en producción, calidad del repuesto, satisfacción del cliente.	Cadena de suministro, maquinaria de fabricación, procesos de fabricación.	Tiempo de entrega, Tasa de defectos, Satisfacción del cliente.	Eficiencia de la línea de ensamble, Disponibilidad de inventario, Capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.
Joyería	Innovación en el diseño, aceptación del mercado, eficacia en producción a pequeña escala.	Materias primas, procesos de fundición, procesos de acabado.	Popularidad de diseños, Tasa de conversión de ventas, Flexibilidad en la producción.	Eficiencia en la utilización de materiales preciosos, Velocidad de producción de prototipos, Calidad de los acabados.

Industria Biomédica - Prótesis de Extremidades Inferiores	Comodidad del usuario, movilidad mejorada, adaptabilidad a diferentes estilos de vida.	Selección de materiales, fabricación de componentes protésicos, procesos de ajuste.	Satisfacción del usuario, Pruebas de rendimiento, Análisis ergonómicos.	Durabilidad de los materiales, Precisión de fabricación, Facilidad de ajuste y personalización.
---	--	---	---	---

Nota. La información es extraída de un análisis de cada sector.

12.2.2. 2 parte: Definición, ideación y prototipado (construcción del modelo)

En la secuencia evolutiva, la segunda parte emerge como la columna vertebral del proceso. Las fases cruciales de definición, ideación y prototipado, constituyen la construcción del modelo de evaluación. En la etapa de definición, se establecen los fundamentos, al comprender a fondo sus objetivos operacionales y desafíos específicos, generando propiamente la forma del modelo. La fase de Ideación, es donde se exploran los enfoques innovadores para medir eficacia y rendimiento a través de posibles casos de estudio.

La culminación de estas etapas se materializa en la fase de prototipado, donde se concreta el modelo de evaluación. Este proceso incluye el desarrollo del software de simulación, que facilita el testeo del modelo y permite el modelado para la evaluación.

12.2.3. 3 parte: Testeo (prueba del modelo de evaluación e integración de tecnología)

A través del Testeo, exploramos la aplicación práctica del modelo en escenarios reales donde es necesaria la integración de tecnologías, ya sea por deficiencias operacionales o por la aparición de tecnologías emergentes como las digitales.

El Testeo del modelo de evaluación no solo se trata de validar la funcionalidad inherente del modelo, sino también de observar su rendimiento en situaciones dinámicas y cambiantes como los procesos de integración tecnológica bajo las condiciones del análisis operacional. Los Resultados de la Integración revelan cómo este modelo se adapta y responde a las complejidades operacionales en la fabricación de repuestos automotrices, en la joyería y en la industria biomédica, específicamente en la producción de prótesis de extremidades inferiores.

Cada análisis en función del tiempo, costos y calidad ofrece una visión integral de la eficacia y eficiencia de este modelo en escenarios prácticos. Este capítulo no solo representa la validación empírica de este enfoque, sino también la oportunidad de identificar áreas de mejora y la continuidad de un ciclo de perfeccionamiento continuo. A medida que se desarrolla esta fase, se revela la verdadera utilidad y aplicabilidad de este modelo de evaluación, respaldado por evidencia concreta y análisis críticos.

En la Tabla 13 se observan algunas deficiencias operacionales y tecnologías emergentes para cada sector:

Tabla 13

Falencias operacionales

Sector	Falacias Operacionales Posibles	Tecnologías Emergentes
Fabricación de Repuestos Automotrices	Desalineación en la cadena de suministro - Cambios repentinos en la demanda	Internet de las cosas (IoT) en la cadena de suministro- Machine Learning en la demanda predictiva

Joyería	Ineficiencias en la producción a pequeña escala- Tendencias de diseño impredecibles	Fabricación aditiva en joyería - Análisis de tendencias con Inteligencia Artificial (IA)
Industria Biomédica - Prótesis de Extremidades Inferiores	Adaptabilidad limitada a la diversidad de usuarios- Retrasos en la obtención de datos clínicos	Impresión 3D de prótesis personalizadas- Sensores biométricos integrados

Nota. Se observan falencias operacionales hipotéticas y tecnologías emergentes para los 3 sectores.

12.3. Actividades específicas e instrumentos de evaluación

Las actividades específicas y los instrumentos de medición son comunes en todas las aplicaciones del modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación por medio del análisis operacional para los tres sectores. Esto se puede apreciar en la Figura 22:

Figura 22

Actividades específicas



Nota. Actividades relacionadas al análisis operacional.

13. Conclusiones

Se describe en forma lógica los resultados del trabajo, dando respuesta a los objetivos o propósitos planteados, basado en los resultados recolectados, incluido el tratamiento estadístico o

cualitativo. Se muestra en forma concisa los productos y/o resultados y se resaltan las contribuciones del trabajo al contexto local, regional, nacional e internacional, cuando aplique.

El modelo de evaluación propuesto proporciona una herramienta eficaz y eficiente para evaluar y mejorar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales. Este modelo permite medir tanto la eficacia en el cumplimiento de los objetivos operacionales como el rendimiento en los componentes del sistema, lo que ayuda a identificar las fortalezas y debilidades del proceso y a tomar decisiones informadas para mejorar la calidad del resultado final.

Además, el hecho de que se haya desarrollado un software en Python para simular el modelo operacional y validar su funcionamiento a partir de un caso de estudio es una ventaja significativa. Esto significa que el modelo es fácilmente aplicable a diferentes situaciones y contextos, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para la producción de las prótesis dentales.

La implementación de tecnologías como el escáner intraoral y la impresión 3D en resina pueden mejorar algunos aspectos del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales, como la resolución y precisión en la copia de los componentes dimensionales de la boca del paciente, y la eliminación de la necesidad de usar materiales como el alginato y el yeso para la toma de impresiones y la fabricación del modelo. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías puede tener un impacto negativo en otros aspectos del proceso, como el tiempo de producción y la calidad del resultado final. En el caso de la investigación, se encontró que la incorporación del escáner intraoral y la impresión 3D en resina aumentó el tiempo de diseño en 3 días y el tiempo de producción en 4 días adicionales, lo que puede afectar negativamente la eficiencia del proceso en general. Además, se encontró que la calidad de los modelos impresos en resina fue inferior en algunos aspectos importantes, como la no impresión de sectores del paladar

claves para el diseño de la retención, la estabilidad y el soporte de la prótesis, lo que puede afectar la calidad de las prótesis fabricadas.

Los valores obtenidos del análisis operacional MOE & MOP muestran que la eficacia y eficiencia del proceso disminuyó con la implementación de estas tecnologías. El MOE global sin integración tecnológica fue de 0,53 y con integración tecnológica fue de 0,42. De igual forma, el MOP global sin integración tecnológica fue de 0,69 y con integración tecnológica fue de 0,63. Se debe tener en cuenta que el valor máximo posible para ambos índices es de 0,7, lo que sugiere que el proceso no alcanzó el nivel óptimo en términos de eficacia y eficiencia.

Respecto de la pregunta de investigación, esta fue respondida debidamente durante el proceso de desarrollo del proyecto y además de esto se realizaron aportes al diseño industrial y a la innovación al generar elementos para la mejora del proceso, la optimización de la calidad, la satisfacción del cliente, la implementación de tecnologías avanzadas, la reducción de costos y la estimulación de la innovación en el sector odontológico en el área metropolitana de Bucaramanga.

La proposición del proyecto se cumplió. Es evidente que el análisis operacional aplicado en este contexto hace posible la identificación de deficiencias operativas y oportunidades de mejora para impulsar procesos de optimización. Además de esto, el objetivo principal de este proyecto se cumplió en la definición del modelo de evaluación planteado, así como cada uno de los objetivos específicos.

Para el cumplimiento del objetivo general, primero se realizó una revisión exhaustiva de la literatura, se recopiló datos y se diseñó un modelo de evaluación basado en los principios del análisis operacional MOE & MOP. Además de esto, se realizó un proceso de validación por medio de pruebas y simulaciones que demostraron su eficacia y confiabilidad.

Respecto del cumplimiento de los objetivos específicos, Antes que nada, para el cumplimiento del primer objetivo específico, se realizó un análisis exhaustivo del proceso tradicional de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles en el área metropolitana de Bucaramanga. Se identificaron las deficiencias operativas y las oportunidades de mejora mediante la recopilación de datos, entrevistas con profesionales, y el análisis de las etapas y tecnologías involucradas.

Los análisis de requerimientos operativos promovieron la identificación de los MOE y los análisis de requerimientos funcionales los MOP. Los análisis de requerimientos técnicos y de manufactura permitieron definir los parámetros clave y las métricas de evaluación que conforman el modelo.

En cuanto al tercer objetivo específico, se puso a prueba el modelo de evaluación mediante tres casos de estudio específico. Se trabajó con una deficiencia operativa previamente identificada, la cual fue abordada en el estudio. Los resultados validaron la utilidad y efectividad del modelo propuesto.

Este trabajo representa un aporte a la maestría de innovación y diseño, destacando el uso innovador de un modelo de evaluación para identificar deficiencias operativas y oportunidades de mejora en el proceso tradicional de diseño y fabricación de prótesis dentales. Gracias a esta aproximación, se posibilita el proceso de integración de tecnologías que permiten subsanar las deficiencias previamente identificadas.

El trabajo de investigación respecto de los casos estudio, se centró en el proceso de elaboración de modelos dentales, debido primero, a la criticidad de este aspecto en el diseño y fabricación de prótesis dentales removibles y a la complejidad de probar artefactos biomédicos en pacientes reales, desde el punto de vista del aval del comité de ética.

14. Recomendaciones

Se sugiere que se realice una evaluación más detallada y rigurosa de las tecnologías implementadas antes de incorporarlas en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales. Esto podría ayudar a identificar y resolver cualquier problema potencial antes de que tenga un impacto negativo en el proceso. Además, se podría considerar la posibilidad de mejorar la disponibilidad de estas tecnologías en el área metropolitana de Bucaramanga, para reducir el tiempo de producción y mejorar la eficiencia del proceso en general. También, se podría considerar la posibilidad de combinar la tecnología con los procesos tradicionales de toma de impresiones y fabricación de modelos para obtener los beneficios de ambas opciones.

Una recomendación importante del modelo de evaluación del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales sería la necesidad de actualizar y ajustar periódicamente el modelo en función de los cambios en la tecnología y en los procesos operativos.

Además, es importante seguir evaluando el modelo con casos de estudio adicionales para validar su eficacia y eficiencia en diferentes situaciones y contextos. También se puede considerar la posibilidad de incorporar otros indicadores o medidas de rendimiento en el modelo de evaluación para evaluar aspectos adicionales del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales en futuros estudios.

En general, es recomendable que el modelo de evaluación se utilice como una herramienta para la mejora continua del proceso y se integre en la práctica clínica para evaluar el rendimiento de los procesos y tecnologías utilizadas en la fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Referencias

- Ahmed, N., Abbasi, M. S., Zuberi, F., Qamar, W., Halim, M. S. Bin, Maqsood, A., & Alam, M. K. (2021). Artificial intelligence techniques: analysis, application, and outcome in dentistry—a systematic review. *BioMed Research International*, 2021.
- Alabdullah, S. A., Hannam, A. G., Wyatt, C. C., McCullagh, A. P. G., Aleksejuniene, J., & Mostafa, N. Z. (2022). Comparison of digital and conventional methods of fit evaluation of partial removable dental prosthesis frameworks fabricated by selective laser melting. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 127(3), 478-e1.
- Ali, S. A., Khalifa, N., & Alhadj, M. N. (2018). Communication between dentists and dental technicians during the fabrication of removable partial dentures in Khartoum State, Sudan. *Acta Stomatologica Croatica*, 52(3), 246.
- Almario Barrera, A. J. (2020.). Influencia del gradiente social sobre la salud bucal de mujeres vinculadas laboralmente a la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga en el año 2020. *Universidad Santo Tomas, Bucaramanga*
- Altamirano, S. E. C., Zepeda, F. J. R., & Ceja, E. S. (2016). Cadenas productivas y cadenas de valor. *Educateconciencia*, 10(11), 6–12.
- Alvarez Cantoni, H. J., Alvarez Castro, M., Alvarez Castro, J. M., & Cattaneo, S. P. (2013). Revisión de los conceptos clásicos de la biomecánica de la prótesis parcial removible (PRP). *Rev. Fac. Odontol.(B. Aires)*, 22–31.
- Amornvit, P., Rokaya, D., & Sanohkan, S. (2021). Comparison of accuracy of current ten intraoral scanners. *BioMed Research International*, 2021.

- Anadioti, E., Musharbash, L., Blatz, M. B., Papavasiliou, G., & Kamposiora, P. (2020). 3D printed complete removable dental prostheses: A narrative review. *BMC Oral Health*, 20(1), 1–9.
- Andersson, M., Carlsson, L., Persson, M., & Bergman, B. (1996). Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 76(2), 187–193.
- Angélica Flórez Daza, J., & Nataly Sánchez Martínez Emelina Toloza Ramírez Director Carlos Alirio Rueda Ordoñez, S. (2015). Eficiencia Masticatoria. *Eficiencia masticatoria EN*.
- Arellano-Valeria, M. J., Olivares-Keller, D., & Flores, M. A. (2014). Prótesis Parcial Removible con Extensión Distal y Apoyo sobre Implantes, Comportamiento y Consideraciones Clínicas. *International Journal of Odontostomatology*, 8(3), 419–424.
- Arias Rueda, A. M., Calderón Gutiérrez, L. K., & Maldonado Guarín, W. (2015). Dispositivos intraorales para medir la fuerza masticatoria: revisión de la literatura. *Universidad Santo Tomás*, 2015.
- Ariza, V. (2020). El Diseño como objeto de estudio y como ejercicio de intervención. *Cuadernos Del Centro de Estudios En Diseño y Comunicación. Ensayos*, 82, 46–68.
- Armijos, A. O. P., Quintero, E. H. M., Tinoco, J. R. J., & Armijos, E. V. P. (2022). Fabricación de una prótesis transradial para infantes impresa en 3D con filamento flexible y pla. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 7(4), 48.
- Aziz, Z. A., Abdulqader, D. N., Sallow, A. B., & Omer, H. K. (2021). Python parallel processing and multiprocessing: A rivew. *Academic Journal of Nawroz University*, 10(3), 345–354.
- Barrios Cohaila, S. Y. V. (2019). Estudio comparativo entre el conocimiento de los odontólogos para diseñar una prótesis parcial removible y elaboración del diseño enviado a los técnicos dentales en la ciudad de Tacna. *Universidad Alas Peruanas*.

- Bastidas, A., & Martínez, H. R. (2016). Diseño social: Tendencias, enfoques y campos de acción. *Arquetipo, 13*, 89–113.
- Bernal, O., & Barbosa, S. (2015). La nueva reforma a la salud en Colombia: el derecho, el aseguramiento y el sistema de salud. *Salud Pública de México, 57*(5), 433–440.
- Bet Velazco, D. M., Callejas Villarreal, J. E., & Almeida Cortés, J. C. (2022). Marco político y normativo de la odontología familiar y comunitaria en Colombia. *Universidad del Bosque*.
- Bharathi, G., Kantarao, P., & Srinivasarao, R. (2021). Control and Optimization of DC Microgrid Power Management with Energy Storage Devices and Photovoltaic System. *2021 5th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, 60–69. <https://doi.org/10.1109/ICECA52323.2021.9676160>
- Blanc, T., Dargham, B. B., Ginebreda, I., & Roig, M. (2016). Papel del Prostodoncista en la planificación, coordinación y realización de una Rehabilitación compleja multidisciplinar: A propósito de un caso: p. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica, 18*(3), 209.
- Blasch, E. P., Breton, R., & Valin, P. (2011). Information fusion measures of effectiveness (MOE) for decision support. *Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition XX, 8050*, 422–433.
- Blessing, L. T. M. (1995). A process-based approach to design. In *IEE Colloquium on Wealth Creation from Design (pp. 4-1)*. IET.
- Bonnet, G., Batisse, C., Bessadet, M., Nicolas, E., & Veyrune, J.-L. (2017). A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. *BMC Oral Health, 17*, 1–13.
- Çakmak, G., Cuellar, A. R., Donmez, M. B., Schimmel, M., Abou-Ayash, S., Lu, W.-E., & Yilmaz, B. (2021). Effect of printing layer thickness on the trueness and margin quality of 3D-printed interim dental crowns. *Applied Sciences, 11*(19), 9246.

- Calzada-Gonzales, N., & Ortega-Buitrón, M. (2019). Calidad del diseño de prótesis parcial removible en modelos de trabajo. *Revista Peruana de Ciencias de La Salud*, 1(2), e19–e19.
- Cañas, M. A., Tesone, P., Vanini, S., Guerrini, S., Pasarín, A., & López Acuña, E. (2020). *Análisis de los usuarios*.
- Cascón, W. P., & Revilla-León, M. (2018). Digital workflow for the design and additively manufacture of a splinted framework and custom tray for the impression of multiple implants: A dental technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(6), 805–811.
- Castelin, C. M. (2020). *Clinician perspectives on current implementation of digitally fabricated complete dentures: A survey of prosthodontists*.
- Castellino, R. A. (2005). Computer aided detection (CAD): an overview. *Cancer Imaging*, 5(1), 17.
- Castillo, S. E., & Michalus, J. C. (2023). Aplicación de la herramienta de análisis del modo de fallas y efectos en cadenas de suministro agroindustriales de pequeña escala. *Visión de Futuro*, 27(1), 199–223.
- Challenger-Pérez, I., Díaz-Ricardo, Y., & Becerra-García, R. A. (2014). El lenguaje de programación Python. *Ciencias Holguín*, 20(2), 1–13.
- Chen, Y., Zhang, Z., Xie, Y., & Zhao, M. (2015). A new model of conceptual design based on Scientific Ontology and intentionality theory. Part I: The conceptual foundation. *Design Studies*, 37, 12–36.
- Chiu, Y.-C., Chen, B., Shyu, J. Z., & Tzeng, G.-H. (2006). An evaluation model of new product launch strategy. *Technovation*, 26(11), 1244–1252.

- Chowhan, K. S., Arya, H., & Deodhare, G. S. (2019). Technical Measures Perspectives in Selection of Handling Qualities Criteria for Flight Control Design. *INCOSE International Symposium*, 29, 429–442.
- Chowhan, K. S., Arya, H., & Deodhare, G. S. (2022). Technical measures for translating user needs to system requirements: a case study of a typical high-performance fighter aircraft. *Sādhanā*, 47(2), 100.
- Couretas, J. M. (2022). Measures of cyber performance and effectiveness. In *An Introduction to Cyber Analysis and Targeting* (pp. 197–219). Springer.
- Cruz Soto, C., & González Ríos, C. (2015). Asociación entre satisfacción y evaluación técnica en pacientes rehabilitados con prótesis parcial removible inferior metal acrílica tratados en la Escuela de Odontología. *Universidad de Valparaíso*.
- Cuervo, J. M. (2018). CAD-CAM en prótesis total. Descripción de un caso. *Universitas Odontológica*, 37(78).
- de Almeida, E. O., da Silva, E. M. M., Antenucci, R. M. F., & Júnior, A. C. F. (2007). Prótesis dental en el paciente anciano: aspectos relevantes. *Revista Estomatologica Herediana*, 17(2), 104–107.
- de la Vega, I. (2018). Innovación, tecnologías emergentes y cambio organizacional. El caso de la Fórmula 1. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, 24(1), 311–342.
- Deshmukh, S. V. (2018). Artificial intelligence in dentistry. In *Journal of the International Clinical Dental Research Organization* (Vol. 10, Issue 2, pp. 47–48). Medknow.
- Dobrzański, L. A., & Dobrzański, L. B. (2020). Dentistry 4.0 concept in the design and manufacturing of prosthetic dental restorations. *Processes*, 8(5), 525.

- Emami, E., Taraf, H., de Grandmont, P., Gauthier, G., de Koninck, L., Lamarche, C., & de Souza, R. F. (2012). The association of denture stomatitis and partial removable dental prostheses: a systematic review. *International Journal of Prosthodontics*, 25(2).
- Fontalvo-Herrera, T., Hoz-Granadillo, E. de la, & Cardona-Rojas, D. (2014). Diseño de un plan de mejoramiento para la cadena de suministro de la empresa Drolitoral SA aplicando el modelo SCOR. *Universidad EIA*
- Gaikwad, A. M., Joshi, A. A., de Oliveira-Neto, O. B., Padhye, A. M., Nadgere, J. B., Ram, S. M., & Yadav, S. R. (2022). An Overview of Systematic Reviews and Meta-analyses Evaluating Different Impression Techniques for Implant-Supported Prostheses in Partially and Completely Edentulous Arches. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 37(6).
- Gaitán-Fonseca, C., Ciénega-Flores, A. R., Araujo-Espino, R., Aguilera-Galavíz, L. A., & Pozos-Guillén, A. (2021). Evaluación de la densidad de obturación en conducto radicular principal con técnicas de rayos X, escáner, radiovisiógrafo y tomografía Cone Beam. *Revista Odontológica Mexicana*, 24(4), 253–258.
- Giraldo Caicedo, J. R., Figueroa Guerra, M., & Arroyave Cardozo, D. (2021). *Fase III del desarrollo de software para asistencia en el diseño de prótesis parciales removibles*.
- Gómez, L. C., & Pérez, E. F. (2007). Propuesta de un modelo de gestión para PYMEs, centrado en la mejora continua. *Síntesis Tecnológica*, 3(2), 59–67.
- Gómez, M. M. (2007). EBAO Un nuevo enfoque para el planeamiento militar. *Boletín de Información*, 299, 67–85.

