

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE DISEÑO Y ARQUITECTURA

CARRERA DE INGENIERIA DISEÑO DE INDUSTRIAL

“Optimización de una estación de trabajo de pulido ergonómica para laboratorios de mecánica dental.”

Trabajo de Titulación, proyecto integrador previo a la obtención del Título de Ingeniería en diseño industrial, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato.

Autor: Pazmiño Zúñiga. Iván Andrés

Tutor: Cristina Elizabeth Rosas Duque

Ambato-Ecuador

Agosto – 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema:

Optimización de una estación de trabajo de pulido ergonómica para laboratorios de mecánica dental.

del/la alumno/a: Iván Andrés Pazmiño Zúñiga, estudiante de la carrera de ingeniería en Diseño industrial, considero que dicho Trabajo de Titulación bajo la Modalidad integrador ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo, ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato diciembre del 2025

.....

Mg. Cristina Elizabeth Rosas Duque

C.C.: 1717052003

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Andrés Pazmiño Zúñiga con cédula de ciudadanía No 1850881580, declaro que los criterios emitidos en el trabajo de titulación, modalidad integrador bajo el tema: Optimización De Una Estación De Trabajo De Pulido Ergonómica Para Laboratorios De Mecánica Dental, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos y conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor/a de este trabajo de Titulación

Ambato diciembre del 2025

.....

Mg. Cristina Elizabeth Rosas Duque

C.C.: 1717052003

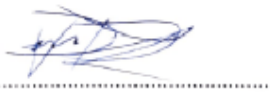
TUTORA

DERECHOS DE AUTO

Yo, Iván Andrés Pazmiño Zúñiga con C.C.: 1850881580 en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **OPTIMIZACIÓN DE UNA ESTACION DE TRABAJO DE PULIDO ERGONÓMICA PARA LABORATORIOS DE MECANICA DENTAL**, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Trabajo de Titulación a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor/a.

Ambato diciembre del 2025



Iván Andrés Pazmiño Zúñiga

C.C.: 1850881580

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, Modalidad integrador sobre el **OPTIMIZACIÓN DE UNA ESTACION DE TRABAJO DE PULIDO ERGONÓMICA PARA LABORATORIOS DE MECANICA DENTAL** de Iván Andrés Pazmiño Zúñiga, estudiante de la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial, de la Facultad de Diseño y Arquitectura de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Ambato, diciembre del 2025

Para constancia firman:

_____

Título. Nombres y Apellidos
PRESIDENTE
C.C.:

_____	_____
Título. Nombres Apellidos	Título. Nombres Apellidos
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO	MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO
C.C.:	**C.C.:**

Dedico este trabajo a mis padres, Iván Pazmiño y Mónica Zúñiga, ya que su cariño, esfuerzo y guía han sido el pilar que ha sostenido cada etapa de mi vida. A mi familia de Riobamba y Ambato, cuya compañía siempre ha mantenido un moral también muy importante para lograr este objetivo. Gracias a ustedes por hacerme fuerza para continuar y ser la fuerza que sostiene mis metas

DEDICATORIA

Iván Pazmiño
Mónica Zúñiga

Quiero externar mi profundo agradecimiento a mis padres, Iván Pazmiño y Mónica Zúñiga, por su entrega incondicional y porque a ellos, en la construcción de mi ser, les debo el hecho de no rendirme y de ser atrevido y disciplinado. Al mismo tiempo a mi familia de Riobamba y de Ambato mi reconocimiento por el respaldo moral que me brindaron, y porque en este trayecto académico han estado conmigo.

A mis amigos Cristian Yungan, Bryan Shinin y Thalia Morocho igualmente les agradezco ya que su compañía, su aliento y su amistad hicieron que este proceso no sólo sea más llevadero, sino que además sea valioso.

A cada uno de ustedes, gracias por ser parte de este logro

AGRADECIMIENTO

Iván Pazmiño

Mónica Zúñiga

Cristian Yungan

Bryan Shnin

Thalia Morocho

ÍNDICE DE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA…… i
APROBACIÓNDELTUTOR……ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA…….. iii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR……iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO……v
DEDICATORIA (opcional)………vi
AGRADECIMIENTO (opcional)……vii
ÍNDICE GENERAL……viii
ÍNDICE DE TABLAS……ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS……xi
RESUMEN EJECUTIVO……xii
ABSTRACT…….xiii