- Gorina, M., Limonero, J. T., Peñart, X., Jiménez, J., & Gassó, J. (2014). Comparación de la satisfacción de los usuarios de atención domiciliaria: modelo integrado vs. modelo dispensarizado. *Atención Primaria*, 46(6), 276–282.
- Govorko, D. K., Benzon, B., Jurela, A., Karega, G. P., Kekez, I. V., Mimica, D., Mikić, I. M., Cigić, L., & Vukojević, K. (2019). Conventional vs. Digital dental impression: practitioner's and patient's perspective-a pilot study. *2019 4th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)*, 1–4.
- Grahovac, W. M., & de Educación, M. (2016). *Tecnicatura Superior en Prótesis Dental*.
- Greil, V., Stawarczyk, B., & Mayinger, F. (2022). Aspectos científicos de los materiales de resinas 3D para restauraciones removibles. *Quintessence: Publicación Internacional de Odontología*, 10(4), 262–269.
- Grünheid, T., Patel, N., De Felipe, N. L., Wey, A., Gaillard, P. R., & Larson, B. E. (2014). Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(2), 157–164.
- Gutiérrez Romero, J. C. (2021). Ingeniería Inversa en la fabricación de piezas de repuesto. *Universidad de Matanzas ES*.
- Hao, J., & Ho, T. K. (2019). Machine learning made easy: a review of scikit-learn package in python programming language. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 44(3), 348–361.
- Hartawan, M. S. (2022). Penerapan User Centered Design (UCD) pada wireframe desain user interface dan user experience aplikasi sinopsis film. *JEIS: Jurnal Elektro Dan Informatika Swadharma*, 2(1), 43–47.

- Hasan, M. M., Loucopoulos, P., & Nikolaidou, M. (2014). Classification and qualitative analysis of non-functional requirements approaches. *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling: 15th International Conference, BPMDS 2014, 19th International Conference, EMMSAD 2014, Held at CAiSE 2014, Thessaloniki, Greece, June 16-17, 2014. Proceedings*, 348–362.
- Henderson, R. (1994). Managing innovation in the information age. *Harvard Business Review*, 72(1), 100–105.
- Iansiti, M. (1995). Technology development and integration: An empirical study of the interaction between applied science and product development. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 42(3), 259–269.
- Iriart, C., & Merhy, E. E. (2017). Disputas inter-capitalistas, biomedicalización y modelo médico hegemónico. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 21, 1005–1016.
- Ishida, Y., Kuwajima, Y., Kobayashi, T., Yonezawa, Y., Asack, D., Nagai, M., Kondo, H., Ishikawa-Nagai, S., Da Silva, J., & Lee, S. J. (2022). Current implementation of digital dentistry for removable prosthodontics in US Dental Schools. *International Journal of Dentistry*, 2022.
- Joda, T., Gintaute, A., Brägger, U., Ferrari, M., Weber, K., & Zitzmann, N. U. (2021). Time-efficiency and cost-analysis comparing three digital workflows for treatment with monolithic zirconia implant fixed dental prostheses: A double-blinded RCT. *Journal of Dentistry*, 113, 103779.
- Junco, J. A. C. (1997). Clasificación de trastornos de ansiedad en el paciente odontológico: una propuesta. *Revista Adm*, 54(4), 207.

- Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., Sarode, S. C., & Bhandi, S. (2021). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry—A systematic review. *Journal of Dental Sciences, 16*(1), 508–522.
- Khanna, S. S., & Dhaimade, P. A. (2017). Artificial intelligence: transforming dentistry today. *Indian J Basic Appl Med Res, 6*(3), 161–167.
- Kim, J. H., Pinhata-Baptista, O. H., Ayres, A. P., da Silva, R. L. B., Lima, J. F., Urbano, G. S., No-Cortes, J., Vasques, M. T., & Cortes, A. R. G. (2022). Accuracy comparison among 3D-printing technologies to produce dental models. *Applied Sciences, 12*(17), 8425.
- Kim, T. K., & Park, J. H. (2019). More about the basic assumptions of t-test: normality and sample size. *Korean Journal of Anesthesiology, 72*(4), 331–335.
- Koch, G. K., Gallucci, G. O., & Lee, S. J. (2016). Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast. *The Journal of Prosthetic Dentistry, 115*(6), 749–754.
- Kossiakoff, A., Biemer, S. M., Seymour, S. J., & Flanigan, D. A. (2020). *Systems engineering principles and practice*. John Wiley & Sons.
- Leiva, A. V., Fernández López, O., & Koudriavtsev, T. V. (2016). Medición del éxito de los pacientes rehabilitados con prótesis removibles. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences, 18*(2), 61–72.
- Levitis, E., Van Praag, C. D. G., Gau, R., Heunis, S., DuPre, E., Kiar, G., Bottenhorn, K. L., Glatard, T., Nikolaidis, A., & Whitaker, K. J. (2021). Centering inclusivity in the design of online conferences—An OHBM–Open Science perspective. *GigaScience, 10*(8), giab051.
- Lin, W.-S., Harris, B. T., Pellerito, J., & Morton, D. (2018). Fabrication of an interim complete removable dental prosthesis with an in-office digital light processing three-dimensional printer: A proof-of-concept technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry, 120*(3), 331–334.

- Liverpool-Tasie, L. S. O., Wineman, A., Young, S., Tambo, J., Vargas, C., Reardon, T., Adjognon, G. S., Porciello, J., Gathoni, N., & Bizikova, L. (2020). A scoping review of market links between value chain actors and small-scale producers in developing regions. *Nature Sustainability*, 3(10), 799–808.
- López Ruiz, A. (2023). Simulación de escaneados 3D. *Ujaen.es*
- Losavio, F., & Esteves, Y. (2015). Modelo del Negocio para Análisis del Dominio del Software Educativo: un enfoque centrado en la calidad del producto. *Sapiens*, 16(1), 49–76.
- Lucas, L. V. M., Gennari, F. H., Goiato, M. C., Dos Santos, D. M., Moreno, A., & Falcón-Antenucci, R. M. (2010). Estética en prótesis removibles. *Revista Cubana de Estomatología*, 47(2), 224–235.
- Lutz, M. (2013). Learning python: Powerful object-oriented programming. “ O’Reilly Media, Inc.”
- Mantilla Arenas, J. G., & Villanova Mejía, J. S. (2018). Desarrollo de un sistema de visualización de los prestadores de servicios de salud y sus niveles de calidad en el Departamento de Santander. *Universidad Autónoma de Bucaramanga*.
- Menendez, L., Somonte, M. D., & Escudero, M. del M. E. (2021). Escáneres ópticos 3D de mano en ingeniería inversa. *Proyecta56, an Industrial Design Journal*, 1, 8–19.
- Merino, R. F. M., & Chacón, C. I. Ñ. (2017). Bosques aleatorios como extensión de los árboles de clasificación con los programas R y Python. *Interfases*, 10, 165–189.
- Metsälä, E., Henner, A., & Ekholm, M. (2014). Quality assurance in digital dental imaging: a systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 72(5), 362–371.
- Mirea, R. B. (2021). Del neolítico al 3D: Un vistazo a la evolución de la prótesis dental (Y II). *Gaceta Dental: Industria y Profesiones*, 336, 82–91.

- Monguet, J. M., & Navarro, M. V. F. (2015). Notas sobre investigación en diseño e innovación. *Taller Servicio 24 Horas, 20 BIS*, 17–28.
- Montoya Vargas, M., & Jimenez Restrepo, J. D. (2021). *Exactitud de impresoras 3D en la impresión de modelos dentales: Estudio transversal*.
- Morales Varela, A., Rojas Ramírez, J. A., Hernández Gómez, L. H., Morales González, Á., & Jiménez Reyes, M. Y. (2015). Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 23(2), 182–195.
- Mousa, M. A., Jamayet, N., Lynch, E., & Husein, A. (2020). Biomechanical stress in removable complete dental prostheses: a narrative review of finite element studies. *Journal of International Oral Health*, 12(5), 413.
- Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2015). *Production and operations analysis*. Waveland Press.
- Novak-Marcincin, J., Barna, J., Janak, M., & Novakova-Marcincinova, L. (2013). Augmented reality aided manufacturing. *Procedia Computer Science*, 25, 23–31.
- Osorio, J. C., Manotas, D. F., & Rivera, L. (2017). Priorización de riesgos operacionales para un proveedor de tercera parte logística-3PL. *Información Tecnológica*, 28(4), 135–144.
- Ozgur, C., Colliau, T., Rogers, G., & Hughes, Z. (2017). MatLab vs. Python vs. R. *Journal of Data Science*, 15(3), 355–371.
- Palomino, J. M., & Gómez, C. I. V. (2020). Caracterización y evolución del ejercicio de los laboratoristas dentales en el Valle de Aburrá. *Revista Nacional de Odontología*, 16(2), 1–13.
- Paritala, P. K., Manchikatla, S., & Yarlagadda, P. K. D. V. (2017). Digital manufacturing-applications past, current, and future trends. *Procedia Engineering*, 174, 982–991.

- Parras, D., Romero, L., Cavas, F., Nieto, J., , D. G. (2016). Escaneado y reconstrucción 3d a partir de imágenes como herramienta didáctica de iniciación a la ingeniería inversa. *Cañavate, F. J. F., & Fernández-Pacheco*
- Payton, J., Barnes, T., Buch, K., Rorrer, A., & Zuo, H. (2015). The effects of integrating service learning into computer science: an inter-institutional longitudinal study. *Computer Science Education, 25*(3), 311–324.
- Pereira, A. L. C., de Medeiros, A. K. B., de Sousa Santos, K., de Almeida, É. O., Barbosa, G. A. S., & Carreiro, A. da F. P. (2021). Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry, 125*(2), 241–248.
- Pistikopoulos, E. N., Tian, Y., & Bindlish, R. (2021). Operability and control in process intensification and modular design: Challenges and opportunities. *AIChE Journal, 67*(5), e17204.
- Prajogo, D. I., McDermott, P., & Goh, M. (2008). Impact of value chain activities on quality and innovation. *International Journal of Operations & Production Management, 28*(7), 615–635.
- Ramos Acosta, D. A. (2013). Uso de la ingeniería inversa como metodología de enseñanza en la formación para la innovación. *World Engineering Education Forum: Innovation In Research And Engineering Education: Key Factors For Global Competitiveness, 1–7.*
- Rincón Perico, N. Y., Toscano Lozano, N. Y., & Trujillo Puentes, C. A. (2021). Caracterización de las prácticas de referencia para la gestión del talento humano en el sector salud del municipio de Bucaramanga enmarcado en el COVID19-SARS-CoV-2. UTS Colombia.
- Riofrío, M. I. P., Pazmiño, F. J. Y., Granizo, G. G. U., & Mayorga, E. R. D. (2023). Factores y estrategias en el análisis del riesgo operacional: Caso COAC Kullki Wasi Ltda. *Revista*

- Científica FIPCAEC (Fomento de La Investigación y Publicación Científico-Técnica Multidisciplinaria)*. ISSN: 2588-090X. *Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP)*, 8(1), 186–201.
- Rivera González, L. J., Rico Mendoza, A., & Rico Mendoza, A. (2020). Edentulismo parcial en Colombia de acuerdo al ENSAB IV. *Universidad del Bosque*.
- Rivera, M. A. R. (2020). Creatividad y pensamiento de diseño en el contexto educativo. *Movilidad Virtual de Experiencias Educativas*.
- Rodríguez, F. J. O., Barbosa, J. J. G., Ramos, J. B. H., Córdova-Esparza, D. M., & Cabrera, C. C. A. (2021). *Sistema de escaneo 3D panorámico*.
- Roedler, G. J., & Jones, C. (2005). Technical measurement: A collaborative project of PSM, INCOSE, and industry. *Practical Software and Systems Measurement, International Council on Systems Engineering Measurement Working Group, INCOSE-TP-2003-020-01*, 9–10.
- Rosenstiel, S. F., Land, M. F., & Fujimoto, J. (2016). *Prótesis fija contemporánea*. Elsevier Health Sciences.
- Rubio Rubio, J., & Alemán Contreras, A. de J. (2019). *Prótesis parcial removible III*. Corporación Universitaria Rafael Núñez.
- Ruiz Lozano, D. G. (2021). Impacto de la cualificación o profesionalización de la dirección de las empresas del sector del olivar en el grado de innovación tecnológica de sus procesos productivos. *Ujaen ES*.
- Ruiz, Y. A. R., Sánchez, J. F. L., Cruz, S. E. D., & Rizo, A. S. (2020). Influencia de la innovación en el proceso productivo. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 33, 64–78.
- Sánchez, S. C. C., & Lemos, D. M. C. (2007). Análisis de la asociación entre la calidad vida y la condición oral de las personas mayores vinculadas a tres instituciones geriátricas de

- Bucaramanga: II Fase. *UstaSalud: Revista de La División de Ciencias de La Salud*, 6(2), 75–86.
- Sanhueza, G. A. S., & Cabrera, F. C. (2014). La evaluación de los aprendizajes orientada al desarrollo de competencias en Odontología. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 28(1), 104–114.
- Sarhan, M. M., Khamis, M. M., Abdelhamid, A. M., & Ezzelarab, S. (2023). Evaluation of the virtual cement gap parameter of different CAD software programs in designing a single crown restoration: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.
- Schwendicke, F. al, Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of Dental Research*, 99(7), 769–774.
- Sedeño, A. C. (2019). Resección de torus palatino y colocación post-quirúrgica de placa contensora de colgajo. Reporte de caso. *Odontología Activa Revista Científica*, 4(Esp), 71–76.
- Shishodia, A., Sharma, R., Rajesh, R., & Munim, Z. H. (2023). Supply chain resilience: A review, conceptual framework and future research. *The International Journal of Logistics Management*, 34(4), 879–908.
- Solaberrieta, E., Minguez, R., Barrenetxea, L., Etxaniz, O., Goikoetxea, N., Otegi, J. R., Brizuela, A., & Arias, A. (2015). Integración de la ingeniería en la odontología. *Dyna*, 90(1), 1–4.
- Sotelo Tornero, C. A. (2017). *Impresiones en prótesis dental: materiales y técnicas*.
- Srinivasan, M., Kamnoedboon, P., McKenna, G., Angst, L., Schimmel, M., Özcan, M., & Müller, F. (2021). CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color

- stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes. *Journal of Dentistry*, *113*, 103777.
- Steinmassl, O., Dumfahrt, H., Grunert, I., & Steinmassl, P.-A. (2018). CAD/CAM produces dentures with improved fit. *Clinical Oral Investigations*, *22*, 2829–2835.
- Suese, K. (2020). Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dental Materials Journal*, *39*(1), 52–56.
- Tada, S., Ikebe, K., Matsuda, K., & Maeda, Y. (2013). Multifactorial risk assessment for survival of abutments of removable partial dentures based on practice-based longitudinal study. *Journal of Dentistry*, *41*(12), 1175–1180.
- Takaichi, A., Fueki, K., Murakami, N., Ueno, T., Inamochi, Y., Wada, J., Arai, Y., & Wakabayashi, N. (2022). A systematic review of digital removable partial dentures. Part II: CAD/CAM framework, artificial teeth, and denture base. *Journal of Prosthodontic Research*, *66*(1), 53–67.
- Tapella, E. (2007). El mapeo de actores claves. *Universidad Nacional de Cordoba*.
- Tejera-Martínez, F., Aguilera, D., & Vílchez-González, J. M. (2020). Lenguajes de programación y desarrollo de competencias clave. Revisión sistemática. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, *22*.
- Timofeev, A. V, Piirainen, V. Y., Bazhin, V. Y., & Titov, A. B. (2021). Operational Analysis and Medium-Term Forecasting of the Greenhouse Gas Generation Intensity in the Cryolithozone. *Atmosphere*, *12*(11), 1466.
- Trojanowska, J., Kolinski, A., Galusik, D., Varela, M. L. R., & Machado, J. (2018). A methodology of improvement of manufacturing productivity through increasing operational efficiency of the production process. *Advances in Manufacturing*, 23–32.

- Turrión, A. S., de Oyagüe, R. C., Madrigal, B. S., & Jorge, M. I. S. (2004). Principios biomecánicos en el diseño de prótesis completas. *Gaceta Dental: Industria y Profesiones*, 153, 46–57.
- Valverde, A., Tatiana Vargas, D. D. S., & Ottón Fernández, D. D. S. (2015). Validación de un instrumento para conocer el nivel de satisfacción de pacientes rehabilitados con prótesis removible. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences*, 17(3), 87–94.
- Velásquez Ponce, L., & Gallardo Bastidas, J. C. (2018). Calidad de vida relacionada a salud oral en pacientes portadores de prótesis total.: clínica UCSG 2014. *Conrado*, 14(61), 161–164.
- Vieira, J. (2007). Análisis de las técnicas de impresión en prótesis parcial removible a extensión distal. *Acta Odontológica Venezolana*, 45(2), 294–301.
- Villamizar Cote, J. M. (2014). Plan de mercadeo para la empresa Suministros Dentales Villamizar. Bachelor's thesis, *Universidad Autónoma de Occidente*.
- Villavicencio-Caparó, E. (2021). Odontología digital al alcance de todos. *Odontología Activa Revista Científica*, 6(2), V–VII.
- Viloria Altamar, A. P. (2021). *Implementación del sistema único de habilitación de acuerdo a la Resolución 3100 de 2019 en el Centro de Salud San Miguel*.
- Votruba, P., Nisley, R., Rothrock, R., & Zombro, B. (2001). Single Integrated Air Picture (SIAP): Measures of Effectiveness (MOEs) and Measures of Performance (MOPs). *Tijdschrift voor Veiligheid*, 14(2), 3
- Winzenrieth, R., Michelet, F., & Hans, D. (2013). Three-dimensional (3D) microarchitecture correlations with 2D projection image gray-level variations assessed by trabecular bone score using high-resolution computed tomographic acquisitions: effects of resolution and noise. *Journal of Clinical Densitometry*, 16(3), 287–296.

- Yanyan, H. (2009). A methodology of simulation and evaluation on the operational effectiveness of weapon equipment. *2009 Chinese Control and Decision Conference*, 131–136.
- Zamora, E. A. (2016). Value chain analysis: A brief review. *Asian Journal of Innovation and Policy*, 5(2), 116–128.
- Zens, M. A., Rodrigues, R. F., Fernandes, S. L., Francisconi-dos-Rios, L. F., Manfredi, G. G. P., Cavenago, B. C., & Francisconi, P. A. S. (2014). Estabilidade dimensional linear de alginatos de última geração em função do tempo de armazenagem dos moldes. *Brazilian Oral Research*, 28, 414.
- Zhang, X., Chang, S., & Eric, M. (2012). Renewable energy in China: An integrated technology and policy perspective. In *Energy Policy* (Vol. 51, pp. 1–6). Elsevier.
- Zhou, K. (2008). Field Evaluation of San Pablo Corridor Transit Signal Priority (TSP) System. *System (No. UCB-ITS-PWP-2008-7)*

Apéndices

Apéndice A. Roles y actividades

Tabla 14

Listado de actores y actividades

Código	Actor	Descripción	Actividades
A1	Clínica dental o consultorio odontológico	Es un ente prestador de servicio de salud habilitado por el estado según la resolución 3100 de 2019 del Ministerio de Salud de Colombia (Viloria Altamar, 2021).	Definición de protocolos de atención para paciente edéntulo. Definición de estándar de infraestructura y equipos destinada a la atención. Definición de protocolo de diseño de prótesis dentales removibles parciales

A2	Laboratorio	Ente que fabrica	Definición
	dental	prótesis dentales y debe ser regulado por el Invima, según la resolución 2113 de 2021 (Bet Velazco et al., 2022b)	de protocolo de fabricación de prótesis dentales removibles parciales. Definición de estándar de infraestructura y calidad
A3	Ministerio de	Entidad pública	Definición
	Salud	nacional responsable de dictar y vigilar los lineamientos de la salud pública en Colombia (Bernal & Barbosa, 2015)	de lineamientos para el aseguramiento de la calidad en los servicios de salud – Resolución 3100 de 2019 del sistema único de habilitación SUH. Definición de lineamientos

			resolución 2113 de 2021 y 214 de 2022 sobre fabricación de dispositivos médicos bucales a la medida.
A4	Invima	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Es autónomo administrativamente y controla prótesis dentales removibles como dispositivos médicos (Bet Velazco et al., 2022b).	Validación de cumplimiento de la resolución 2113 de 2021 y 214 de 2022 por parte de los laboratorios dentales
A5	Secretaría de Salud Departamental	Entidad pública departamental (Departamento de Santander) responsable de vigilar el cumplimiento de los lineamientos de salud	Verificación y validación del cumplimiento de los prestadores de salud de la resolución 3100 de 2019

		establecidos por el Ministerio de Salud (Mantilla Arenas & Villanova Mejía, 2018).	
--	--	---	--

A6	Secretaría de Salud Municipal	Entidad pública municipal responsable del cumplimiento de lineamientos de salud pública a nivel propio, departamental y nacional (Rincón Perico et al., 2021).	Verificación y validación de los cumplimientos mínimos sanitarios y ambientales.
-----------	----------------------------------	---	--

A7	Odontólogo General	Profesional acreditado para prestar servicios de odontología general en entidades de salud en Colombia (Sanhueza & Cabrera, 2014).	Valoración del paciente edéntulo Diseño de prótesis dentales removibles parciales. Toma de impresiones
-----------	-----------------------	--	--

			bucales del paciente edéntulo
			Prueba en cera de la prótesis dental removible parcial.
			Adaptación en boca de la prótesis dental removible parcial.

A8	Odontólogo	Profesional	Valoración
	Rehabilitador Oral	acreditado para prestar servicios de odontología en rehabilitación, incluyendo el diseño de prótesis dentales fijas o removibles (Blanc et al., 2016).	del paciente edéntulo Diseño de prótesis dentales removibles parciales. Toma de impresiones bucales del paciente edéntulo

				Prueba en cera de la prótesis dental removible parcial.
				Adaptación en boca de la prótesis dental removible parcial.

A9	Laboratorista	Técnico	en	Fabricación
	Dental	fabricación de artefactos	de modelo en cera	
		usados para tratamientos	para prueba	
		odontológicos prescritos	Fabricación	
		por profesionales de la	de prótesis dental	
		salud (Palomino &	removible parcial	
		Gómez, 2020).	en acrílico o metal	

A10	Paciente	Persona sujeta a		Solicitud de
	Odontológico	tratamiento odontológico	valoración	por
	(Usuario)	en fase preventiva o	profesional de la	
		curativa de una patología	salud.	
		oral (Junco, 1997).		Prueba en
				clínica

				Adaptación en clínica
A11	Recepcionista	Persona	Contacto	
		responsable de inicial con el interactuar con pacientes y clientes en el consultorio odontológico y recibirlos en cada fase de los tratamientos establecidos.	paciente y entrevista preliminar.	
			Logística	
				del envío y recogida de la prueba y prótesis dental removible parcial del laboratorio dental.
A12	Logística	Parte involucrada	Transporte	
		en el proceso de transporte y mensajería de prótesis dentales entre consultorios odontológicos y laboratorios dentales.	de prueba y prótesis dental removible parcial.	

Nota. Elaboración propia

Apéndice B. Usuarios arquetípicos

a. Usuario Arquetipo: Odontólogo General

Tabla 15

Usuario Arquetipo odontólogo General

<p>Nombre: Dr. Juan Rodríguez</p> <p>Edad: 40 años</p> <p>Experiencia: 15 años de práctica como odontólogo general</p> <p>Segmento de Población: Atiende principalmente a pacientes de estratos medio y bajo con limitaciones económicas.</p>	
<p>Rol en el Proceso</p>	<p>El Dr. Rodríguez es un odontólogo general dedicado a brindar soluciones dentales accesibles y de calidad a sus pacientes. Realiza trabajos con prótesis dentales removibles parciales como una opción versátil y duradera para aquellos pacientes con presupuestos más ajustados. Trabaja en colaboración con laboratoristas dentales para el diseño y fabricación de las prótesis, utilizando materiales de buena calidad y precios razonables.</p>

Motivación

El Dr. Rodríguez se siente motivado por poder ofrecer opciones de rehabilitación oral asequibles a su segmento de población, comprendiendo que la prótesis dental removible parcial puede ser una excelente solución para muchos pacientes con limitaciones económicas. Su principal objetivo es mejorar la calidad de vida de sus pacientes a través de tratamientos efectivos y adaptados a sus posibilidades financieras.

Desafíos

Aunque la mayoría de sus trabajos en prótesis dentales tienen éxito, el Dr. Pérez enfrenta el desafío de optimizar los tiempos de entrega y mejorar la comunicación con los laboratoristas dentales. Además, busca encontrar el equilibrio entre la calidad de los materiales y el costo para poder ofrecer soluciones dentales asequibles sin comprometer la funcionalidad y durabilidad de las prótesis.

Nota. Elaboración propia

b. Usuario Arquetipo: Odontólogo Especializado en Rehabilitación Oral

Tabla 16

Usuario arquetipo odontólogo especializado en rehabilitación oral

Nombre: Dra. Laura Gómez

Edad: 35 años

Experiencia: 10 años de práctica como odontóloga especializada en rehabilitación oral

Segmento de Población: Atiende a pacientes de estratos altos con capacidad adquisitiva alta.



Rol en el Proceso

La Dra. Gómez es una especialista en rehabilitación oral que se enfoca principalmente en tratamientos con implantes y prótesis fijas. Aunque también realiza trabajos con prótesis dentales removibles parciales, prefiere considerarlas como una opción de rehabilitación secundaria. Suele diseñar las prótesis de manera independiente, aunque en ocasiones trabaja en conjunto con laboratoristas dentales que se adapten a los estándares de calidad que busca.

Motivación

La Dra. Gómez está motivada por ofrecer tratamientos de alta calidad y avanzados a sus pacientes, utilizando materiales de primera línea y tecnologías de vanguardia. Si bien reconoce la utilidad de las prótesis dentales removibles parciales, su enfoque se inclina hacia soluciones más permanentes y fijas para lograr una rehabilitación oral completa y duradera.

Desafíos

Uno de los desafíos principales para la Dra. Gómez es mantener tiempos de entrega más rápidos en comparación con un odontólogo general debido a la demanda de pacientes de estratos altos. Además, busca innovar en técnicas de odontología digital para mejorar la precisión y eficiencia en la fabricación de prótesis, aunque aún enfrenta obstáculos en este campo.

Nota. Elaboración propia

c. Usuario Arquetipo: Laboratorista Dental

Tabla 17

Usuario arquetipo laboratorista dental

Nombre: Sr. Andrés Rodríguez

Edad: 38 años

Experiencia: 20 años de experiencia como

laboratorista dental



Rol en el Proceso

El Sr. Rodríguez es un laboratorista dental experimentado que trabaja tanto con odontólogos generales como especializados en rehabilitación oral. Se encarga de fabricar prótesis dentales removibles parciales siguiendo las indicaciones y diseños proporcionados por los odontólogos. Realiza su trabajo de manera artesanal, prestando especial atención a los detalles y la precisión.

Motivación

El Sr. Rodríguez encuentra satisfacción en su habilidad para crear prótesis dentales de alta calidad y contribuir al bienestar de los

pacientes. Desea ser valorado como un miembro importante del equipo odontológico y busca una comunicación más fluida y colaborativa con los odontólogos para asegurar el éxito en el proceso de diseño y fabricación de prótesis.

Desafíos

Uno de los principales desafíos para el Sr. Rodríguez es el manejo de altas cargas de trabajo, ya que realiza muchos trabajos de prótesis al mes. Además, busca que los odontólogos comprendan mejor su labor y eviten recargarle toda la responsabilidad del proceso, ya que su papel como laboratorista dental es fundamental para lograr prótesis de alta calidad y precisión.

Nota. Elaboración propia

Apéndice C. Matrices de impacto e influencia

Tabla 18

Matriz de impacto a

	Clínica dental	Laboratorio dental	Ministerio de salud	Invima	Secretaría de Salud Departamental	Secretaría de Salud Municipal
Actividades	Impacto medio	Impacto alto	Impacto alto	Impacto alto	Impacto alto	Impacto medio
Oportunidades de mejora	Impacto alto	Impacto alto	Impacto alto	Impacto alto	Impacto alto	Impacto alto

Nota. Matriz de impacto construida a partir de la información de entrevistas y observación de campo.

La siguiente tabla continua la matriz de impacto de todos los roles.

Tabla 19

Matriz de impacto b

	Odontólogo general	Odontólogo rehabilitador oral	Laboratorista dental	Paciente odontológico	Recepcionista	Logística	Equipos
Actividades	Impacto medio	Impacto medio	Impacto alto	Impacto bajo	Impacto bajo	Impacto medio	Impacto alto
Oportunidades de mejora	Impacto alto	Impacto alto	Impacto alto	Impacto medio	Impacto medio	Impacto medio	Impacto alto

Nota. Matriz de impacto construida a partir de la información de entrevistas y observación de campo.

La matriz de influencia se observa en las tablas 12 y 13.

Tabla 20

Matriz de influencia a.

PI	Laboratorio dental	Ministerio de salud	Invima	Secretaría de salud departamental	Secretaría de salud municipal	Odontólogo general
-----------	---------------------------	----------------------------	---------------	--	--------------------------------------	---------------------------

Clínica dental	-	-	-	-	-	-
Laboratorio dental	-	-	-	-	-	-
Ministerio de salud	-	-	-	X	-	-
Invima	-	-	-	-	-	-
Secretaría de salud departamental	-	-	-	-	-	-
Secretaría de salud municipal	-	-	-	-	X	-
Odontólogo general	X	-	-	-	-	-
Odontólogo rehabilitador oral	X	-	-	-	-	-
Laboratorista dental	-	X	-	-	-	-
Paciente odontológico	X	-	-	-	-	-
Recepcionista	X	-	-	-	-	-
Logística	X	-	-	-	-	-
Equipos	-	-	-	-	-	-

Nota. Se detalla la matriz de influencia

La matriz de influencia continúa en la tabla 13 para todos los roles.

Tabla 21

Matriz de influencia b.

PI	Odontólogo rehabilitador oral	Odontólogo dental	Paciente odontológico	Recepcionista	Logística	Equipos
Clínica dental	X	X	-	X	X	X
Laboratorio dental	-	-	X	-	-	-
Ministerio de salud	-	-	-	-	-	-

Invima	-	-	X	-	-	-
Secretaría de salud departamental	-	-	-	-	-	-
Secretaría de salud municipal	-	-	-	-	-	-
Odontólogo general	-	-	-	-	-	-
Odontólogo rehabilitador oral	-	-	-	-	-	-
Laboratorista dental	-	-	-	-	-	-
Paciente odontológico	-	-	-	-	X	-
Recepcionista	-	-	-	X	-	-
Logística	-	-	-	-	-	-
Equipos	-	-	-	-	-	-

Nota. Se detalla la matriz de influencia

Apéndice D. *Técnicas y herramientas y oportunidades de mejora*

Tabla 22

Listado de técnicas y herramientas – Laboratorista dental

Ítem	Listado de técnicas	Listado de herramientas
1	Elaboración de la prótesis dental a partir de los modelos de impresión: Técnica utilizada para fabricar la prótesis dental a partir del modelo de impresión obtenido en la clínica dental.	Hornos para la polimerización de resinas acrílicas: Instrumentos utilizados para la polimerización de las resinas acrílicas utilizadas en la fabricación de la prótesis. Lámparas de polimerización: Instrumentos utilizados para curar los materiales de la prótesis dental.
2	Selección y ajuste de los dientes artificiales: Técnica	Instrumentos manuales para tallado y ajuste de los dientes artificiales: Instrumentos

	utilizada para seleccionar y ajustar los dientes artificiales que se utilizarán en la prótesis.	utilizados para tallar, dar forma y ajustar los dientes artificiales para que se ajusten a la boca del paciente.
3	Acabado y pulido de la prótesis: Técnica utilizada para darle el acabado final a la prótesis dental y pulir sus superficies.	Herramientas manuales para tallado y acabado: Instrumentos utilizados para darle forma y acabado a la prótesis dental, como fresas, cepillos y pulidores. Materiales de modelado y pulido: Materiales utilizados para darle el acabado final a la prótesis dental, como ceras, abrasivos y pulidores.
4	Coordinación con la clínica dental: Técnica utilizada para coordinar el diseño y la fabricación de la prótesis dental con la clínica dental.	Comunicación con la clínica dental: Comunicación constante con la clínica dental para asegurarse de que se están cumpliendo los requisitos y las especificaciones de la prótesis dental.
5	Ensamblaje de la prótesis dental: Técnica utilizada para ensamblar la prótesis dental y agregar los componentes necesarios, como ganchos o retenedores, para	Componentes para la prótesis dental: Ganchos, retenedores, conectores y otros componentes utilizados para unir la prótesis dental a los dientes naturales del paciente.

	sujetar la prótesis a los dientes naturales del paciente.	
6	Verificación y ajuste final de la prótesis dental: Técnica utilizada para verificar que la prótesis dental se ajusta adecuadamente y realizar ajustes finales si es necesario.	Instrumentos de diagnóstico y evaluación de la oclusión: Espejos dentales, exploradores dentales, radiografías dentales, etc., utilizados para evaluar la oclusión del paciente y ajustar la prótesis. Articuladores dentales: Instrumento utilizado para simular la oclusión de la boca del paciente y ajustar la prótesis.

Nota. Este listado es tomado del trabajo en campo y entrevistas en los consultorios y profesionales previamente seleccionados.

Tabla 23

Listado de técnicas y herramientas – odontólogo general

Ítem	Listado de técnicas	Listado de herramientas
1	Toma de impresiones: Técnica utilizada para tomar impresiones de la boca del paciente y obtener un modelo de estudio preciso.	Jeringas para impresiones: Instrumento utilizado para inyectar el material de impresión en la boca del paciente. Cubetas de impresión: Instrumento utilizado

		para sostener el material de impresión en su lugar en la boca del paciente.
2	Selección de dientes artificiales: Técnica utilizada para seleccionar los dientes artificiales que mejor se adapten a las características físicas y estéticas del paciente.	Modelos de estudio: Modelos de arcilla, yeso u otro material utilizado para simular la anatomía de la boca del paciente y diseñar la prótesis.
3	Ajuste y colocación de prótesis: Técnica utilizada para ajustar y colocar la prótesis dental en la boca del paciente.	Articuladores dentales: Instrumento utilizado para simular la oclusión de la boca del paciente y ajustar la prótesis. Instrumentos de diagnóstico y evaluación de la oclusión: Espejos dentales, exploradores dentales, radiografías dentales, etc., utilizados para evaluar la oclusión del paciente y ajustar la prótesis.

Nota. Este listado es tomado del trabajo en campo y entrevistas en los consultorios y profesionales previamente seleccionados.

Tabla 24

Listado de técnicas y herramientas – rehabilitador oral

Ítem	Listado de técnicas	Listado de herramientas
1	Planificación y diseño de la prótesis: Técnica utilizada para planificar y diseñar la prótesis dental.	Software de diseño asistido por ordenador (CAD) para prótesis: Software especializado utilizado para diseñar prótesis dentales de forma digital.
2	Selección de materiales: Técnica utilizada para seleccionar los materiales más adecuados para la prótesis dental en función de las necesidades del paciente.	Instrumentos y herramientas especializadas utilizadas para evaluar la oclusión, la estética, la función y la salud bucal del paciente.
3	Ajuste y colocación de prótesis: Técnica utilizada para ajustar y colocar la prótesis dental en la boca del paciente.	Articuladores dentales: Instrumento utilizado para simular la oclusión de la boca del paciente y ajustar la prótesis. Software de diseño asistido por ordenador (CAD) para prótesis: Software especializado utilizado para diseñar prótesis dentales de forma digital.

Nota. El listado de técnicas y herramientas se realizó con base en observación de campo, entrevistas.

Con la información previa relacionada con la descripción de la descripción de roles y actividades, relaciones entre sí y herramientas se desarrolló el listado de oportunidades de mejora, el cual fue el insumo principal para la determinación de los objetivos operacionales (Roedler & Jones, 2005). El listado de oportunidades de mejora se observa en la tabla 17.

Tabla 25

Listado de oportunidades de mejora

Actor o parte interesada	Oportunidades de mejora
Clínica dental o consultorio odontológico	<p>Desarrollo de un sistema de verificación de cumplimiento del protocolo de atención al paciente edéntulo.</p> <p>Evaluar y mejorar la infraestructura y equipos disponibles para la atención de pacientes edéntulos que requieran prótesis dentales removibles parciales.</p> <p>Verificar el cumplimiento del protocolo de diseño de prótesis dentales removibles parciales.</p> <p>Gestionar la entrega de las prótesis dentro del tiempo pactado con el paciente.</p> <p>Gestionar el control de calidad en tiempo y procedimientos.</p>

Actor o parte interesada	Oportunidades de mejora
	<p>Gestionar la satisfacción del paciente desde la perspectiva de su tiempo y consideraciones del tratamiento.</p> <p>Gestionar el máximo aprovechamiento de recursos en pro del proceso y el paciente.</p>
Laboratorio dental	<p>Verificar el cumplimiento del protocolo de fabricación de prótesis dentales removibles parciales.</p> <p>Evaluar y mejorar la infraestructura y equipos para la fabricación de prótesis dentales removibles parciales.</p> <p>Gestionar la entrega de las prótesis dentro del tiempo pactado con el consultorio odontológico.</p> <p>Gestionar el control de calidad en tiempo y procedimientos.</p> <p>Gestionar la satisfacción del odontólogo y rehabilitador.</p> <p>Gestionar el máximo aprovechamiento de recursos en pro del proceso y el paciente.</p>
Odontólogo general	<p>Uso del documento de diagnóstico, diseño y requerimientos dirigido a laboratorios dentales.</p>

Actor o parte interesada	Oportunidades de mejora
	<p data-bbox="699 304 1339 338">Cumplimiento de la resolución 3100 de 2019.</p> <p data-bbox="605 380 1339 485">implementación de conceptos del flujo de trabajo de odontología digital</p> <p data-bbox="605 527 1339 632">Desarrollar el trabajo en clínica para cumplir con el tiempo pactado con el paciente.</p> <p data-bbox="605 674 1339 779">Implementar estrategias para el control de calidad en tiempo y procedimientos.</p> <p data-bbox="605 821 1339 999">Ejecutar los procedimientos teniendo como pilar la satisfacción del paciente desde la perspectiva de su tiempo y consideraciones del tratamiento.</p> <p data-bbox="605 1041 1339 1146">Maximizar el aprovechamiento de recursos en pro del proceso y el paciente.</p>
<p data-bbox="203 1260 521 1293">Odontólogo rehabilitador oral</p>	<p data-bbox="605 1260 1339 1365">Uso del documento de diagnóstico, diseño y requerimientos dirigido a laboratorios dentales.</p> <p data-bbox="605 1407 1339 1585">Cumplimiento de la resolución 3100 de 2019. implementación de conceptos de la odontología digital.</p> <p data-bbox="605 1627 1339 1732">Desarrollar el trabajo en clínica para cumplir con el tiempo pactado con el paciente.</p>

Actor o parte interesada	Oportunidades de mejora
	<p data-bbox="605 310 1343 415">Implementar estrategias para el control de calidad en tiempo y procedimientos.</p> <p data-bbox="605 457 1343 636">Ejecutar los procedimientos teniendo como pilar la satisfacción del paciente desde la perspectiva de su tiempo y consideraciones del tratamiento.</p> <p data-bbox="605 678 1343 783">Maximizar el aprovechamiento de recursos en pro del proceso y el paciente.</p>
<p data-bbox="297 898 513 926">Laboratorista dental</p>	<p data-bbox="605 898 1343 1003">Implementación de los estándares de calidad de la resolución 2113 de 2021.</p> <p data-bbox="703 1045 1219 1073">Cumplimiento de estándares del Invima.</p> <p data-bbox="605 1115 1343 1220">Gestionar la entrega de las prótesis dentro del tiempo pactado con el consultorio odontológico.</p> <p data-bbox="605 1262 1343 1367">Aplicar el control de calidad en tiempo y procedimientos de fabricación.</p> <p data-bbox="605 1409 1343 1587">Implementar medidas pensando en el cumplimiento de las directrices del odontólogo y rehabilitador.</p> <p data-bbox="605 1629 1343 1734">Maximizar el aprovechamiento de recursos en pro del proceso y el paciente.</p>

Actor o parte interesada	Oportunidades de mejora
Paciente odontológico (usuario)	Facilitar la comunicación con el profesional en cuanto a los requerimientos y el nivel de satisfacción.
Recepcionista	Controlar la calidad de comunicación entre paciente y profesional de la salud.
Logística	Mejorar los tiempos de transporte.

Nota. Este listado es tomado del trabajo en campo y entrevistas en los consultorios y profesionales previamente seleccionados dentro del mapa de roles en zona directa afectación.