INDICE DE TABLAS

Contenido Paginas

Tabla 1. Variable dependiente ____ *29*
Tabla 2. Variable Independiente ____ *30*
Tabla 3. Referente proyectual. elaboración propia ____ *35*
Tabla 4. Referente proyectual. Elaboración propia ____ *36*
Tabla 5. Referente ergonómico, elaboración propia ____ *37*
Tabla 6. Referente comercial. ____ *37*
Tabla 7. Referente comercial. ____ *38*
Tabla 8. Referente comercial. ____ *39*
Tabla 9. Referente comercial ____ *40*
Tabla 10. referente comercial ____ *41*
Tabla 11.Referente comercial ____ *41*
Tabla 12. Operacionalización independiente ____ *64*
Tabla 13. operacionalizacio dependiente ____ *65*
Tabla 14. Tabla de entrevistas ____ *70*
Tabla 15. puntos de riesgo ____ *71*
Tabla 16.Condiciones actuales ____ *72*
Tabla 17.Entorno actual ____ *73*
Tabla 18. lista de actividades ____ *73*
Tabla 19 Parámetros de evaluación ____ *74*
Tabla 20. Descripcion visual ____ *75*
Tabla 21.Tabla de análisis del entorno ____ *76*
Tabla 22. Ángulos posturales ____ *96*
Tabla 23. Carga postural ____ *96*
Tabla 24. Ángulos posturales ____ *97*
Tabla 25. Caraga postural ____ *98*
Tabla 26. Selección de bocetos ____ *112*
Tabla 27. Materiales del prototipo ____ *119*
Tabla 28. Partes del objeto ____ *120*

Tabla 29. Datos personales _____ *124*
Tabla 30. validación de prototipo _____ *128*

INDICE DE GRAFICOS

Contenido Pagina

Figura 1. Árbol de problemas ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Figura 2. Constelación VD *31*
Figura 3. Constelación VI *32*
Figura 4. Implementación ergonómica *36*
Figura 5. Estación de pulido *37*
Figura 6. Capsula de trabajo *38*
Figura 7. Cámara de trabajo *39*
Figura 8. Cabina de pulido *40*
Figura 9. Cabina de repaso *40*
Figura 10. cabina compacta *41*
Figura 11. Pestel *57*
Figura 12. FODA *58*
Figura 13. Resultado entrevista *76*
Figura 14. Resultado del area de pulido *78*
Figura 15. Resultado de las condiciones ergonómicas *79*
Figura 16. resultado del cotejo *80*
Figura 17. Resultado del analisis de posturas *81*
Figura 18. triangulación de resultados *82*
Figura 19.Metodologia DCU *84*
Figura 20. Visita al laboratorio *86*
Figura 21. Síntesis de la entrevista *87*
Figura 22. Lean Survey Canvas *88*
Figura 23. Icono dentista *89*
Figura 24. Variables antropométricas *90*
Figura 25. Medidas generales del usuario *91*
Figura 26. Medidas del área de pulido *91*
Figura 27.Estacion de pulido *92*
Figura 28. Estación de trabajo *92*
Figura 29. Estación producción de prótesis *93*
Figura 30. Actividades del mecánico dental *94*

Figura 31. Posición y ángulos posturales de pie *96*
Figura 32. Resultado REBA ergonautas *96*
Figura 33. Posición y ángulos postural sentado *97*
Figura 34. Resultados REBA setado *98*
Figura 35. Ángulos de cuello *99*
Figura 36. Resultado Reba-Cuello *99*
Figura 37. Ángulos hombro -codo *100*
Figura 38. Resultados REBA hombro- codo *100*
Figura 39. Angulo de la muñeca REBA *101*
Figura 40. Resultado REBA muñeca *101*
Figura 41. Análisis de tendencias *105*
Figura 42.Mapa de empatía *107*
Figura 43. Moodboard ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Figura 44. Boceto. Elaboración propia ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Figura 45. Boceto Elaboración propia ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Figura 46. Boceto. Elaboración propia ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Figura 47. Boceto 1. Elaboración propia *113*
Figura 48. Boceto 2. Elaboración propia *113*
Figura 49. Boceto 3. Elaboracion propia *113*
Figura 50.Boceto final ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Figura 51. Boceto 2. Seleccionado *114*
Figura 52. Modelado Sketch. Elaboración propia *114*
Figura 53. Modelado Sketch. Elaboración propia *115*
Figura 54.Modelado Sketch. Elaboración propia *116*
Figura 55. Modelado Sketch. Elaboración propia *116*
Figura 56. Render. Elaboración propia *117*
Figura 57. Modelado Sketch. Elaboración propia *117*
Figura 58. Planos tecnicos *118*
Figura 59. Render *119*
Figura 60. Despiece *120*
Figura 61. Pruebas de impresion *121*
Figura 62. Eleccion de filamentos *121*
Figura 63. Componentes *122*
Figura 64. Proceso de contruccion *122*