Apéndice E. Modelado según componentes

Tabla 26

Modelado según componentes

Componente	Rol	Proceso	Subproceso
Análisis de la situación	Especialista en prótesis dentales	Revisión de requisitos del paciente	Obtener información del historial médico, dentadura actual, y requerimientos estéticos y funcionales

Componente	Rol	Proceso	Subproceso
		Análisis de la dentadura actual	Identificación de problemas dentales y consideración de la posición de los dientes adyacentes
		Diseño de la estructura de la prótesis dental removible parcial	Diseño del soporte y conectores para asegurar sujeción y estabilidad
		Verificación de la precisión de los requisitos del paciente	Revisión de la propuesta de prótesis dental removible parcial con el paciente
Diseño	Especialista en diseño	Modelado de la prótesis dental removible parcial	Uso de software de diseño para crear modelos 3D de la prótesis dental removible parcial
		Verificación del diseño	Revisión del modelo 3D con el especialista en prótesis dentales y el paciente

Componente	Rol	Proceso	Subproceso
		Ajuste del diseño	Realizar modificaciones al modelo 3D para lograr los requisitos estéticos y funcionales del paciente
Fabricación	Técnico en prótesis dentales	Creación del molde de la prótesis dental removible parcial	Utilización de materiales para crear el molde a partir del modelo 3D
		Fabricación de la prótesis dental removible parcial	Uso de materiales específicos para crear la prótesis dental removible parcial
		Ensamblaje de la prótesis dental removible parcial	Unión de las distintas piezas de la prótesis dental removible parcial
Ajuste y ensayo	Especialista en prótesis dentales	Ajuste de la prótesis dental removible parcial	Colocación y ajuste de la prótesis dental removible parcial en la boca del paciente

Componente	Rol	Proceso	Subproceso
		Verificación de la comodidad y la funcionalidad	Revisión de la prótesis dental removible parcial con el paciente y ajuste adicional si es necesario
Control de calidad	Técnico en control de calidad	Verificación de la calidad de la prótesis dental removible parcial	Revisión de la prótesis dental removible parcial en busca de defectos
		Verificación de la conformidad de la prótesis dental removible parcial	Revisión de la prótesis dental removible parcial para asegurarse de que cumple con los requisitos del cliente
Gestión de proyecto	Gerente de proyecto	Planificación del proyecto	Establecimiento de objetivos, asignación de tareas y plazos
		Seguimiento del progreso del proyecto	Monitorización del progreso y resolución de problemas

Componente	Rol	Proceso	Subproceso
		Cierre del proyecto	Evaluación del éxito del proyecto y documentación de lecciones aprendidas

Nota. El modelo según componentes está basado en los MOP

Apéndice F. Línea de referencia y relación de calculo

Tabla 27

Línea de referencia y relación de cálculo

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
<i>Objetivo 1: Minimizar el tiempo de entrega de prótesis dentales removibles parciales</i>					
MOE1	0,53	Intervalo de tiempo desde el inicio del proceso hasta el tiempo de entrega	días	3	si $t1 \leq 3$, MOE=1; si $t1=4$, MOE=0,9...si $t1 \geq 12$, MOE=0,1
MOE2	0,48	de prótesis entregadas en la fecha pactada con el paciente	Porcentaje %	100	MOE2 =(Pef/100)
<i>Objetivo 2: Garantizar la calidad de las prótesis dentales removibles parciales</i>					

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
MOE3	0,95	# de prótesis defectuosas por mes	Unidad	0	si $d=0$, MOE3=1; si $d=1$, MOE3=0,9...si $d>10$, MOE3=0,1
MOE4	0,95	porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos del cliente en un mes	%	100	MOE4= (Pcr/100)
MOE5	0,68	Intervalo de tiempo desde que se completa la producción de la prótesis hasta que se completa el control de calidad	días	1	si $t2 \leq 1$, MOE5= 1; si $t2=1$, MOE5=0,9...si $t2>9$, MOE5=0,1
Objetivo 3: Maximizar la satisfacción del cliente					
MOE6	0,78	Porcentaje de clientes satisfechos con el servicio y la	%	100	(Pcr/100)

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
		prótesis dental removible			
MOE7	0,75	Número de quejas o reclamaciones provenientes de los clientes por mes	Unidad	0	si $r=0$, MOE7=1; si $r=1$, MOE7=0,9...si $r>10$, MOE7=0,1
MOE8	0,78	Numero de prótesis devueltas para revisión en un mes	Unidad	0	si $Pd=0$, MOE8=1; si $Pd=1$, MOE8=0,9...si $Pd>10$, MOE8=0,1
Objetivo 4: Minimizar los costos de producción de las prótesis dentales removibles parciales					
MOE9	0,78	Costo promedio de producción de prótesis	COP	170000	si $c \leq 170000$, MOE9=1; si $c > 170000$ Y $c \leq 180000$, MOE9=0,9...si $c > 250000$, MOE9=0,1

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
MOE10	0,5	prótesis dentales producidas en un mes	Unidad	30	si Pr>=30, MOE10=1; si 27>=Pr<30, MOE10=0,9; si 24>=Pr<27, MOE10=0,8; si 21>=Pr<24, MOE10=0,7;...si 0>=Pr<3=0,1
MOE11	0,8	Porcentaje de reducción de costos después de aplicar mejoras en la producción	%	30	si rc>=30, MOE11=1; si 27>=rc<30, MOE11=0,9; si 24>=rc<27, MOE11=0,8; si 21>=rc<24, MOE11=0,7;...si 0>=rc<3=0,1
<i>Objetivo 5: Maximizar la eficiencia del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales</i>					
MOE12	0,45	Tiempo para completar la	días	2	si t3<= 2, MOE12= 1; si

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
		etapa de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles			t3=3, MOE12=0,9...si t3>11, MOE12=0,1
MOE13	0,5	Numero de prótesis dentales producidas en un mes	Unidad	30	sí Pr>=30, MOE13=1; si 27>=Pr<30, MOE13=0,9; si 24>=Pr<27, MOE13=0,8; si 21>=Pr<24, MOE13=0,7;...si 0>=Pr<3=0,1
MOE14	0,9	Porcentaje de reducción de tiempos de producción logrado mediante mejoras en el proceso	%	30	si rt>=30, MOE14=1; si 27>=rt<30, MOE14=0,9; si 24>=rt<27, MOE14=0,8; si 21>=rt<24, MOE14=0,7;...si 0>=rt<3=0,1

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
<i>Componente 1: Análisis de la situación</i>					
MOP1	0,65	Número de citas necesarias para completar el análisis de la situación.	Unidad	1	si $C_i = 1$, MOP1= 1; si $C_i = 2$, MOP1=0,9...si $C_i \geq 10$, MOP1=0,1
MOP2	0,48	Tiempo promedio para completar el análisis de situación	días	1	si $t_4 = 1$, MOP2= 1; si $t_4 = 2$, MOP2=0,9...si $t_4 \geq 10$, MOP2=0,1
MOP3	0,95	Tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos de la prótesis dental removible parcial.	%	100	si $T_e = 100\%$, MOP3=1; si $T_e = 90\%$, MOP3=0,9...si $T_e = 10\%$, MOP3=0,1
<i>Componente 2: Diseño de la prótesis dental removible parcial</i>					
MOP4	0,55	Tiempo promedio de diseño	días	1	si $t_5 = 1$, MOP4= 1; si $t_5 = 2$, MOP4=0,9...si

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
					t5>=10, MOP4=0,1
MOP5	0,98	Porcentaje de prótesis que cumplen con los requisitos del cliente	%	100	si Pe=100%, MOP5=1; si Pe=90%, MOP5=0,9...si Pe=10%, MOP5=0,1
MOP6	0,55	Tasa de diseños revisados por el cliente antes de ser aprobados	%	100	si Td=100%, MOP6=1; si Td=90%, MOP6=0,9...si Td=10%, MOP6=0,1
<i>Componente 3: Fabricación de la prótesis dental removible parcial:</i>					
MOP7	0,73	Tiempo de fabricación	Unidad	1	si t6= 1, MOP7= 1; si t6=2, MOP7=0,9...si t6>=10, MOP7=0,1

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
MOP8	0,9	Numero de prótesis dentales defectuosas	Unidad	0	si de=0, MOP8=1; si de=1, MOP8=0,9...si de>10, MOP8=0,1
MOP9	0,7	Costo promedio de producción para cada prótesis	COP	80000	si c<=170000, MOP9=1; si c>=180000, MOP9=0,9...si MOP9=0,1
<i>Componente 4: Ajuste y ensayo</i>					
MOP10	0,98	Porcentaje de pacientes que reportan una prótesis funcional y cómoda	%	100	si Pfc=100%, MOP10=1; si Pfc=90%, MOP10=0,9...si Pfc=10%, MOP10=0,1
MOP11	0,78	Tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis dental removible parcial.	días	1	si t7= 1, MOP11= 1; si t7=2, MOP11=0,9...si

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
					t7>=10, MOP11=0,1
MOP12	0,7	Número de ajustes necesarios para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada.	Unidad	0	si Aj=0, MOP12=1; si Aj=1, MOP12=0,9...si Aj>10, MOP12=0,1
<i>Componente 5: Control de calidad</i>					
MOP13	0,95	Número de prótesis dentales removibles parciales que no cumplen con los estándares de calidad en un mes	Unidad	0	si Nc=0, MOP13=1; si Nc=1, MOP13=0,9...si Nc>10, MOP13=0,1
MOP14	0,95	Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos del cliente	%	100	si Pfc=100%, MOP14=1; si Pfc=90%, MOP14=0,9...si Pfc=10%, MOP14=0,1

MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
MOP15	0,7	Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis dental removible parcial	días	1	si $t8 \leq 1$, MOP15= 1; si $t8=2$, MOP15=0,9...si $t8 > 2$, MOP15=0,1
<i>Componente 6: Gestión de proyecto</i>					
MOP16	0,63	Porcentaje de entregas de prótesis dentales removibles parciales dentro del plazo	%	100	si $P=100\%$, MOP16=1; si $P=90\%$, MOP16=0,9...si $P=10\%$, MOP16=0,1
MOP17	0,63	Costo promedio del proyecto en relación con el presupuesto asignado.	Razón	1	si $Ra \leq 1$, MOP17=1; $Ra=1,1$, MOP17=0,9...si $Ra \geq 1,9$, MOP17=0,1
MOP18	0,5	Número de tareas	Unidad	0	si $Tp=0$, MOP18=1; si $Tp=1$,

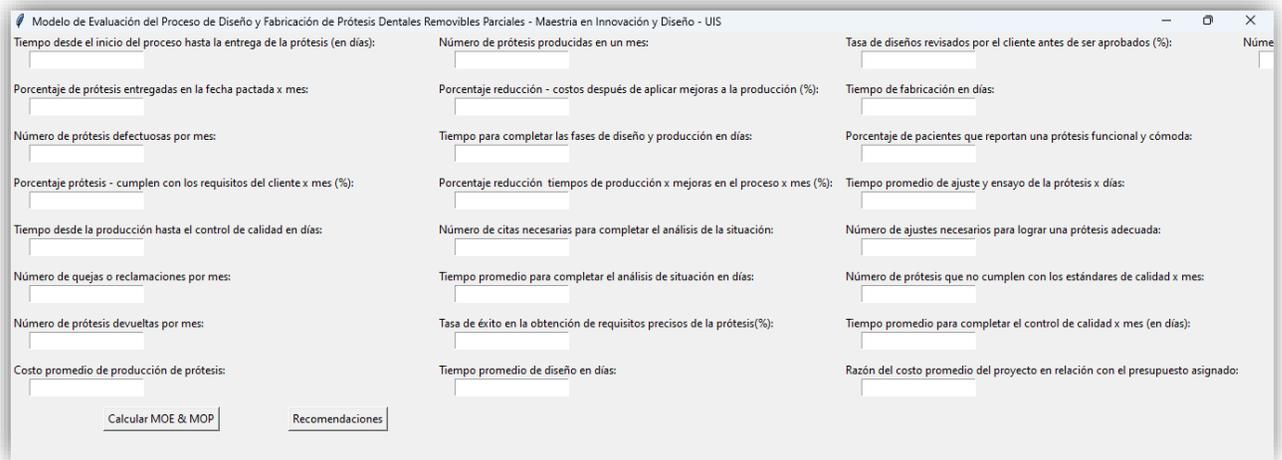
MOE/MOP	Peso asignado	Variable a medir	Unidad	Valores de la línea de referencia	Valores de MOE/MOP
		pendientes de completar.	de		MOP18=0,9...si Tp>10, MOP18=0,1

Nota. En la tabla se observa el cálculo de los MOEs y MOPs a partir de las variables establecidas.

Apéndice G. Software de simulación

Figura 23

Interfaz de entrada de datos



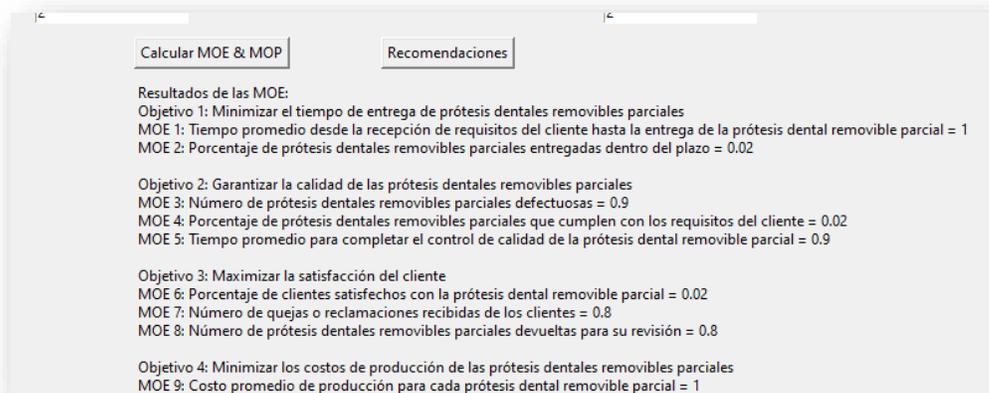
Nota. En la figura se observa la interfaz gráfica Tkinter de Python donde son ingresadas las variables.

El programa en Python utilizó las fórmulas de MOE y MOP para calcular las medidas de efectividad operacional y eficiencia operacional del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales. El programa presenta los resultados en la interfaz gráfica para que el usuario pueda tomar decisiones informadas y mejorar continuamente el proceso de diseño y

fabricación de prótesis dentales removibles parciales. La interfaz de resultados se puede observar en la Figura 24.

Figura 24

Interfaz de resultados

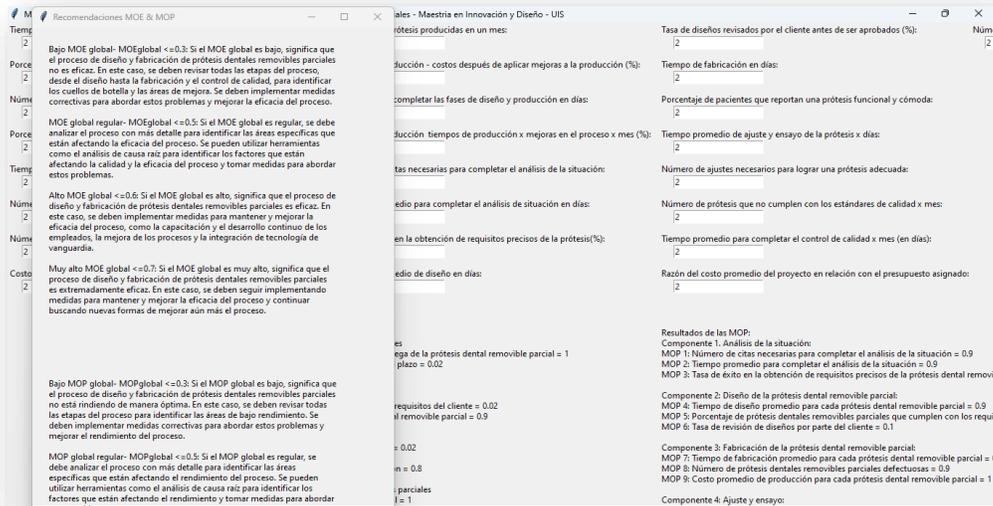


Nota. Los resultados de cada MOE y MOP, además del MOE y MOP global se despliegan en la misma ventana principal.

También es posible obtener con solo presionar un botón las recomendaciones. Esto se puede observar en la Figura 25.

Figura 25

Pantalla de recomendaciones



Nota. La pantalla de recomendaciones se despliega en una nueva ventana.

Los cálculos presentados corresponden a un ejemplo de uso del sistema

Apéndice H. Manual de usuario software.

Instalación:

Descarga el archivo "programafinallibro.py"

Asegúrate de tener Python instalado en tu ordenador

Abre el archivo "programafinallibro.py" en Python IDE o editor de texto

Uso:

Ejecuta el programa haciendo clic en "Run" o presionando F5 en el IDE o editor de texto

Se abrirá una ventana que muestra los campos de entrada para los datos de diseño y fabricación de prótesis dentales parciales

Ingresar los valores requeridos en los campos y presionar el botón "Calcular"

El software calculará los valores MOE y MOP para el proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental parcial

Los resultados se mostrarán en la ventana y también se guardarán en un archivo llamado "resultados.txt"

Descripción de los resultados:

MOE (Medidas de eficacia): Muestra si se cumplieron los objetivos operacionales del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental parcial. Cuanto mayor sea el valor MOE, mejor será el cumplimiento de los objetivos operacionales.

MOP (Medidas de rendimiento): Muestra el estado de los componentes del sistema del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental parcial. Cuanto mayor sea el valor MOP, mejor será el estado de los componentes del sistema.

MOE global: Muestra el valor MOE promedio para todo el proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental parcial.

MOP global: Muestra el valor MOP promedio para todo el proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental parcial.

Recomendaciones:

El software mostrará recomendaciones según los valores MOE y MOP alcanzados. Estas recomendaciones se basarán en los valores de referencia establecidos para el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales parciales.