Ilustración 65. Render en V-ray *123*
Figura 66. Prototipo final..... *123*
Figura 67. Interacción Usuario -Prototipo ..... ***¡Error! Marcador no definido.***
Figura 68.Posicion de herramientas *125*
Figura 69. Actividad Pulido *125*
Figura 70. Prueba de seguridad..... *126*
Figura 71. Desconectar herrmaientas..... *126*

INDICE GENERAL

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO 16
DESCRIPTORES 17
ABTRACT 17
Introducción..... 19
CAPÍTULO I 21
1.2 Justificación. 27
Objetivos..... 28
1.3.3 Línea de Investigación. 28
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL..... 29
2.1 Categorías fundamentales. 29
2.2 Red conceptual..... 30
2.3 Antecedente..... 33
2.4. Marco Teórico 42
2.17.2 Filtración de aire. 54
CAPITULO III 57

3.1 Análisis peste 57
3.2. FODA 58
CAPITULO IV 59
4.1 Método 59
4.2 Enfoque 60
4.3 Modalidad 60
4.4 Nivel te investigación 61
4.5 Diseño de la investigación 62
4.6 Operacionalización de variables 63
4.7 Población y muestra 65
4.8 Técnicas de estudio 67
4.9 Modelo de instrumentos 68
CAPITULO V 83
5.1 Metodología Proyectual 83
5.2 Introducción 83
5.3 Empatizar 84
5.4 Problema 84
5.5 Método 85
5.5 Proto –Usuario 89
5.6 Integración de variables antropométricas y ergonómicas. 90
5.9 Análisis de activida 93
5.10 Posiciones analizadas 95
5.7 Análisis 98
..... 101
5.4 Definir 103
5.5 Usuario representativo 106

5.7 Requerimientos 108
5.8 Brief de diseño 108
5.9 Conceptualización 109
6.1 Idear 109
6.2 Modboard 110
6.3 Sketch 111
6.4 Modelado y render 114
6.5 Planos y medida 118
6.6 Tabla de materiales 119
6.7 Objeto explotado 120
6.8 Proceso de construcción 121
6.9 Validación de usuario 124
CAPITULO VI 129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 129

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto se aborda el diseño de una cápsula de pulido dirigida a laboratorios de mecánica dental, con el objetivo de conseguir una mejora de las condiciones ergonómicas, funcionales y ambientales en la zona de pulido. A partir de un diagnóstico llevado a cabo en distintos laboratorios de la ciudad de Ambato, se encontraron problemáticas vinculadas a posturas inadecuadas, iluminación deficiente, dispersión de residuos y deficiencias en la organización del lugar de trabajo. Estas condiciones deterioran la precisión del proceso, incrementan la fatiga física del técnico y provocan un aumento del riesgo laboral debido a la exposición a partículas acrílicas, cerámicas y metálicas.

Para dar respuesta a dichas necesidades, se llevó a cabo una propuesta de diseño que tiene en cuenta la persona y cuya fundamentación se encuentra en los principios de la ergonomía, en normas internacionales y en la observación del trabajo realizado. La cápsula de pulido que se propone está conformada por una estructura envolvente inspirada en geometrías hexagonales, mediante iluminación focalizada, una superficie de apoyo funcional y, finalmente, la inclusión de un sistema de contención y manejo de residuos eficaz. Utilizando esta configuración se busca optimizar la postura del técnico, eliminar la dispersión de partículas durante el pulido o mejorar la visibilidad en el momento de llevar a cabo el proceso de pulido.

Los resultados que se han conseguido reflejan que una estación de trabajo que haya sido diseñada de acuerdo con criterios de ergonomía y control ambiental puede ser capaz de reducir de forma significativa los riesgos físicos y mejorar notablemente el desempeño técnico de los laboratorios dentales, siendo la estación de trabajo propuesta una alternativa real y necesaria para incrementar la seguridad, la eficiencia y la calidad del proceso de pulido en entornos profesionales.

DESCRIPTORES

ERGONOMÍA APLICADA , DISEÑO INDUSTRIAL, LABORATORIO DENTAL ESTACIÓN DE PULIDO, ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

ABTRACT

This project involves the design of a polishing capsule for dental mechanics laboratories, with the aim of improving ergonomic, functional and environmental conditions in the polishing area. Based on an assessment carried out in various laboratories in the city of Ambato, problems were found related to poor posture, inadequate lighting, waste dispersion and deficiencies in workplace organization. These conditions impair the precision of the process, increase the physical fatigue of the technician and lead to an increase in occupational risk due to exposure to acrylic, ceramic and metal particles.

In response to these needs, a design proposal was developed that takes the individual into account and is based on the principles of ergonomics, international standards and observation of the work performed. The proposed polishing capsule consists of an enveloping structure inspired by hexagonal geometries, with focused lighting, a functional support surface and, finally, the inclusion of an effective waste containment and management system. This configuration seeks to optimize the technician's posture, eliminate particle dispersion during polishing and improve visibility when carrying out the polishing process.

The results demonstrate that a workstation designed with ergonomic and environmental control criteria can significantly reduce physical risks and improve technical performance in dental laboratories. The proposed capsule represents a viable and necessary alternative to enhance the safety, efficiency, and quality of procedures in professional polishing environments. Overall, this research contributes to the field of industrial design by providing a comprehensive solution aligned with the real needs of dental technicians and the operational demands of laboratory environments.

KEYWORDS

ERGONOMIC DESING, DENTAL LABORATORY, POLISHING CAPSULE, WORKSPACE SAFETY, STORE MANAGEMENT

Introducción

La mecánica dental es, sin duda, una disciplina fundamental de la rehabilitación oral, ya que gracias a ella podemos llevar a cabo la elaboración de estructuras protésicas, las cuales tienen el objetivo de restituir la función de la masticación, de la fonación o la estética del paciente. Dentro de este proceso técnico, el procedimiento del área de pulido protésico es uno de los momentos más delicados, debido a que ella define el acabado final tiene una implicación directa en la calidad superficial, la biocompatibilidad y la durabilidad clínica. Estas actividades precisan elevados niveles de concentración visual, de precisión manual y una prolongada permanencia en posiciones estáticas constituyendo así el medio laboral como un elemento determinante en la técnica y en los aspectos de la salud ocupacional del técnico dental.

Los problemas se ven acentuados por la coexistencia de áreas limpias y contaminadas dentro del mismo espacio; por consiguiente, se favorece la existencia de contaminación cruzada y es más difícil control adecuado de los residuos los materiales. Estas circunstancias no sólo repercuten en la salud y el bienestar del técnico dental, sino que también tienen un efecto negativo en el flujo de trabajo, el acabado protésico la calidad del producto final. En este entorno, el diseño industrial puede ejercer un papel estratégico atendiendo a las soluciones proyectuales que favorezcan la ergonomía como funcionalidad, la explotación segura de los peligros existentes y el control ambiental.

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque centrado en el usuario, que permite conocer las necesidades reales del técnico dental, la interacción de este con su entorno, empleando la metodología de Design Thinking como eje estructurador del proceso proyectual. Esta misma permite comprender la profundidad las necesidades, limitaciones y experiencias reales de los técnicos en el laboratorio, a partir de etapas como la empatía, la definición del problema, la ideación, el prototipado y la validación. Se aplica correctamente en el contexto del diseño industrial ya que permite elaborar un proceso coherente y así, que se vale de las conclusiones obtenidas por medio de observación directa, entrevistas semiestructuradas y análisis ergonómico y las transforma en criterios de diseño concretos.

El desarrollo del diseño proyectual fue el resultado de la elaboración de esquemas de funcionamiento, distribución de planos y prototipos tridimensionales generados a través de herramientas digitales como SketchUp o Rhinoceros que permiten comprobar el comportamiento espacial y operativo del concepto de trabajo. La dotación de una estación de trabajo optimizada procura mejorar la eficiencia del proceso técnico, facilitar las condiciones laborales adecuadas y asegurar el cumplimiento del orden, higiene y correcta manipulación de los subproductos que genera el sistema.

La presente investigación también se encuadra dentro de la tendencia actual que busca reforzar la calidad de los espacios técnicos de la odontología y del mundo de la salud estableciendo la carga que en este tipo de espacio de trabajo corresponde a la distancia la seguridad del operador, a la precisión del trabajo y a la calidad del resultado producto. De aquí que el nuevo diseño del área de pulido se considera, en su forma de ser ejecutado, un cambio profundo que priman el comportamiento técnico y el bienestar de aquellos que se encuentran realizando este tipo de actividad.

La implementación de una estación de trabajo optimizada representa una mejora no solo en términos de eficiencia del proceso técnico, sino también en la calidad de vida del personal que trabaja diariamente en condiciones que muchas veces no cumplen con los mínimos estándares de higiene, confort y orden. Esta intervención permitirá identificar cuellos de botella, reorganizar los componentes del entorno físico y establecer rutinas de limpieza y descarte de residuos acordes a las normativas vigentes, tanto nacionales como internacionales.