Apéndice I Código Python

```
import tkinter as tk  
  
# Declarar MOEglobal como una variable global
```

```
MOEglobal = 0
MOPglobal = 0

# Definimos la función para calcular las MOE y MOP
def calcular_moe():
    # Obtenemos los valores ingresados por el usuario
    t1 = float(entry_t1.get())
    Pef = float(entry_Pef.get())
    d = float(entry_d.get())
    Pcr = float(entry_Pcr.get())
    t2 = float(entry_t2.get())
    r = float(entry_r.get())
    Pd = float(entry_Pd.get())
    c = float(entry_c.get())
    Pr = float(entry_Pr.get())
    rc = float(entry_rc.get())
    t3 = float(entry_t3.get())
    rt = float(entry_rt.get())
    Ci = float(entry_Ci.get())
    t4 = float(entry_t4.get())
    Te = float(entry_Te.get())
    t5 = float(entry_t5.get())
    Td = float(entry_Td.get())
    t6 = float(entry_t6.get())
    Pfc = float(entry_Pfc.get())
    t7 = float(entry_t7.get())
    Aj = float(entry_Aj.get())
    Nc = float(entry_Nc.get())
    t8 = float(entry_t8.get())
    Ra = float(entry_Ra.get())
    tp = float(entry_tp.get())

    # Calculamos algunas MOE y MOP
    if t1 <= 3:
        MOE1 = 1
    elif t1 == 4:
        MOE1 = 0.9
    elif t1 == 5:
        MOE1 = 0.8
    elif t1 == 6:
        MOE1 = 0.7
    elif t1 == 7:
        MOE1 = 0.6
```

```
elif t1 == 8:
    MOE1 = 0.5
elif t1 == 9:
    MOE1 = 0.4
elif t1 == 10:
    MOE1 = 0.3
elif t1 == 11:
    MOE1 = 0.2
elif t1 >= 12:
    MOE1 = 0.1
else:
    MOE1 = "error"

MOE2 = Pef / 100

if d == 0:
    MOE3 = 1
elif d == 2:
    MOE3 = 0.9
elif d == 3:
    MOE3 = 0.8
elif d == 4:
    MOE3 = 0.7
elif d == 5:
    MOE3 = 0.6
elif d == 6:
    MOE3 = 0.5
elif d == 7:
    MOE3 = 0.4
elif d == 8:
    MOE3 = 0.3
elif d == 9:
    MOE3 = 0.2
elif d >= 10:
    MOE3 = 0.1
else:
    MOE3 = "error"

MOE4 = Pcr / 100
round(MOE4, 2)

if t2 == 1:
    MOE5 = 1
elif t2 == 2:
```

```
    MOE5 = 0.9
elif t2 == 3:
    MOE5 = 0.8
elif t2 == 4:
    MOE5 = 0.7
elif t2 == 5:
    MOE5 = 0.6
elif t2 == 6:
    MOE5 = 0.5
elif t2 == 7:
    MOE5 = 0.4
elif t2 == 8:
    MOE5 = 0.3
elif t2 == 9:
    MOE5 = 0.2
elif t2 >= 10:
    MOE5 = 0.1
else:
    MOE5 = "error"

MOE6 = Pcr / 100
MOE6 = round(MOE6, 2)
if r == 0:
    MOE7 = 1
elif r == 1:
    MOE7 = 0.9
elif r == 2:
    MOE7 = 0.8
elif r == 3:
    MOE7 = 0.7
elif r == 4:
    MOE7 = 0.6
elif r == 5:
    MOE7 = 0.5
elif r == 6:
    MOE7 = 0.4
elif r == 7:
    MOE7 = 0.3
elif r == 8:
    MOE7 = 0.2
elif r >= 9:
    MOE7 = 0.1
else:
    MOE7 = "ERROR"
```

```
if Pd == 0:
    MOE8 = 1
elif Pd == 1:
    MOE8 = 0.9
elif Pd == 2:
    MOE8 = 0.8
elif Pd == 3:
    MOE8 = 0.7
elif Pd == 4:
    MOE8 = 0.6
elif Pd == 5:
    MOE8 = 0.5
elif Pd == 6:
    MOE8 = 0.4
elif Pd == 7:
    MOE8 = 0.3
elif Pd == 8:
    MOE8 = 0.2
elif Pd >= 9:
    MOE8 = 0.1
else:
    MOE8 = "ERROR"

if c <= 170000:
    MOE9 = 1
elif c > 170000 and c <= 180000:
    MOE9 = 0.9
elif c > 180000 and c <= 190000:
    MOE9 = 0.8
elif c > 190000 and c <= 200000:
    MOE9 = 0.7
elif c > 200000 and c <= 210000:
    MOE9 = 0.6
elif c > 210000 and c <= 220000:
    MOE9 = 0.5
elif c > 220000 and c <= 230000:
    MOE9 = 0.4
elif c > 230000 and c <= 240000:
    MOE9 = 0.3
elif c > 240000 and c <= 250000:
    MOE9 = 0.2
elif c > 250000:
    MOE9 = 0.1
```

```
else:
    MOE9 = "ERROR"

if Pr >= 30:
    MOE10 = 1
elif Pr <= 30 and Pr >= 27:
    MOE10 = 0.9
elif Pr <= 27 and Pr >= 24:
    MOE10 = 0.8
elif Pr <= 24 and Pr >= 21:
    MOE10 = 0.7
elif Pr <= 21 and Pr >= 18:
    MOE10 = 0.6
elif Pr <= 18 and Pr >= 15:
    MOE10 = 0.5
elif Pr <= 15 and Pr >= 12:
    MOE10 = 0.4
elif Pr <= 12 and Pr >= 9:
    MOE10 = 0.3
elif Pr <= 9 and Pr >= 6:
    MOE10 = 0.2
elif Pr <= 6:
    MOE10 = 0.1
else:
    MOE10 = "ERROR"

if rc >= 30:
    MOE11 = 1
elif rc <= 30 and rc >= 27:
    MOE11 = 0.9
elif rc <= 27 and rc >= 24:
    MOE11 = 0.8
elif rc <= 24 and rc >= 21:
    MOE11 = 0.7
elif rc <= 21 and rc >= 18:
    MOE11 = 0.6
elif rc <= 18 and rc >= 15:
    MOE11 = 0.5
elif rc <= 15 and rc >= 12:
    MOE11 = 0.4
elif rc <= 12 and rc >= 9:
    MOE11 = 0.3
elif rc <= 9 and rc >= 6:
    MOE11 = 0.2
```

```
elif rc <= 6:
    MOE11 = 0.1
else:
    MOE11 = "ERROR"

if t3 <= 2:
    MOE12 = 1
elif t3 == 3:
    MOE12 = 0.9
elif t3 == 4:
    MOE12 = 0.8
elif t3 == 5:
    MOE12 = 0.7
elif t3 == 6:
    MOE12 = 0.6
elif t3 == 7:
    MOE12 = 0.5
elif t3 == 8:
    MOE12 = 0.4
elif t3 == 9:
    MOE12 = 0.3
elif t3 == 10:
    MOE12 = 0.2
elif t3 >= 11:
    MOE12 = 0.1
else:
    MOE12 = "ERROR"

if Pr >= 30:
    MOE13 = 1
elif Pr <= 30 and Pr >= 27:
    MOE13 = 0.9
elif Pr <= 27 and Pr >= 24:
    MOE13 = 0.8
elif Pr <= 24 and Pr >= 21:
    MOE13 = 0.7
elif Pr <= 21 and Pr >= 18:
    MOE13 = 0.6
elif Pr <= 18 and Pr >= 15:
    MOE13 = 0.5
elif Pr <= 15 and Pr >= 12:
    MOE13 = 0.4
elif Pr <= 12 and Pr >= 9:
    MOE13 = 0.3
```

```
elif Pr <= 9 and Pr >= 6:
    MOE13 = 0.2
elif Pr <= 6:
    MOE13 = 0.1
else:
    MOE13 = "ERROR"

if rt >= 30:
    MOE14 = 1
elif rt <= 30 and rt >= 27:
    MOE14 = 0.9
elif rt <= 27 and rt >= 24:
    MOE14 = 0.8
elif rt <= 24 and rt >= 21:
    MOE14 = 0.7
elif rt <= 21 and rt >= 18:
    MOE14 = 0.6
elif rt <= 18 and rt >= 15:
    MOE14 = 0.5
elif rt <= 15 and rt >= 12:
    MOE14 = 0.4
elif rt <= 12 and rt >= 9:
    MOE14 = 0.3
elif rt <= 9 and rt >= 6:
    MOE14 = 0.2
elif rt <= 6:
    MOE14 = 0.1
else:
    MOE14 = "ERROR"

if Ci == 1:
    MOP1 = 1
elif Ci == 2:
    MOP1 = 0.9
elif Ci == 3:
    MOP1 = 0.8
elif Ci == 4:
    MOP1 = 0.7
elif Ci == 5:
    MOP1 = 0.6
elif Ci == 6:
    MOP1 = 0.5
elif Ci == 7:
    MOP1 = 0.4
```

```
elif Ci == 8:
    MOP1 = 0.3
elif Ci == 9:
    MOP1 = 0.2
elif Ci == 10:
    MOP1 = 0.1
else:
    MOP1 = "ERROR"

if t4 == 1:
    MOP2 = 1
elif t4 == 2:
    MOP2 = 0.9
elif t4 == 3:
    MOP2 = 0.8
elif t4 == 4:
    MOP2 = 0.7
elif t4 == 5:
    MOP2 = 0.6
elif t4 == 6:
    MOP2 = 0.5
elif t4 == 7:
    MOP2 = 0.4
elif t4 == 8:
    MOP2 = 0.3
elif t4 == 9:
    MOP2 = 0.2
elif t4 >= 10:
    MOP2 = 0.1
else:
    MOP2 = "ERROR"

if Te == 100:
    MOP3 = 1
elif Te >= 90 and Te < 100:
    MOP3 = 0.9
elif Te >= 80 and Te < 90:
    MOP3 = 0.8
elif Te >= 70 and Te < 80:
    MOP3 = 0.7
elif Te >= 60 and Te < 70:
    MOP3 = 0.6
elif Te >= 50 and Te < 60:
    MOP3 = 0.5
```

```
elif Te >= 40 and Te < 50:
    MOP3 = 0.4
elif Te >= 30 and Te < 40:
    MOP3 = 0.3
elif Te >= 20 and Te < 30:
    MOP3 = 0.2
elif Te >= 0 and Te < 20:
    MOP3 = 0.1
else:
    MOP3 = "ERROR"

if t5 == 1:
    MOP4 = 1
elif t5 == 2:
    MOP4 = 0.9
elif t5 == 3:
    MOP4 = 0.8
elif t5 == 4:
    MOP4 = 0.7
elif t5 == 5:
    MOP4 = 0.6
elif t5 == 6:
    MOP4 = 0.5
elif t5 == 7:
    MOP4 = 0.4
elif t5 == 8:
    MOP4 = 0.3
elif t5 == 9:
    MOP4 = 0.2
elif t5 >= 10:
    MOP4 = 0.1
else:
    MOP4 = "ERROR"

if Pcr == 100:
    MOP5 = 1
elif Pcr >= 90 and Pcr < 100:
    MOP5 = 0.9
elif Pcr >= 80 and Pcr < 90:
    MOP5 = 0.8
elif Pcr >= 70 and Pcr < 80:
    MOP5 = 0.7
elif Pcr >= 60 and Pcr < 70:
    MOP5 = 0.6
```

```
elif Pcr >= 50 and Pcr < 60:
    MOP5 = 0.5
elif Pcr >= 40 and Pcr < 50:
    MOP5 = 0.4
elif Pcr >= 30 and Pcr < 40:
    MOP5 = 0.3
elif Pcr >= 20 and Pcr < 30:
    MOP5 = 0.2
elif Pcr >= 0 and Pcr < 20:
    MOP5 = 0.1
else:
    MOP5 = "ERROR"

if Td == 100:
    MOP6 = 1
elif Td >= 90 and Td < 100:
    MOP6 = 0.9
elif Td >= 80 and Td < 90:
    MOP6 = 0.8
elif Td >= 70 and Td < 80:
    MOP6 = 0.7
elif Td >= 60 and Td < 70:
    MOP6 = 0.6
elif Td >= 50 and Td < 60:
    MOP6 = 0.5
elif Td >= 40 and Td < 50:
    MOP6 = 0.4
elif Td >= 30 and Td < 40:
    MOP6 = 0.3
elif Td >= 20 and Td < 30:
    MOP6 = 0.2
elif Td >= 0 and Td < 20:
    MOP6 = 0.1
else:
    MOP6 = "ERROR"

if t6 == 1:
    MOP7 = 1
elif t6 == 2:
    MOP7 = 0.9
elif t6 == 3:
    MOP7 = 0.8
elif t6 == 4:
    MOP7 = 0.7
```

```
elif t6 == 5:
    MOP7 = 0.6
elif t6 == 6:
    MOP7 = 0.5
elif t6 == 7:
    MOP7 = 0.4
elif t6 == 8:
    MOP7 = 0.3
elif t6 == 9:
    MOP7 = 0.2
elif t6 >= 10:
    MOP7 = 0.1
else:
    MOP7 = "ERROR"

if d == 0:
    MOP8 = 1
elif d >= 1 and d < 2:
    MOP8 = 0.9
elif d >= 2 and d < 3:
    MOP8 = 0.8
elif d >= 3 and d < 4:
    MOP8 = 0.7
elif d >= 4 and d < 5:
    MOP8 = 0.6
elif d >= 5 and d < 6:
    MOP8 = 0.5
elif d >= 6 and d < 7:
    MOP8 = 0.4
elif d >= 7 and d < 8:
    MOP8 = 0.3
elif d >= 8 and d < 9:
    MOP8 = 0.2
elif d >= 9 and d < 10:
    MOP8 = 0.1
else:
    MOP8 = "ERROR"

if c <= 170000:
    MOP9 = 1
elif c > 170000 and c <= 180000:
    MOP9 = 0.9
elif c > 180000 and c <= 190000:
    MOP9 = 0.8
```

```
elif c > 190000 and c <= 200000:
    MOP9 = 0.7
elif c > 200000 and c <= 210000:
    MOP9 = 0.6
elif c > 210000 and c <= 220000:
    MOP9 = 0.5
elif c > 220000 and c <= 230000:
    MOP9 = 0.4
elif c > 230000 and c <= 240000:
    MOP9 = 0.3
elif c > 240000 and c <= 250000:
    MOP9 = 0.2
elif c > 250000 and c <= 3000000:
    MOP9 = 0.1
else:
    MOP9 = "ERROR"

if Pfc == 100:
    MOP10 = 1
elif Pfc >= 90 and Pfc < 100:
    MOP10 = 0.9
elif Pfc >= 80 and Pfc < 90:
    MOP10 = 0.8
elif Pfc >= 70 and Pfc < 80:
    MOP10 = 0.7
elif Pfc >= 60 and Pfc < 70:
    MOP10 = 0.6
elif Pfc >= 50 and Pfc < 60:
    MOP10 = 0.5
elif Pfc >= 40 and Pfc < 50:
    MOP10 = 0.4
elif Pfc >= 30 and Pfc < 40:
    MOP10 = 0.3
elif Pfc >= 20 and Pfc < 30:
    MOP10 = 0.2
elif Pfc >= 0 and Pfc < 20:
    MOP10 = 0.1
else:
    MOP10 = "ERROR"

if t7 == 1:
    MOP11 = 1
elif t7 == 2:
    MOP11 = 0.9
```

```
elif t7 == 3:
    MOP11 = 0.8
elif t7 == 4:
    MOP11 = 0.7
elif t7 == 5:
    MOP11 = 0.6
elif t7 == 6:
    MOP11 = 0.5
elif t7 == 7:
    MOP11 = 0.4
elif t7 == 8:
    MOP11 = 0.3
elif t7 == 9:
    MOP11 = 0.2
elif t7 >= 10:
    MOP11 = 0.1
else:
    MOP11 = "ERROR"

if Aj == 0:
    MOP12 = 1
elif Aj == 1:
    MOP12 = 0.9
elif Aj == 2:
    MOP12 = 0.8
elif Aj == 3:
    MOP12 = 0.7
elif Aj == 4:
    MOP12 = 0.6
elif Aj == 5:
    MOP12 = 0.5
elif Aj == 6:
    MOP12 = 0.4
elif Aj == 7:
    MOP12 = 0.3
elif Aj == 8:
    MOP12 = 0.2
elif Aj == 9:
    MOP12 = 0.1
else:
    MOP12 = "ERROR"

if Nc == 0:
    MOP13 = 1
```

```
elif Nc == 1:
    MOP13 = 0.9
elif Nc == 2:
    MOP13 = 0.8
elif Nc == 3:
    MOP13 = 0.7
elif Nc == 4:
    MOP13 = 0.6
elif Nc == 5:
    MOP13 = 0.5
elif Nc == 6:
    MOP13 = 0.4
elif Nc == 7:
    MOP13 = 0.3
elif Nc == 8:
    MOP13 = 0.2
elif Nc >= 9:
    MOP13 = 0.1
else:
    MOP13 = "ERROR"

if Pfc == 100:
    MOP14 = 1
elif Pfc >= 90 and Pfc < 100:
    MOP14 = 0.9
elif Pfc >= 80 and Pfc < 90:
    MOP14 = 0.8
elif Pfc >= 70 and Pfc < 80:
    MOP14 = 0.7
elif Pfc >= 60 and Pfc < 70:
    MOP14 = 0.6
elif Pfc >= 50 and Pfc < 60:
    MOP14 = 0.5
elif Pfc >= 40 and Pfc < 50:
    MOP14 = 0.4
elif Pfc >= 30 and Pfc < 40:
    MOP14 = 0.3
elif Pfc >= 20 and Pfc < 30:
    MOP14 = 0.2
elif Pfc >= 0 and Pfc < 20:
    MOP14 = 0.1
else:
    MOP14 = "ERROR"
```

```
if t8 == 1:
    MOP15 = 1
elif t8 == 2:
    MOP15 = 0.9
elif t8 == 3:
    MOP15 = 0.8
elif t8 == 4:
    MOP15 = 0.7
elif t8 == 5:
    MOP15 = 0.6
elif t8 == 6:
    MOP15 = 0.5
elif t8 == 7:
    MOP15 = 0.4
elif t8 == 8:
    MOP15 = 0.3
elif t8 == 9:
    MOP15 = 0.2
elif t8 >= 10:
    MOP15 = 0.1
else:
    MOP15 = "ERROR"

if Pef == 100:
    MOP16 = 1
elif Pef >= 90 and Pef < 100:
    MOP16 = 0.9
elif Pef >= 80 and Pef < 90:
    MOP16 = 0.8
elif Pef >= 70 and Pef < 80:
    MOP16 = 0.7
elif Pef >= 60 and Pef < 70:
    MOP16 = 0.6
elif Pef >= 50 and Pef < 60:
    MOP16 = 0.5
elif Pef >= 40 and Pef < 50:
    MOP16 = 0.4
elif Pef >= 30 and Pef < 40:
    MOP16 = 0.3
elif Pef >= 20 and Pef < 30:
    MOP16 = 0.2
elif Pef >= 0 and Pef < 20:
    MOP16 = 0.1
else:
```

```
MOP16 = "ERROR"

if Ra <= 1:
    MOP17 = 1
elif Ra > 1 and Ra <= 1.1:
    MOP17 = 0.9
elif Ra > 1.1 and Ra <= 1.2:
    MOP17 = 0.8
elif Ra > 1.2 and Ra <= 1.3:
    MOP17 = 0.7
elif Ra > 1.3 and Ra <= 1.4:
    MOP17 = 0.6
elif Ra > 1.4 and Ra <= 1.5:
    MOP17 = 0.5
elif Ra > 1.5 and Ra <= 1.6:
    MOP17 = 0.4
elif Ra > 1.6 and Ra <= 1.7:
    MOP17 = 0.3
elif Ra > 1.7 and Ra <= 1.8:
    MOP17 = 0.2
elif Ra > 1.8:
    MOP17 = 0.1
else:
    MOP17 = "ERROR"

if tp == 0:
    MOP18 = 1
elif tp == 1:
    MOP18 = 0.9
elif tp == 2:
    MOP18 = 0.8
elif tp == 3:
    MOP18 = 0.7
elif tp == 4:
    MOP18 = 0.6
elif tp == 5:
    MOP18 = 0.5
elif tp == 6:
    MOP18 = 0.4
elif tp == 7:
    MOP18 = 0.3
elif tp == 8:
    MOP18 = 0.2
elif tp >= 9:
```

```

    MOP18 = 0.1
else:
    MOP18 = "ERROR"

MOEglobal = (0.53*MOE1 + 0.48*MOE2 + 0.95*MOE3 + 0.95*MOE4 + 0.68 *
             MOE5 + 0.78*MOE6 + 0.75*MOE7 + 0.78*MOE8 + 0.78*MOE9 + 0.5*MOE10
+ 0.8*MOE11 + 0.45*MOE12 + 0.5*MOE13 + 0.9*MOE14) / 14
MOEglobal = round(MOEglobal, 2)

MOPglobal = (0.53*MOP1 + 0.48*MOP2 + 0.95*MOP3 + 0.95*MOP4 + 0.68*MOP5 +
0.78*MOP6 + 0.75*MOP7 + 0.78*MOP8 + 0.78*MOP9 +
             0.5*MOP10 + 0.8*MOP11 + 0.45*MOP12 + 0.5*MOP13 + 0.9*MOP14 +
0.5*MOP15 + 0.9*MOP16 + 0.5*MOP17 + 0.9*MOP18) / 18
MOPglobal = round(MOPglobal, 2)

OBJT1 = (MOE1 + MOE2) / 2
round(OBJT1, 2)
OBJT2 = (MOE3 + MOE4 + MOE5) / 3
round(OBJT2, 2)
OBJT3 = (MOE6 + MOE7 + MOE8) / 3
round(OBJT3, 2)
OBJT4 = (MOE9 + MOE10 + MOE11) / 6
round(OBJT4, 2)
OBJT5 = (MOE12 + MOE13 + MOE14) / 3
round(OBJT5, 2)
COMP1 = (MOP1 + MOP2 + MOP3) / 3
round(COMP1, 2)
COMP2 = (MOP4 + MOP5 + MOP6) / 3
round(COMP2, 2)
COMP3 = (MOP7 + MOP8 + MOP9) / 3
round(COMP3, 2)
COMP4 = (MOP10 + MOP11 + MOP12) / 3
round(COMP4, 2)
COMP5 = (MOP13 + MOP14 + MOP15) / 3
round(COMP5, 2)
COMP6 = (MOP16 + MOP17 + MOP18) / 3
round(COMP6, 2)

# Mostramos los resultados en el label correspondiente
label_resultados.config(text=f""""Resultados de las MOE:
Objetivo 1: Minimizar el tiempo de entrega de prótesis dentales removibles
parciales = {OBJT1}
MOE 1: Tiempo promedio desde la recepción de requisitos del cliente hasta la
entrega de la prótesis dental removible parcial = {MOE1}

```

```

MOE 2: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales entregadas dentro del
plazo = {MOE2}

Objetivo 2: Garantizar la calidad de las prótesis dentales removibles parciales =
{OBJT2}
MOE 3: Número de prótesis dentales removibles parciales defectuosas = {MOE3}
MOE 4: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los
requisitos del cliente = {MOE4}
MOE 5: Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis dental
removible parcial = {MOE5}

Objetivo 3: Maximizar la satisfacción del cliente = {OBJT3}
MOE 6: Porcentaje de clientes satisfechos con la prótesis dental removible
parcial = {MOE6}
MOE 7: Número de quejas o reclamaciones recibidas de los clientes = {MOE7}
MOE 8: Número de prótesis dentales removibles parciales devueltas para su
revisión = {MOE8}

Objetivo 4: Minimizar los costos de producción de las prótesis dentales
removibles parciales = {OBJT4}
MOE 9: Costo promedio de producción para cada prótesis dental removible parcial =
{MOE9}
MOE 10: Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por unidad de
tiempo = {MOE10}
MOE 11: Porcentaje de reducción de costos logrado mediante mejoras en el proceso
de producción = {MOE11}

Objetivo 5: Maximizar la eficiencia del proceso de diseño y fabricación de
prótesis dentales removibles parciales = {OBJT5}
MOE 12: Tiempo promedio para completar cada etapa del proceso de diseño y
fabricación de la prótesis dental removible parcial = {MOE12}
MOE 13: Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por unidad de
tiempo = {MOE13}
MOE 14: Porcentaje de reducción de tiempos de producción logrado mediante mejoras
en el proceso = {MOE14}
MOE global = {MOEglobal}
"""
        ,
                justify="left")
        label_resultados2.config(text=f"""Resultados de las MOP:
Componente 1. Análisis de la situación = {COMP1}
MOP 1: Número de citas necesarias para completar el análisis de la situación =
{MOP1}
MOP 2: Tiempo promedio para completar el análisis de la situación = {MOP2}

```

```
MOP 3: Tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos de la prótesis dental
removable parcial = {MOP3}

Componente 2: Diseño de la prótesis dental removable parcial = {COMP2}
MOP 4: Tiempo de diseño promedio para cada prótesis dental removable parcial =
{MOP4}
MOP 5: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los
requisitos estéticos y funcionales del paciente = {MOP5}
MOP 6: Tasa de revisión de diseños por parte del cliente = {MOP6}

Componente 3: Fabricación de la prótesis dental removable parcial = {COMP3}
MOP 7: Tiempo de fabricación promedio para cada prótesis dental removable parcial
= {MOP7}
MOP 8: Número de prótesis dentales removibles parciales defectuosas = {MOP8}
MOP 9: Costo promedio de producción para cada prótesis dental removable parcial =
{MOP9}

Componente 4: Ajuste y ensayo = {COMP4}
MOP 10: Porcentaje de pacientes que reportan una prótesis dental removable
parcial cómoda y funcional = {MOP10}
MOP 11: Tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis dental removable
parcial = {MOP11}
MOP 12: Número de ajustes necesarios para lograr una prótesis dental removable
parcial adecuada = {MOP12}

Componente 5: Control de calidad = {COMP5}
MOP 13: Número de prótesis dentales removibles parciales que no cumplen con los
estándares de calidad = {MOP13}
MOP 14: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los
requisitos del cliente = {MOP14}
MOP 15: Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis
dental removable parcial = {MOP15}

Componente 6: Gestión de proyectos = {COMP6}
MOP 16: Porcentaje de entregas de prótesis dentales removibles parciales dentro
del plazo = {MOP16}
MOP 17: Costo promedio del proyecto en relación con el presupuesto asignado =
{MOP17}
MOP 18: Número de tareas pendientes de completar = {MOP18}
MOP global = {MOPglobal}
    "", justify="left")

# Crear la nueva ventana de recomendaciones
```

```

def mostrar_recomendaciones():
    # Crear la ventana
    recomendaciones_window = tk.Toplevel(root)
    recomendaciones_window.title("Recomendaciones MOE & MOP")
    recomendaciones_window.geometry("500x1200")

    # Crear los widgets para las recomendaciones

    label_recomendaciones = tk.Label(
        recomendaciones_window, text=f"""Bajo MOE global- MOEglobal <=0.3: Si el
MOE global es bajo, significa que el proceso de diseño y fabricación de prótesis
dentales removibles parciales no es eficaz. En este caso, se deben revisar todas
las etapas del proceso, desde el diseño hasta la fabricación y el control de
calidad, para identificar los cuellos de botella y las áreas de mejora. Se deben
implementar medidas correctivas para abordar estos problemas y mejorar la
eficacia del proceso.

MOE global regular- MOEglobal <=0.5: Si el MOE global es regular, se debe
analizar el proceso con más detalle para identificar las áreas específicas que
están afectando la eficacia del proceso. Se pueden utilizar herramientas como el
análisis de causa raíz para identificar los factores que están afectando la
calidad y la eficacia del proceso y tomar medidas para abordar estos problemas.

Alto MOE global <=0.6: Si el MOE global es alto, significa que el proceso de
diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales es eficaz. En este
caso, se deben implementar medidas para mantener y mejorar la eficacia del
proceso, como la capacitación y el desarrollo continuo de los empleados, la
mejora de los procesos y la integración de tecnología de vanguardia.

Muy alto MOE global <=0.7: Si el MOE global es muy alto, significa que el proceso
de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales es
extremadamente eficaz. En este caso, se deben seguir implementando medidas para
mantener y mejorar la eficacia del proceso y continuar buscando nuevas formas de
mejorar aún más el proceso.
""", wraplength=400, justify="left")

    label_recomendaciones2 = tk.Label(
        recomendaciones_window, text=f"""Bajo MOP global- MOPglobal <=0.3: Si el
MOP global es bajo, significa que el proceso de diseño y fabricación de prótesis
dentales removibles parciales no está rindiendo de manera óptima. En este caso,
se deben revisar todas las etapas del proceso para identificar las áreas de bajo
rendimiento. Se deben implementar medidas correctivas para abordar estos
problemas y mejorar el rendimiento del proceso.
"""

```

MOP global regular- MOPglobal ≤ 0.5 : Si el MOP global es regular, se debe analizar el proceso con más detalle para identificar las áreas específicas que están afectando el rendimiento del proceso. Se pueden utilizar herramientas como el análisis de causa raíz para identificar los factores que están afectando el rendimiento y tomar medidas para abordar estos problemas.

Alto MOP global- MOPglobal ≤ 0.6 : Si el MOP global es alto, significa que el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales está rindiendo de manera óptima. En este caso, se deben implementar medidas para mantener y mejorar el rendimiento del proceso, como la optimización de los procesos existentes, la implementación de tecnología de vanguardia y la capacitación continua del personal.

Muy alto MOP global- MOPglobal ≤ 0.7 : Si el MOP global es muy alto, significa que el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales está rindiendo excepcionalmente bien. En este caso, se deben seguir implementando medidas para mantener y mejorar el rendimiento del proceso y continuar buscando nuevas formas de mejorar aún más el proceso para lograr la excelencia en el rendimiento del proceso.

```
""", wraplength=400, justify="left")
```

```
# Ubicar el widget en la ventana
label_recomendaciones.place(x=20, y=20)
label_recomendaciones2.place(x=20, y=500)
```

```
# Creamos la ventana principal
```

```
root = tk.Tk()
root.title("Modelo de Evaluación del Proceso de Diseño y Fabricación de Prótesis Dentales Removibles Parciales - Maestría en Innovación y Diseño - UIS")
root.geometry("1800x1800")
```

```
# Creamos los widgets necesarios para el formulario
```

```
label_t1 = tk.Label(
    root, text="Tiempo desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis (en días): ")
entry_t1 = tk.Entry(root)
```

```
label_Pef = tk.Label(
    root, text="Porcentaje de prótesis entregadas en la fecha pactada x mes: ")
entry_Pef = tk.Entry(root)
```

```
label_d = tk.Label(
    root, text="Número de prótesis defectuosas por mes: ")
entry_d = tk.Entry(root)

label_Pcr = tk.Label(
    root, text="Porcentaje prótesis - cumplen con los requisitos del cliente x
mes (%): ")
entry_Pcr = tk.Entry(root)

label_t2 = tk.Label(
    root, text="Tiempo desde la producción hasta el control de calidad en días:
")
entry_t2 = tk.Entry(root)

label_r = tk.Label(
    root, text="Número de quejas o reclamaciones por mes: ")
entry_r = tk.Entry(root)

label_Pd = tk.Label(
    root, text="Número de prótesis devueltas por mes: ")
entry_Pd = tk.Entry(root)

label_c = tk.Label(
    root, text="Costo promedio de producción de prótesis: ")
entry_c = tk.Entry(root)

label_Pr = tk.Label(
    root, text="Número de prótesis producidas en un mes: ")
entry_Pr = tk.Entry(root)

label_rc = tk.Label(
    root, text="Porcentaje reducción - costos después de aplicar mejoras a la
producción (%): ")
entry_rc = tk.Entry(root)

label_t3 = tk.Label(
```

```
    root, text="Tiempo para completar las fases de diseño y producción en días:
")
entry_t3 = tk.Entry(root)

label_rt = tk.Label(
    root, text="Porcentaje reducción tiempos de producción x mejoras en el
proceso x mes (%): ")
entry_rt = tk.Entry(root)

label_Ci = tk.Label(
    root, text="Número de citas necesarias para completar el análisis de la
situación: ")
entry_Ci = tk.Entry(root)

label_t4 = tk.Label(
    root, text="Tiempo promedio para completar el análisis de situación en días:
")
entry_t4 = tk.Entry(root)

label_Te = tk.Label(
    root, text="Tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos de la
prótesis(%): ")
entry_Te = tk.Entry(root)

label_t5 = tk.Label(
    root, text="Tiempo promedio de diseño en días: ")
entry_t5 = tk.Entry(root)

label_Td = tk.Label(
    root, text="Tasa de diseños revisados por el cliente antes de ser aprobados
(%): ")
entry_Td = tk.Entry(root)

label_t6 = tk.Label(root, text="Tiempo de fabricación en días: ")
entry_t6 = tk.Entry(root)

label_Pfc = tk.Label(
```

```
    root, text="Porcentaje de pacientes que reportan una prótesis funcional y
cómoda: ")
entry_Pfc = tk.Entry(root)

label_t7 = tk.Label(
    root, text="Tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis x días: ")
entry_t7 = tk.Entry(root)

label_Aj = tk.Label(
    root, text="Número de ajustes necesarios para lograr una prótesis adecuada:
")
entry_Aj = tk.Entry(root)

label_Nc = tk.Label(
    root, text="Número de prótesis que no cumplen con los estándares de calidad x
mes:")
entry_Nc = tk.Entry(root)

label_t8 = tk.Label(
    root, text="Tiempo promedio para completar el control de calidad x mes (en
días):")
entry_t8 = tk.Entry(root)

label_Ra = tk.Label(
    root, text="Razón del costo promedio del proyecto en relación con el
presupuesto asignado:")
entry_Ra = tk.Entry(root)

label_tp = tk.Label(
    root, text="Número de tareas pendientes de completar:")
entry_tp = tk.Entry(root)

boton_recomendaciones = tk.Button(
    root, text="Recomendaciones", command=mostrar_recomendaciones)
boton_calcular = tk.Button(
    root, text="Calcular MOE & MOP", command=calcular_moe)
label_resultados = tk.Label(root, text="")
label_resultados2 = tk.Label(root, text="")
```

```
# Ubicamos los widgets en la ventana
```

```
# Columna 1
```

```
label_t1.place(x=0, y=0)
```

```
entry_t1.place(x=20, y=20)
```

```
label_Pef.place(x=0, y=50)
```

```
entry_Pef.place(x=20, y=70)
```

```
label_d.place(x=0, y=100)
```

```
entry_d.place(x=20, y=120)
```

```
label_Pcr.place(x=0, y=150)
```

```
entry_Pcr.place(x=20, y=170)
```

```
label_t2.place(x=0, y=200)
```

```
entry_t2.place(x=20, y=220)
```

```
label_r.place(x=0, y=250)
```

```
entry_r.place(x=20, y=270)
```

```
label_Pd.place(x=0, y=300)
```

```
entry_Pd.place(x=20, y=320)
```

```
label_c.place(x=0, y=350)
```

```
entry_c.place(x=20, y=370)
```

```
# Columna 2
```

```
label_Pr.place(x=460, y=0)
```

```
entry_Pr.place(x=480, y=20)
```

```
label_rc.place(x=460, y=50)
```

```
entry_rc.place(x=480, y=70)
```

```
label_t3.place(x=460, y=100)
```

```
entry_t3.place(x=480, y=120)
```

```
label_rt.place(x=460, y=150)
```

```
entry_rt.place(x=480, y=170)
```

```
label_Ci.place(x=460, y=200)
```

```
entry_Ci.place(x=480, y=220)
```

```
label_t4.place(x=460, y=250)
```

```
entry_t4.place(x=480, y=270)

label_Te.place(x=460, y=300)
entry_Te.place(x=480, y=320)

label_t5.place(x=460, y=350)
entry_t5.place(x=480, y=370)

# Columna 3
label_Td.place(x=900, y=0)
entry_Td.place(x=920, y=20)

label_t6.place(x=900, y=50)
entry_t6.place(x=920, y=70)

label_Pfc.place(x=900, y=100)
entry_Pfc.place(x=920, y=120)

label_t7.place(x=900, y=150)
entry_t7.place(x=920, y=170)

label_Aj.place(x=900, y=200)
entry_Aj.place(x=920, y=220)

label_Nc.place(x=900, y=250)
entry_Nc.place(x=920, y=270)

label_t8.place(x=900, y=300)
entry_t8.place(x=920, y=320)

label_Ra.place(x=900, y=350)
entry_Ra.place(x=920, y=370)

# Columna 4

label_tp.place(x=1330, y=0)
entry_tp.place(x=1350, y=20)

boton_calcular.place(x=100, y=400)
label_resultados.place(x=100, y=435)
```

```
label_resultados2.place(x=900, y=435)

boton_recomendaciones.place(x=300, y=400)

# Ejecutamos el mainloop
root.mainloop()
```

Apéndice J. Características asociadas a los MOE y MOP

Tabla 28

Características MOE & MOP

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de	Método de medición
MOE 1: Tiempo promedio desde la recepción de requisitos del cliente hasta la entrega de la prótesis dental removible parcial.	horas o días.	Cronómetro o software de gestión de proyectos	o	Se registra el tiempo transcurrido desde la recepción de requisitos del cliente hasta la entrega de la prótesis dental removible parcial. Se calcula el tiempo promedio de todas las prótesis entregadas en un mes.
MOE 2: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales entregadas dentro del plazo.	Porcentaje (%).	Software de gestión de proyectos	de	Se registra la fecha de entrega acordada con el cliente y la fecha real de entrega de la prótesis dental removible parcial. Se calcula el

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de Método de medición
			porcentaje de prótesis entregadas dentro del plazo en un mes.
MOE 3: Número de prótesis dentales removibles defectuosas.	Número absoluto de prótesis dentales removibles defectuosas.	Hoja de registro de control de calidad.	Se registra el número de prótesis dentales removibles defectuosas encontradas durante el control de calidad. Se realiza un seguimiento de la cantidad de prótesis dentales removibles parciales defectuosas encontradas en un mes.
MOE 4: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos del cliente.	Porcentaje (%).	Hoja de registro de control de calidad	Se registra el número de requisitos del cliente para la prótesis dental removible parcial y se verifica si se cumplen durante el control de calidad. Se calcula el porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de Método de medición
MOE 5: Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis dental removible parcial.	Tiempo transcurrido en horas o días	Cronómetro o software de gestión de proyectos	con los requisitos del cliente en un mes. Se registra el tiempo transcurrido desde que se completa la producción de la prótesis dental removible parcial hasta que se completa el control de calidad. Se calcula el tiempo promedio de todas las prótesis dentales removibles parciales en un mes.
MOE 6: Porcentaje de clientes satisfechos con la prótesis dental removible parcial por mes.	Porcentaje (0-100%).	Encuesta de satisfacción del cliente	Realizar una encuesta de satisfacción del cliente después de la entrega de la prótesis dental removible parcial para evaluar la satisfacción del cliente con respecto a la calidad, el tiempo de entrega, el servicio al cliente.

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de	Método de medición
<p>MOE 7: Número de quejas o reclamaciones recibidas de los clientes por mes.</p>	<p>Número (0- infinito)</p>	<p>Registro de quejas o reclamaciones de los clientes</p>	de	<p>Registrar todas las quejas o reclamaciones recibidas de los clientes relacionadas con la prótesis dental removible parcial. Se pueden utilizar formularios o correos electrónicos para recopilar información sobre el motivo de la queja o reclamación.</p>
<p>MOE 8: Número de prótesis dentales removibles parciales devueltas para su revisión por mes.</p>	<p>Número (0- infinito)</p>	<p>Registro de prótesis dentales removibles parciales devueltas.</p>	de	<p>Registrar todas las prótesis dentales removibles parciales que sean devueltas para su revisión. Se pueden utilizar formularios o correos electrónicos para recopilar información sobre el motivo de la devolución y los resultados de la revisión.</p>

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de	Método de medición
MOE 9: Costo promedio de producción para cada prótesis dental removible parcial	Unidad monetaria colombianos	sistema de contabilidad o costeo del consultorio	de	Registrar y sumar los costos directos e indirectos involucrados en la producción de prótesis dentales removibles parciales y dividirlos entre el número total de prótesis producidas en el mismo mes.
MOE 10: Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por en un mes.	número de prótesis dentales removibles producidas	sistema de seguimiento producción.	de	contar el número de de prótesis dentales removibles parciales producidas en un mes.
MOE 11: Porcentaje de reducción de costos logrado mediante mejoras en el proceso de producción mes.	porcentaje (%) de reducción de costos.	sistema de seguimiento de mejora continua	de	calcular la diferencia entre el costo total de producción antes y después de aplicar mejoras en el proceso de producción, dividirla entre el costo total de producción inicial y multiplicar por 100 para

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de Método de medición
<p>MOE 12:</p> <p>Tiempo promedio para completar cada etapa del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental removible parcial.</p>	<p>días</p>	<p>Cronómetro o software de seguimiento de tiempo</p>	<p>obtener el porcentaje de reducción de costos.</p> <p>Registrar el tiempo que lleva completar cada etapa del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental removible parcial y calcular el promedio.</p>
<p>MOE 13:</p> <p>Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por mes.</p>	<p>Unidades producidas por mes.</p>	<p>Contador de unidades producidas.</p>	<p>Contar el número de prótesis dentales removibles parciales producidas en un período de un mes y calcular el promedio.</p>
<p>MOE 14:</p> <p>Porcentaje de reducción de tiempos de producción logrado mediante mejoras en el proceso.</p>	<p>Porcentaje de reducción de tiempo.</p>	<p>Software de gestión de procesos o mejora continua.</p>	<p>Comparar el tiempo promedio actual con el tiempo promedio previo a las mejoras implementadas en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales, y calcular el</p>

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de Método de medición
MOP 1: Número de citas necesarias para completar el análisis de la situación.	Número de citas	Registro de citas programadas y completadas.	<p>porcentaje de reducción del tiempo.</p> <p>Registrar el número de citas programadas y completadas para realizar el análisis de la situación de cada prótesis dental removible parcial.</p>
MOP 2: Tiempo promedio para completar el análisis de la situación.	días	Cronómetro o registro manual del tiempo utilizado para realizar el análisis de la situación.	Registrar el tiempo utilizado para completar el análisis de la situación de cada prótesis dental removible parcial y calcular el tiempo promedio.
MOP 3: Tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos de la prótesis dental removible parcial.	Porcentaje	Registro de requisitos obtenidos y validados con el paciente	Registrar la tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos de la prótesis dental removible parcial mediante el registro de requisitos obtenidos y validados con el cliente, y

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de	Método de medición
MOP 4: Tiempo de diseño promedio para cada prótesis dental removible parcial:	días	Registro	del	calcular el porcentaje de cumplimiento. Se registra el tiempo que tarda cada diseño de prótesis dental removible parcial, y se calcula el promedio.
MOP 5: Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos estéticos y funcionales del paciente	Porcentaje (%)	Evaluación del grado de cumplimiento de los requisitos estéticos y funcionales por parte del cliente.	del	Se evalúa cada prótesis dental removible parcial según los requisitos estéticos y funcionales establecidos por el cliente. El porcentaje se calcula dividiendo el número de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos estéticos y funcionales por el número total de prótesis dentales removibles parciales producidas.

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de Método de medición
MOP 6: Tasa de revisión de diseños por parte del cliente	Número de diseños revisados.	Registro del número de diseños de prótesis dentales removibles parciales revisados por el paciente	Se registra el número de diseños de prótesis dentales removibles parciales que son revisados por el cliente antes de ser aprobados para la producción. El objetivo es minimizar el número de revisiones necesarias.
MOP 7: Tiempo de fabricación promedio para cada prótesis dental removable parcial.	Minutos o horas.	Cronómetro o software de seguimiento de tiempo.	Registrar el tiempo de inicio y finalización de la fabricación de cada prótesis dental removable parcial y calcular el promedio
MOP 8: Número de prótesis dentales removibles parciales defectuosas.	Número entero	Registro de control de calidad o sistema de seguimiento de defectos	Registrar el número de prótesis dentales removibles parciales que presentan defectos en su fabricación.

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de	Método de medición
<p>MOP 9: Costo promedio de producción para cada prótesis dental removible parcial.</p>	<p>Pesos colombianos</p>	<p>Registro de costos o sistema de contabilidad de costos.</p>	de	<p>Registrar todos los costos asociados con la producción de cada prótesis dental removible parcial, incluyendo materiales, mano de obra y gastos generales. Luego, dividir el costo total entre el número de prótesis dentales removibles parciales producidas para obtener el costo promedio por unidad.</p>
<p>MOP 10: Porcentaje de pacientes que reportan una prótesis dental removible parcial cómoda y funcional.</p>	<p>Porcentaje (%)</p>	<p>Encuestas de satisfacción del paciente</p>	de	<p>Después de que el paciente haya usado la prótesis dental removible parcial, se le realiza una encuesta de satisfacción para determinar si la prótesis es cómoda y funcional. El porcentaje de pacientes que reportan una prótesis dental removible parcial</p>

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de Método de medición
<p>MOP 11: Tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis dental removible parcial.</p>	días	Cronómetro o reloj.	<p>cómoda y funcional es el MOE.</p> <p>Se mide el tiempo que tarda el odontólogo en ajustar y probar la prótesis dental removible parcial para determinar si se ajusta correctamente y es funcional. El tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis dental removible parcial es el MOE</p>
<p>MOP 12: Número de ajustes necesarios para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada.</p>	Número entero	Registro de ajustes realizados	<p>Se registra el número de ajustes necesarios para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada durante el proceso de ajuste y ensayo. El número total de ajustes necesarios es el MOE</p>

MOE & MOP		Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de	Método de medición
MOP	13:	Conteo	Número	de	Inspección
Número de prótesis dentales removibles parciales que no cumplen con los estándares de calidad			prótesis dentales removibles parciales.		visual y pruebas de calidad para detectar defectos y errores en las prótesis dentales removibles parciales
MOP	14:	Porcentaje	Conteo		Encuesta a los
Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos del cliente.					clientes para conocer su satisfacción con respecto a los requisitos del producto.
MOP	15:	Horas o minutos	Cronometro		Registro del
Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis dental removible parcial.					tiempo necesario para llevar a cabo las pruebas de calidad y la inspección visual para cada prótesis dental removible parcial.
MOP	16:	Porcentaje (%)	Registro	de	Calcular el
Porcentaje de entregas de prótesis dentales removibles parciales dentro del plazo.			entregas y fechas de entrega.	de	porcentaje de entregas de prótesis dentales removibles parciales que se entregaron dentro del plazo establecido en relación con el número

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de	Método de medición
MOP 17: Costo promedio del proyecto en relación con el presupuesto asignado.	Pesos colombianos	Registro de costos del proyecto y presupuesto asignado.	de	total de prótesis dentales removibles parciales entregadas. Calcular el costo promedio del proyecto dividiendo el costo total del proyecto por el número de prótesis dentales removibles parciales producidas. Comparar este valor con el presupuesto asignado para determinar si el costo del proyecto está dentro del presupuesto.
MOP 18: Número de tareas pendientes de completar.	Número de tareas.	Lista de tareas pendientes.		Mantener una lista actualizada de tareas pendientes y contar el número de tareas que quedan por completar. Este valor se puede utilizar para realizar un seguimiento del progreso del proyecto y asegurarse

MOE & MOP	Escala de medición o unidades	Herramienta de medición	de Método de medición
			de que todas las tareas se completen a tiempo.

Nota. Esta tabla establece las herramientas, técnicas y métodos de medición de los MOE & MOP.

Apéndice K. Estrategia operativa y asignación de pesos

Tabla 29

Relación de la estrategia operativa con los MOEs para la asignación de pesos

Valor (0-100)						
Premisas	Calidad del producto	Útil para predecir el comportamiento del proceso	Prevenir riesgos para la salud del paciente	Satisfacción del paciente	Promedio o peso total	
Estrategias	Factores críticos	Modelización del proceso	Evaluación de riesgos asociados	Análisis de resultados clínicos		
Objetivo 1: Minimizar el tiempo de entrega de prótesis dentales removibles parciales						
MOE	1-	10	90	10	100	0,53
Tiempo promedio desde la recepción de requisitos del cliente hasta la entrega de la prótesis dental removible parcial						

MOE	2:	10	70	10	100	0,48
Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales entregadas dentro del plazo.						
Objetivo 2: Garantizar la calidad de las prótesis dentales removibles parciales						
MOE	3:	100	90	90	100	0,95
Número de prótesis dentales removibles parciales defectuosas.						
MOE	4:	100	90	90	100	0,95
Porcentaje de prótesis dentales removibles parciales que cumplen con los requisitos del cliente.						
MOE	5:	50	90	30	100	0,68
Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis dental removible parcial						
Objetivo 3: Maximizar la satisfacción del cliente						
MOE	6:	50	90	70	100	0,78
Porcentaje de clientes satisfechos con la						

prótesis dental removible parcial.	MOE 7:	90	70	70	70	0,75
Número de quejas o reclamaciones recibidas de los clientes.	MOE 8:	90	60	80	80	0,78
Número de prótesis dentales removibles parciales devueltas para su revisión.	Objetivo 4: Minimizar los costos de producción de las prótesis dentales removibles parciales					
Costo promedio de producción para cada prótesis dental removible parcial	MOE 9:	90	90	30	100	0,78
Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por unidad de tiempo.	MOE 10:	50	70	30	50	0,5
Porcentaje de reducción de costos logrado mediante	MOE 11:	90	80	70	80	0,8

mejoras en el proceso
de producción.

Objetivo 5: Maximizar la eficiencia del proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales

MOE	12:	30	70	30	50	0,45
Tiempo promedio para completar cada etapa del proceso de diseño y fabricación de la prótesis dental removible parcial.						

MOE	13:	50	70	30	50	0,50
Número de prótesis dentales removibles parciales producidas por unidad de tiempo.						

MOE	14:	90	90	90	90	0,90
Porcentaje de reducción de tiempos de producción logrado mediante mejoras en el proceso.						

Nota. Los pesos asignados son fundamentales para el cálculo del MOE global.

Para los MOPs se realizó el mismo proceso,

Tabla 30

Relación de la estrategia operativa con los MOPs para la asignación de pesos

Valor (0-100)						
Premisas	Calidad del producto	Útil para predecir el comportamiento del proceso	Prevenir riesgos para la salud del paciente	Satisfacción del paciente	Promedio	o peso total
Estrategias	Factores críticos	Modelización del proceso	Evaluación de riesgos asociados	Análisis de resultados clínicos		
<i>Componente 1: Análisis de la situación:</i>						
MOP 1:	60	80	20	100	0,65	
Número de citas necesarias para completar el análisis de la situación.						
MOP 2:	30	60	30	70	0,48	
Tiempo promedio para completar el análisis de la situación						
MOP 3:	100	90	90	100	0,95	
Tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos						

de la prótesis dental
removible parcial.

Componente 2: Diseño de la prótesis dental removible parcial

MOP	4:	30	90	50	50	0,55
-----	----	----	----	----	----	------

Tiempo de diseño
promedio para el
diseño cada prótesis
dental removible
parcial.

MOP	5:	100	90	100	100	0,98
-----	----	-----	----	-----	-----	------

Porcentaje de
prótesis dentales
removibles parciales
que cumplen con los
requisitos estéticos y
funcionales del
paciente.

MOP	6:	30	90	50	50	0,55
-----	----	----	----	----	----	------

Tasa de revisión de
diseños por parte del
cliente

Componente 3: Fabricación de la prótesis dental removible parcial:

MOP	7:	50	90	50	100	0,73
-----	----	----	----	----	-----	------

Tiempo de
fabricación
promedio para cada

prótesis dental							
removible parcial.							
MOP	8:	90	90	90	90	0,90	
Número de prótesis dentales removibles parciales defectuosas.							
MOP	9:	50	80	50	100	0,70	
Costo promedio de producción para cada prótesis dental removible parcial							
<i>Componente 4: Ajuste y ensayo</i>							
MOP	10:	100	90	100	100	0,98	
Porcentaje de pacientes que reportan una prótesis dental removible parcial cómoda y funcional							
MOP	11:	70	90	50	100	0,78	
Tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis dental removible parcial.							
MOP	12:	40	70	70	100	0,7	
Número de ajustes							

necesarios para
lograr una prótesis
dental removible
parcial adecuada.

Componente 5: Control de calidad

MOP 13:	100	90	90	100	0,95
---------	-----	----	----	-----	------

Número de prótesis
dentales removibles
parciales que no
cumplen con los
estándares de calidad

MOP 14:	100	90	90	100	0,95
---------	-----	----	----	-----	------

Porcentaje de
prótesis dentales
removibles parciales
que cumplen con los
requisitos del cliente

MOP 15:	30	70	90	90	0,7
---------	----	----	----	----	-----

Tiempo promedio
para completar el
control de calidad de
la prótesis dental
removible parcial.

Componente 6: Gestión de proyecto:

MOP 16:	30	90	30	100	0,63
---------	----	----	----	-----	------

Porcentaje de
entregas de prótesis

dentales removibles							
parciales dentro del							
plazo.							
MOP	17:	30	90	30	100	0,63	
Costo promedio del							
proyecto en relación							
con el presupuesto							
asignado							
MOP	18:	30	90	30	50	0,50	
Número de tareas							
pendientes de							
completar							

Nota. Esta información es fundamental para el cálculo del MOP global.

Apéndice L. Codificación de variables

Tabla 31

Codificación de variables

Variable	Definición
t1	tiempo desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis
Pef	porcentaje de prótesis entregadas en la fecha pactada con el paciente en un mes
d	# de prótesis defectuosas por mes
Pcr	Porcentaje de prótesis que cumplen con los requisitos del cliente en un mes

t2	tiempo desde la producción hasta el control de calidad
r	# de quejas o reclamaciones por mes
Pd	# de prótesis devueltas por mes
c	costo promedio de producción de prótesis
Pr	# de prótesis producidas en un mes
rc	porcentaje de reducción de costos después de aplicar mejoras a la producción
t3	tiempo para completar las fases de diseño y producción
rt	Porcentaje de reducción de tiempos de producción logrado mediante mejoras en el proceso en un mes
Ci	Número de citas necesarias para completar el análisis de la situación.
t4	Tiempo promedio para completar el análisis de situación
Te	Tasa de éxito en la obtención de requisitos precisos de la prótesis dental removible parcial.
t5	Tiempo promedio de diseño
Td	Tasa de diseños revisados por el cliente antes de ser aprobados
t6	Tiempo de fabricación

Pfc	Porcentaje de pacientes que reportan una prótesis funcional y cómoda
t7	Tiempo promedio de ajuste y ensayo de la prótesis dental removible parcial.
Aj	Número de ajustes necesarios para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada.
Nc	Número de prótesis dentales removibles parciales que no cumplen con los estándares de calidad en un mes
t8	Tiempo promedio para completar el control de calidad de la prótesis dental removible parcial
Ra	Razón del costo promedio del proyecto en relación con el presupuesto asignado.
Tp	#de tareas pendientes de completar

Apéndice M. Transcripción de entrevistas

1. Odontólogo general 1

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: más de 15 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: Si estoy bastante familiarizada

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: Por lo general, puedo entregar una prótesis en un plazo de 3 a 5 días, dependiendo de la complejidad del caso y la disponibilidad del laboratorio dental con el que trabajo.

Pregunta: ¿Cuál es el porcentaje de prótesis que logra entregar en la fecha acordada con el paciente en un mes?

Respuesta: Aproximadamente el 100% de las prótesis se entregan en la fecha pactada. Trabajo para cumplir con los plazos establecidos y evitar retrasos en la entrega.

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: Sí, ocasionalmente me he encontrado con prótesis defectuosas. En promedio, tengo alrededor de 1 cada 6 meses

Pregunta: ¿Qué porcentaje de las prótesis que fabrica cumple con los requisitos del cliente en un mes?

Respuesta: Aproximadamente el 95% de las prótesis cumplen con los requisitos del cliente. Siempre trato de asegurarme de que las prótesis se ajusten a las necesidades y expectativas de mis pacientes.

Pregunta: ¿hace control de calidad y cuanto se demora?

Respuesta: Generalmente, el tiempo desde la producción hasta el control de calidad es de aproximadamente 1 a 2 días.

Pregunta: ¿Ha recibido quejas o reclamaciones de sus pacientes sobre las prótesis? ¿Cuántas quejas suele recibir en un mes?

Respuesta: Afortunadamente, las quejas son poco frecuentes. En un mes, suelo recibir alrededor de 1 queja, y siempre trabajo para resolver cualquier problema que pueda surgir.

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales son devueltas por los pacientes en un mes?

Respuesta: En promedio, recibo alrededor de 1 prótesis al año

Pregunta: ¿Cuál es el costo promedio de producción de las prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: El costo promedio de producción de las prótesis varía, pero generalmente oscila entre 120000 y 180000 pesos.

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales logra producir en un mes?

Respuesta: En un mes, puedo producir hasta 30 prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Ha aplicado mejoras en el proceso de producción para reducir costos? ¿En qué porcentaje ha logrado reducir los costos después de aplicar esas mejoras?

Respuesta: Sí, he implementado algunas mejoras para reducir los costos de producción. En promedio, he logrado reducir los costos en alrededor del 15%.

Pregunta: ¿Con qué frecuencia los diseños de las prótesis son revisados por el cliente antes de ser aprobados?

Respuesta: En la mayoría de los casos, los diseños de las prótesis son revisados y aprobados por el cliente antes de proceder con la fabricación.

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: El tiempo de fabricación de una prótesis dental removible parcial es de aproximadamente 2 a 3 días.

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: Alrededor del 95% de los pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega.

Pregunta: ¿Cuánto tiempo promedio necesita para ajustar y ensayar la prótesis dental removible parcial antes de entregarla al paciente?

Respuesta: El tiempo promedio para ajustar y ensayar la prótesis es de aproximadamente 1 a 2 días.

Pregunta: ¿Cuántos ajustes son necesarios en promedio para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada?

Respuesta: En promedio, se requieren alrededor de 2 a 3 ajustes para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada.

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: Por lo general, no dejo nada pendiente

2. Odontólogo general 2

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: más de 5 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: la verdad tengo otra especialidad y además tengo consultorio propio donde ese trabajo me lo hace un rehabilitador.

Pregunta: ¿Pero han hecho trabajos de este tipo en su consultorio?

Respuesta: si claro y recuerdo de la universidad

Pregunta: ¿Cuáles son los factores que considera claves en el proceso de diseño y fabricación de prótesis?

Respuesta: Respuesta: En mi experiencia, considero que varios factores son fundamentales para asegurar la calidad y el éxito en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales. En primer lugar, la comunicación efectiva con el paciente es crucial. Escuchar atentamente sus necesidades y expectativas nos permite diseñar una prótesis que se ajuste a sus requerimientos específicos.

Otro factor clave es la elección de materiales de buena calidad que sean duraderos y asequibles para el paciente. Busco utilizar materiales que ofrezcan una óptima funcionalidad y estética, sin que el costo sea una barrera para quienes tienen recursos limitados.

Además, la colaboración con el laboratorio dental es esencial. Trabajar en estrecha coordinación con los laboratoristas nos permite asegurar la precisión y la calidad de la prótesis. Nos apoyamos mutuamente para resolver cualquier desafío técnico y lograr un resultado satisfactorio.

También, la eficiencia en el proceso es importante.

Pregunta: ¿y la estética?

Respuesta: es importante pero la más importante es la funcionalidad

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: Por lo general, puedo entregar una prótesis en un plazo de 3 a 5 días, dependiendo de la complejidad del caso y la disponibilidad del laboratorio dental con el que trabajo.

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: Sí, en algunos casos

Pregunta: ¿Qué porcentaje de las prótesis que fabrica cumple con los requisitos del cliente en un mes?

Respuesta: Aproximadamente el 95% de las prótesis cumplen con los requisitos del cliente. Siempre trato de asegurarme de que las prótesis se ajusten a las necesidades y expectativas de mis pacientes.

Pregunta: ¿hace control de calidad y cuanto se demora?

Respuesta: Generalmente, el tiempo desde la producción hasta el control de calidad es de aproximadamente 1 a 2 días.

Pregunta: ¿Ha recibido quejas o reclamaciones de sus pacientes sobre las prótesis? ¿Cuántas quejas suele recibir en un mes?

Respuesta: sí, pero muy pocas.

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales son devueltas por los pacientes en un mes?

Respuesta: no que yo me acuerde

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: por ahí 10 días con el rehabilitador

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: Alrededor del 90% de los pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega.

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: A veces por otras ocupaciones si se me cruzan tareas pendientes

3. Odontólogo general 3

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: alrededor de 6 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: soy ortodoncista, pero antes de serlo trabajaba con este tipo de prótesis.

Pregunta: ¿Pero han hecho trabajos de este tipo en su consultorio?

Respuesta: a veces yo las hago o a veces el rehabilitador de mi consultorio

Pregunta: ¿Cuáles son los factores que considera claves en el proceso de diseño y fabricación de prótesis?

Respuesta: Los factores más importantes en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales son sin duda el costo y el tiempo de entrega. Como odontólogo, tengo muy presente que mis pacientes tienen diversas condiciones económicas, por lo que ofrecer una prótesis dental de buena calidad a un precio razonable es fundamental para su accesibilidad.

Además, el tiempo de entrega es un aspecto crucial para mis pacientes. Todos deseamos que el proceso sea lo más ágil posible para que puedan disfrutar de una solución dental funcional y estética en el menor tiempo posible.

Es necesario encontrar el equilibrio adecuado entre el costo y el tiempo de entrega, garantizando siempre la satisfacción y comodidad de mis pacientes. El proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales es una tarea que involucra varios aspectos, y mi compromiso como odontólogo es trabajar en equipo con laboratoristas dentales, buscando la eficiencia y la mejora continua para lograr resultados exitosos y asequibles para mis pacientes.

Pregunta: ¿y la estética y la calidad?

Respuesta: un trabajo hecho por un profesional debe garantizar estos 2 factores

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: 10 días

Pregunta: ¿Cuál es el costo promedio de producción de las prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: El costo promedio de producción de las prótesis varía, pero generalmente oscila entre 250.000 y 300.000 pesos.

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: si a veces tengo problemas con el laboratorio

Pregunta: ¿hace control de calidad y cuanto se demora?

Respuesta: Generalmente, el tiempo desde la producción hasta el control de calidad es de aproximadamente 1 a 2 días.

Pregunta: ¿Ha recibido quejas o reclamaciones de sus pacientes sobre las prótesis?
¿Cuántas quejas suele recibir en un mes?

Respuesta: hay meses que no se recibe ninguna reclamación

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: por ahí 10 días con el rehabilitador

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: más del 80%

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: no tengo casi tareas pendientes, pero a veces 1 o 2

Pregunta: ¿Cómo se podría mejorar el proceso?

Respuesta: Mejorar la comunicación entre el odontólogo y el laboratorio dental es esencial para asegurarse de que las especificaciones del paciente sean entendidas y seguidas correctamente además de mejorar la planeación y la logística.

4. Odontólogo general 4

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: alrededor de 10 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: soy periodoncista, pero tengo un rehabilitador en mi consultorio

Pregunta: ¿Cuáles son los factores que considera claves en el proceso de diseño y fabricación de prótesis?

Respuesta: En el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles, hay varias áreas que pueden mejorarse, y una de las más importantes es la coordinación y trabajo en equipo entre el odontólogo y el laboratorista dental. Al fortalecer esta colaboración, se pueden lograr importantes avances en la calidad de las prótesis y la satisfacción del paciente.

Pregunta: ¿y la estética y la calidad?

Respuesta: un trabajo hecho por un profesional debe garantizar estos 2 factores

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: esa información la maneja el rehabilitador

Pregunta: ¿Cuál es el costo promedio de producción de las prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: por ahí 300.0000 pesos

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: como todo a veces se presentan problemas

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: 15 días más o menos con el rehabilitador

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: más del 90%

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: eso lo maneja el rehabilitador

5. Odontólogo general 5

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: más de 4 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: de vez en cuando hago este tipo de trabajos

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: 10-12 días

Pregunta: ¿Cuál es el porcentaje de prótesis que logra entregar en la fecha acordada con el paciente en un mes?

Respuesta: 98% la entrego en la fecha, tiene que ser algo excepcional para entregar en otra fecha.

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: no casi no

Pregunta: ¿Qué porcentaje de las prótesis que fabrica cumple con los requisitos del cliente en un mes?

Respuesta: Todas, trato que mis pacientes queden contentos

Pregunta: ¿hace control de calidad y cuanto se demora?

Respuesta: la calidad la reviso a cada momento

Pregunta: ¿Ha recibido quejas o reclamaciones de sus pacientes sobre las prótesis?

¿Cuántas quejas suele recibir en un mes?

Respuesta: casi ninguna.

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales son devueltas por los pacientes en un mes?

Respuesta: la verdad no me acuerdo si me han devuelto prótesis

Pregunta: ¿Cuál es el costo promedio de producción de las prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: 150.000

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales logra producir en un mes?

Respuesta: 10 como máximo

Pregunta: ¿Ha aplicado mejoras en el proceso de producción para reducir costos? ¿En qué porcentaje ha logrado reducir los costos después de aplicar esas mejoras?

Respuesta: la verdad no

Pregunta: ¿Con qué frecuencia los diseños de las prótesis son revisados por el cliente antes de ser aprobados?

Respuesta: siempre trabajo de la mano del paciente

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: El laboratorio me puede demorar hasta 3 días, pero en general entre 2 y 3 días

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: Alrededor del 80%, muchos pacientes se quejan sobre todo la prótesis de abajo

Pregunta: ¿Cuánto tiempo promedio necesita para ajustar y ensayar la prótesis dental removible parcial antes de entregarla al paciente?

Respuesta: 1 o 2 días

Pregunta: ¿Cuántos ajustes son necesarios en promedio para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada?

Respuesta: con uno o máximo 2 ajustes

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: trato de ir al día, aunque a veces me cuelgo un poco

6. Odontólogo general 6

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: más de 11 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: si sobre todo las acrílicas

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: 8 a 15 días

Pregunta: ¿Cuál es el porcentaje de prótesis que logra entregar en la fecha acordada con el paciente en un mes?

Respuesta: más del 90 % a veces me hace quedar mal el laboratorio

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: muy de vez en cuando, pero la verdad si por ahí 1 máximo

Pregunta: ¿Qué porcentaje de las prótesis que fabrica cumple con los requisitos del cliente en un mes?

Respuesta: Trato que todo se haga pensando en el paciente

Pregunta: ¿hace control de calidad y cuanto se demora?

Respuesta: estoy muy pendiente de eso

Pregunta: ¿Ha recibido quejas o reclamaciones de sus pacientes sobre las prótesis? ¿Cuántas quejas suele recibir en un mes?

Respuesta: si claro que sí, pero por ahí una cada 2 meses

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales son devueltas por los pacientes en un mes?

Respuesta: yo creo que por ahí máximo 2 o 3 pero no en un mes si no en 6 meses.

Pregunta: ¿Cuál es el costo promedio de producción de las prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: 200.000

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales logra producir en un mes?

Respuesta: uy no sé cuantas

Pregunta: ¿Ha aplicado mejoras en el proceso de producción para reducir costos? ¿En qué porcentaje ha logrado reducir los costos después de aplicar esas mejoras?

Respuesta: no, lo básico

Pregunta: ¿Con qué frecuencia los diseños de las prótesis son revisados por el cliente antes de ser aprobados?

Respuesta: hablo mucho con mis pacientes

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: hasta 6 días me demora a veces el consultorio

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: más del 70%, muy pocos tienen quejas, pero uno les colabora con la adaptación

Pregunta: ¿Cuánto tiempo promedio necesita para ajustar y ensayar la prótesis dental removible parcial antes de entregarla al paciente?

Respuesta: 1 día cuando no hay problemas, máximo 2

Pregunta: ¿Cuántos ajustes son necesarios en promedio para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada?

Respuesta: con 2 ajustes creo que es suficiente

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: muy pocas

7. Odontólogo rehabilitador 1

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: más de 5 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: no, generalmente la primera opción para mis pacientes no es este tipo de prótesis. Pero cuando por razones fisiológicas el paciente este impedido para las otras soluciones opto por esta solución.

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: hasta 30 días

Pregunta: ¿Cuál es el porcentaje de prótesis que logra entregar en la fecha acordada con el paciente en un mes?

Respuesta: por ahí más del 70% pero hay muchos factores que pueden intervenir y me es difícil decirle eso

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: voy a ser muy sincero, la mayor parte de las prótesis de la arcada inferior tienen problemas debido a que los pacientes edéntulos pertenecen muchos al grupo de la tercera edad y por ende no tienen casi hueso alveolar por lo tanto no van a tener mucha retención, estabilidad y soporte. Además, las personas en la arcada inferior poseen mucha mucosa lo que hace que le duela más el proceso de adaptación a diferencia de la arcada superior donde existe más queratina y por ende menos dolor.

Pregunta: ¿Qué porcentaje de las prótesis que fabrica cumple con los requisitos del cliente en un mes?

Respuesta: Este trabajo es muy complejo porque el paciente no sabe en realidad lo que quiere. Se debe ser muy profesional y orientar lo mejor posible al paciente. Pero creo que más de 80% cumple con ese requisito.

Pregunta: ¿hace control de calidad y cuanto se demora?

Respuesta: menos de un día

Pregunta: ¿Ha recibido quejas o reclamaciones de sus pacientes sobre las prótesis?
¿Cuántas quejas suele recibir en un mes?

Respuesta: Obvio, por eso le digo que estas prótesis son complejas de adaptar a los pacientes. Por ahí máximo 1

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales son devueltas por los pacientes en un mes?

Respuesta: yo creo que máximo 1

Pregunta: ¿Cuál es el costo promedio de producción de las prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: de 800.000 a un millón de pesos

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales logra producir en un mes?

Respuesta: no muchos pacientes los llevo a estas prótesis, solo los impedidos que le comenté.

Pregunta: ¿Ha aplicado mejoras en el proceso de producción para reducir costos? ¿En qué porcentaje ha logrado reducir los costos después de aplicar esas mejoras?

Respuesta: no la verdad no

Pregunta: ¿Con qué frecuencia los diseños de las prótesis son revisados por el cliente antes de ser aprobados?

Respuesta: solo oriento a los pacientes, pero también me gusta escucharlos

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: es un proceso de 8 días

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: en inferiores por ahí 50% está conforme, en superior mayor de 70%

Pregunta: ¿Cuánto tiempo promedio necesita para ajustar y ensayar la prótesis dental removible parcial antes de entregarla al paciente?

Respuesta: a veces hasta 4 citas

Pregunta: ¿Cuántos ajustes son necesarios en promedio para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada?

Respuesta: hay pacientes muy complejos con muchos ajustes

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: las mínimas posibles

8. Odontólogo rehabilitador 2

Tema: Proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales.

Pregunta: ¿Cuál es su experiencia en prótesis removibles parciales?

Respuesta: más de 8 años

Pregunta: ¿Trabaja continuamente con este tipo de prótesis?

Respuesta: Este tipo de prótesis son la última opción a tener en cuenta para rehabilitar a un paciente. En primera instancia se debe tener en cuenta otras opciones.

Pregunta: ¿Cuánto tiempo suele tomar desde el inicio del proceso hasta la entrega de la prótesis a un paciente?

Respuesta: en promedio de 20 a 21 días, pero en promedio de 15 a 20 días

Pregunta: ¿Cuál es el porcentaje de prótesis que logra entregar en la fecha acordada con el paciente en un mes?

Respuesta: no llevo ningún indicador ni sistema de gestión, pero, yo creo que en más del 90%

Pregunta: ¿Ha enfrentado problemas con prótesis defectuosas? ¿Cuántas prótesis defectuosas suele tener en un mes?

Respuesta: estas prótesis suelen tener bastantes problemas de retención por la pérdida de hueso. También depende del trabajo del laboratorio. No le puedo decir un número exacto

Pregunta: ¿Qué porcentaje de las prótesis que fabrica cumple con los requisitos del cliente en un mes?

Respuesta: por ahí en más del 95%.

Pregunta: ¿hace control de calidad y cuanto se demora?

Respuesta: no llevamos registros, pero si hacemos control de calidad

Pregunta: ¿Ha recibido quejas o reclamaciones de sus pacientes sobre las prótesis? ¿Cuántas quejas suele recibir en un mes?

Respuesta: si, pero no llevo registro de esto

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales son devueltas por los pacientes en un mes?

Respuesta: no he tenido devoluciones

Pregunta: ¿Cuál es el costo promedio de producción de las prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: entre 500 y 800 mil pesos

Pregunta: ¿Cuántas prótesis dentales removibles parciales logra producir en un mes?

Respuesta: no he calculado cuantas porque como le digo no es lo que más hago.

Pregunta: ¿Ha aplicado mejoras en el proceso de producción para reducir costos? ¿En qué porcentaje ha logrado reducir los costos después de aplicar esas mejoras?

Respuesta: no he implementado mejoras

Pregunta: ¿Con qué frecuencia los diseños de las prótesis son revisados por el cliente antes de ser aprobados?

Respuesta: Trabajo siempre de la mano del paciente

Pregunta: ¿Cuánto tiempo necesita para la fabricación de una prótesis dental removible parcial?

Respuesta: generalmente el laboratorio se demora 8 días

Pregunta: ¿Qué porcentaje de pacientes reporta que la prótesis es funcional y cómoda después de la entrega?

Respuesta: hay meses donde no se presentan eventos, pero generalmente más del 97 % salen conformes

Pregunta: ¿Cuánto tiempo promedio necesita para ajustar y ensayar la prótesis dental removible parcial antes de entregarla al paciente?

Respuesta: en 2 citas

Pregunta: ¿Cuántos ajustes son necesarios en promedio para lograr una prótesis dental removible parcial adecuada?

Respuesta: pocos ajustes

Pregunta: ¿Con cuántas tareas pendientes suele tener en estos procesos?

Respuesta: Todo el proceso se realiza muy bien planeado.

9. Laboratorista dental 1

Pregunta: ¿Cuál es tu rol y responsabilidad como laboratorista dental en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: Como laboratorista dental, mi rol principal es llevar a cabo la fabricación de prótesis dentales removibles parciales basadas en las especificaciones y requerimientos proporcionados por el odontólogo. También es mi responsabilidad asegurarme de que cada prótesis cumpla con los estándares de calidad establecidos y que se entregue en el plazo acordado.

Pregunta: ¿Cómo te aseguras de entender completamente los requerimientos y especificaciones de cada prótesis dental que te llega del odontólogo?

Respuesta: Mantengo una comunicación cercana y clara con el odontólogo. Antes de iniciar cualquier trabajo, me aseguro de obtener toda la información relevante, como registros de mordida, impresiones y especificaciones estéticas. Si tengo alguna duda, siempre consulto con el odontólogo para aclarar cualquier detalle.

Pregunta: ¿Cuál es el enfoque que usted usa para asegurar la calidad en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles? ¿Qué controles de calidad implementas?

Respuesta: Implementamos un riguroso proceso de control de calidad en cada etapa de la fabricación. Realizamos revisiones periódicas para asegurarnos de que las prótesis cumplan con las especificaciones y requerimientos del odontólogo. Además, utilizamos materiales de alta calidad para garantizar la durabilidad y estética de cada prótesis.

Pregunta: ¿Qué desafíos enfrentas con mayor frecuencia en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles?

Respuesta: Uno de los desafíos más comunes es asegurar una alineación perfecta con los registros de mordida y la oclusión. Para abordar este problema, realizamos pruebas y ajustes meticulosos para garantizar una prótesis bien ajustada y funcional.

Pregunta: ¿Has considerado la implementación de tecnologías digitales en el laboratorio para mejorar la producción de prótesis dentales? ¿En qué medida las has adoptado?

Respuesta: Sí, hemos incorporado tecnologías digitales en nuestro laboratorio para mejorar la precisión y eficiencia en la producción. Utilizamos sistemas CAD/CAM para el diseño y fabricación, lo que nos ha permitido reducir tiempos y mejorar la calidad de las prótesis.

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de fabricación de una prótesis dental removible?

Respuesta: depende del tipo de prótesis, puede ser metálica o acrílica, en general las acrílicas que son más comunes pueden demorarse entre 1 o 2 días en la fabricación.

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de las prótesis?

Respuesta: Depende de las especificaciones del odontólogo, pero podemos entregar para prueba en un día, también dependiendo de la demanda de prótesis que en algunas temporadas es bastante alta.

Pregunta: ¿Cómo evalúas y registras la satisfacción del paciente con las prótesis que entregas? ¿Recibes retroalimentación del odontólogo al respecto?

Respuesta: Después de la entrega de cada prótesis, solicitamos retroalimentación al odontólogo.

Pregunta: ¿Has realizado mejoras en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles parciales? ¿Cómo estas mejoras han impactado en la calidad y tiempos de entrega?

Respuesta: Sí, constantemente buscamos formas de mejorar nuestro proceso de producción. Hemos implementado tecnologías digitales y técnicas más eficientes para estar en el camino de la mejora continua.

10. Laboratorista dental 2

Pregunta: ¿Cuál es tu rol y responsabilidad como laboratorista dental en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: El laboratorista lleva el diseño del odontólogo al proceso de fabricación. Somos responsables de la fabricación de la prótesis

Pregunta: ¿Cómo te aseguras de entender completamente los requerimientos y especificaciones de cada prótesis dental que te llega del odontólogo?

Respuesta: El laboratorista debe estar preparado para entender a la perfección y ser un experto en la interpretación de lo que el odontólogo quiere.

Pregunta: ¿Cuál es el enfoque que usted usa para asegurar la calidad en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles? ¿Qué controles de calidad implementas?

Respuesta: El proceso de fabricación de prótesis se ha realizado así durante muchos años. Los laboratoristas nos ceñimos a las pausas de los odontólogos solo verificamos sus requerimientos.

Pregunta: ¿Qué desafíos enfrentas con mayor frecuencia en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles?

Respuesta: Además de los vividos en el laboratorio, surgen otros como los que tienen que ver con la responsabilidad del trabajo. Algunos odontólogos no asumen su responsabilidad en el alcance del trabajo y debe ser cubierta por el laboratorista.

Pregunta: ¿Has considerado la implementación de tecnologías digitales en el laboratorio para mejorar la producción de prótesis dentales? ¿En qué medida las has adoptado?

Respuesta: no en verdad, no conozco casi nada del tema

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de fabricación de una prótesis dental removible?

Respuesta: cuando la prótesis es acrílica puede demorar entre 1 o días fabricándose. Las Metálicas si se demoran un poco mas

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de las prótesis?

Respuesta: si se gestiona bien por parte del odontólogo 2 o 3 días. A veces pueden demorarse 8 días

Pregunta: ¿Cómo evalúas y registras la satisfacción del paciente con las prótesis que entregas? ¿Recibes retroalimentación del odontólogo al respecto?

Respuesta: Muchas veces no. Si no llaman quiere decir que todo quedo bien.

Pregunta: ¿Has realizado mejoras en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles parciales? ¿Cómo estas mejoras han impactado en la calidad y tiempos de entrega?

Respuesta: No, seguimos con el proceso tradicional.

11. Laboratorista dental 3

Pregunta: ¿Cuál es tu rol y responsabilidad como laboratorista dental en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: sigo las instrucciones que me envían o me hacen los odontólogos, ellos me mandan los modelos y yo simplemente los monto al articulador y comienzo todo el proceso.

Pregunta: ¿Cómo te aseguras de entender completamente los requerimientos y especificaciones de cada prótesis dental que te llega del odontólogo?

Respuesta: La experiencia ya me permite interpretar lo que quiere cada odontólogo, a veces no envían la información completa y me toca llamar y preguntarle

Pregunta: ¿Cuál es el enfoque que usted usa para asegurar la calidad en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles? ¿Qué controles de calidad implementas?

Respuesta: Bueno yo soy muy cuidadoso en todo lo que hago y los años de experiencia me ayudan a detectar cosas que estén mal hechas. Sin embargo, muchas veces se van prótesis con defectos que devuelven y las podemos arreglar

Pregunta: ¿Qué desafíos enfrentas con mayor frecuencia en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles?

Respuesta: El dolor de cabeza más grande es que los odontólogos no envían la información completa o algunas veces se desentienden de los trabajos.

Pregunta: ¿Has considerado la implementación de tecnologías digitales en el laboratorio para mejorar la producción de prótesis dentales? ¿En qué medida las has adoptado?

Respuesta: eso es lo mismo que CAD-CAM ¿? No tengo conocimiento sobre eso

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de fabricación de una prótesis dental removible?

Respuesta: en prótesis acrílicas 1 día para prueba y 2 días para acrilado

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de las prótesis?

Respuesta: máximo 3 días si toca probar, pero a veces los odontólogos se desentienden del trabajo y se demoran en reclamarlo, eso depende del odontólogo.

Pregunta: ¿Cómo evalúas y registras la satisfacción del paciente con las prótesis que entregas? ¿Recibes retroalimentación del odontólogo al respecto?

Respuesta: no llevo ningún registro de eso.

Pregunta: ¿Has realizado mejoras en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles parciales? ¿Cómo estas mejoras han impactado en la calidad y tiempos de entrega?

Respuesta: no, trabajo con lo mismo de siempre. Aunque los aparatos han mejorado mucho.

12. Laboratorista dental 4

Pregunta: ¿Cuál es tu rol y responsabilidad como laboratorista dental en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: Soy responsable de garantizar que el diseño del doctor se fabrique según las indicaciones

Pregunta: ¿Cómo te aseguras de entender completamente los requerimientos y especificaciones de cada prótesis dental que te llega del odontólogo?

Respuesta: tengo más de 30 años de experiencia en el ramo. Y me ha tocado trabajar con muchos odontólogos y he aprendido a interpretar lo que ellos quieren. A veces no dicen nada y toca preguntarles mucho sobre todo los recién egresados y otros quieren que uno haga el trabajo por ellos. Una vez me paso que un Dr me pidió que le tomara impresiones al paciente y yo lo hice, no es ético, pero lo hice, cuando termine me pidió que le enviara la prótesis a domicilio, ni siquiera se la probó. Y muchos casos donde la verdad he visto de todo.

Pregunta: ¿Cuál es el enfoque que usted usa para asegurar la calidad en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles? ¿Qué controles de calidad implementas?

Respuesta: Bueno yo no llevo ningún formato o hoja para controlar eso, pero la experiencia me ayuda a saber cuándo algo está bien o mal.

Pregunta: ¿Qué desafíos enfrentas con mayor frecuencia en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles?

Respuesta: La comunicación con los doctores, muchos de ellos son un poco irresponsables. Aunque muchos también lo hacen muy bien.

Pregunta: ¿Has considerado la implementación de tecnologías digitales en el laboratorio para mejorar la producción de prótesis dentales? ¿En qué medida las has adoptado?

Respuesta: uy no, de eso no sé nada, la verdad tengo amigos que, si manejan esas tecnologías, pero yo no conozco casi de eso. Si quiere lo pongo en contacto con ellos para que lo asesoren en el tema.

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de fabricación de una prótesis dental removible?

Respuesta: en prótesis acrílicas 1 día, las otras hay que colar y se demoran más días

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de las prótesis?

Respuesta: 3 días

Pregunta: ¿Cómo evalúas y registras la satisfacción del paciente con las prótesis que entregas? ¿Recibes retroalimentación del odontólogo al respecto?

Respuesta: algunos doctores nos cuentan lo que pasa con los pacientes, otros no.

Pregunta: ¿Has realizado mejoras en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles parciales? ¿Cómo estas mejoras han impactado en la calidad y tiempos de entrega?

Respuesta: trabajo el sistema convencional y ha venido así hace muchos años

13. Laboratorista dental 5

Pregunta: ¿Cuál es tu rol y responsabilidad como laboratorista dental en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: la verdad más que todo trabajo con retenedores para ortodoncia y me he especializado en eso.

Pregunta: ¿Cómo te aseguras de entender completamente los requerimientos y especificaciones de cada prótesis dental que te llega del odontólogo?

Respuesta: ahí todo va en el odontólogo. Si él es bueno se da a entender, si no, poco le importa y eso se ve reflejado en el resultado de la prótesis.

Pregunta: ¿Cuál es el enfoque que usted usa para asegurar la calidad en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles? ¿Qué controles de calidad implementas?

Respuesta: la calidad es trabajar bien y hacer las cosas como son. Si uno hace lo que debe hacer los resultados siempre serán buenos.

Pregunta: ¿Qué desafíos enfrentas con mayor frecuencia en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles?

Respuesta: Los doctores no se comunican bien y a veces le echan a uno la culpa de los errores.

Pregunta: ¿Has considerado la implementación de tecnologías digitales en el laboratorio para mejorar la producción de prótesis dentales? ¿En qué medida las has adoptado?

Respuesta: Yo no, tengo amigos que trabajan eso, pero yo no se casi nada de eso

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de fabricación de una prótesis dental removible?

Respuesta: 1 día, eso llevar al horno

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de las prótesis?

Respuesta: desde que está fabricada se la pueden llevar, hay unos doctores que son rápidos en llevarse los trabajos. A otros toca rogarles.

Pregunta: ¿Cómo evalúas y registras la satisfacción del paciente con las prótesis que entregas? ¿Recibes retroalimentación del odontólogo al respecto?

Respuesta: no tengo contacto con los pacientes

Pregunta: ¿Has realizado mejoras en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles parciales? ¿Cómo estas mejoras han impactado en la calidad y tiempos de entrega?

Respuesta: pues el trabajo a través de los años se va mejorando.

14. Laboratorista dental 6

Pregunta: ¿Cuál es tu rol y responsabilidad como laboratorista dental en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles parciales?

Respuesta: acá me llegan los modelos dentales y las instrucciones. Yo monto en articulador miro la línea media y la distancia vertical, verifico oclusión y mordida. Monto dientes en cera y entrego para prueba al doctor. Después que el doctor prueba yo corrijo lo que él me pide o simplemente llevo al horno a acrilar y listo para la entrega.

Pregunta: ¿Cómo te aseguras de entender completamente los requerimientos y especificaciones de cada prótesis dental que te llega del odontólogo?

Respuesta: el doctor me tiene que escribir el color del diente, si lleva ganchos y en donde los lleva o si es una prótesis especial en remanio o según lo que haya convenido con el paciente. La experiencia lo lleva a uno a entender cada vez con más facilidad.

Pregunta: ¿Cuál es el enfoque que usted usa para asegurar la calidad en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles? ¿Qué controles de calidad implementas?

Respuesta: controlo las temperaturas, manejo buenos acrílicos y buenos dientes. Por lo menos los dientes que manejo son de “...” y el acrílico también. No manejo dientes baratos, ni acrílicos baratos. Lo otros son las temperaturas de acrilado en horno y los tiempos. Si el acrílico queda crudo simplemente la prótesis no queda bien y se demora mucho en horno queda quebradizo y con otro color.

Pregunta: ¿Qué desafíos enfrentas con mayor frecuencia en el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales removibles?

Respuesta: El mayor problema son los odontólogos que no se comunican bien o dan instrucciones que no son. Hasta toca pelear con ellos y dañarse el genio.

Pregunta: ¿Has considerado la implementación de tecnologías digitales en el laboratorio para mejorar la producción de prótesis dentales? ¿En qué medida las has adoptado?

Respuesta: no sé nada de eso

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de fabricación de una prótesis dental removible?

Respuesta: 1 día o medio día, pero como hay más trabajo en promedio 1 día

Pregunta: ¿Cuál es el tiempo de entrega de las prótesis?

Respuesta: 2 días máximo, pueden ser 3

Pregunta: ¿Cómo evalúas y registras la satisfacción del paciente con las prótesis que entregas? ¿Recibes retroalimentación del odontólogo al respecto?

Respuesta: nunca me entero que pasa con ellos, algunos doctores son reservados con ellos. Algunas veces me entero es porque hubo errores en la prótesis por mí o por ellos.

Pregunta: ¿Has realizado mejoras en el proceso de fabricación de prótesis dentales removibles parciales? ¿Cómo estas mejoras han impactado en la calidad y tiempos de entrega?

Respuesta: siempre he trabajado prácticamente de la misma manera. A mí me enseñó mi tío este arte y casi nada ha cambiado, de pronto los materiales son mejores y los aparatos mejores como los hornos o los micromotores, en fin, han mejorado los aparatos, pero el proceso sigue siendo el mismo.