Asimismo, este trabajo se enmarca en el contexto de la evolución de los espacios técnicos en el ámbito de la salud y de la odontología, donde se reconoce cada vez más el papel que juega el entorno físico en la seguridad del paciente, la calidad del producto y la eficacia de los procedimientos. Por tanto, el rediseño de esta área no se limita a un cambio superficial, sino que implica una transformación

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Nombre del proyecto

Optimización de una estación de trabajo de pulido ergonómica y con gestión integrada de residuos para laboratorios de mecánica dental

1.2 Planteamiento del problema.

1.3 Contextualización

En el panorama internacional *La Federación Dental Internacional* (FDI World Dental Federation, 2018) ha resaltado que los técnicos dentales que están bajo condiciones de peligro derivados de la exposición química y biológica, así como la sobrecarga postural producto de las extensas jornadas en estaciones de trabajo que son poco ergonómicas. Estas situaciones repercuten en la proactividad de los laboratorios y en la salud de los trabajadores, que con frecuencia presentan dolores musculoesqueléticos, afecciones dermatológicas y problemas respiratorios. De forma complementaria, Quinzo Montenegro. (2023), en Ciencia Latina revista Científica Multidisciplinar afirma que la ergonomía en labores odontológicas es determinante para prevenir la aparición de patologías ocupacionales, debido a que la corrección de posturas incorrectas y la escasa aplicación de la normativa ergonómica tendrían un aumento en la probabilidad de lesiones de tipo musculoesqueléticas en los y las profesionales de la salud dental.

En la realidad latinoamericana observamos enormes contrastes en la vigente organización de la salud, en aquellos con sistemas consolidados o en países en este sentido, que han puesto en práctica normas que han tenido en cuenta el mejorar las condiciones de los laboratorios dentales, mientras que en otros continentes aún existe la ausencia de regulaciones que implementen talleres improvisados o artesanales que se desenvuelven a la gente sin tener en cuenta no consideran la ergonomía o la seguridad ocupacional. (Xu et al., 2024)..

En Ecuador, la odontología y sus servicios complementarios han observado un crecimiento sostenido en el lapso de la última década, impulsados por la mayor demanda de tratamientos de rehabilitación oral y estética dental. Según (Belmonte

Esquiva, 2019), los laboratorios de prótesis detal presentan múltiples riesgos ocupacionales relacionados con la ergonomía, la higiene industrial y la seguridad del trabajador, lo que evidencia la necesidad de contar con ambientes laborales regulados y diseñados adecuadamente.

La provincia de Tungurahua, y en especial la ciudad de Ambato, ha mantenido un crecimiento sostenido de su sector de la mecánica dental, puesto que han crecido los servicios odontológicos para satisfacer los requerimientos de la población de Ambato y también de las provincias limítrofes Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar, lo que ha visto soporte en el marco de un contexto nacional en el cual la salud oral y el requerimiento de atención dental ha sido objeto de estudios académicos que han demostrado la importancia de dichos servicios para la población ecuatoriana, Canessa-Rojas et al. (2025). La constante demanda de servicios ha llevado a la aparición de laboratorios independientes, muchos de los cuales están situados en domicilios particulares o pequeños locales comerciales, lo que ha dado lugar a entornos de trabajo con distintos niveles de adecuación técnica sugerido por Coello-Gómez (2017) Esta diversidad estructural ha provocado que gran parte de los talleres funcionen con espacios reducidos, mobiliario improvisado y escasos criterios básicos ergonómicos.

En los laboratorios independientes de la localidad, con recorridos por otros laboratorios de la zona como son los laboratorios que se encuentran en los sectores Huachi Chico y el Centro de la cuidad, existen patrones comunes. En visitas realizadas en el laboratorio se comprobó que las estaciones de trabajo generalmente son conformadas con las mesas de melamina de adaptación que no poseen regulaciones sobre la altura, pasillos estrechos que limitan el movimiento además de mezclar diferentes materias en algún punto o porta herramientas básicas para la clasificación, pero no posee trasteros donde se separen los depósitos para la generación de residuos. Estas deficiencias espaciales, en combinación con la proximidad de las zonas para limpieza y las zonas cerradas, favorece la contaminación cruzada, complicando así la limpieza en el trabajo. Esta problemática coincide con lo que fue informado por Neves et al. (2022) quienes señalan que los laboratorios dentales que operan en infraestructura reducida

presentan una mayor probabilidad de problemas funcionales, como también exposición de productos químicos.

Así, se musculoesqueléticos en las posiciones rígidas posturas estáticas durante mucho tiempo, una flexión excesiva del tronco y a realizar movimientos repetitivos con los brazos y las muñecas, lo que incrementa la prevalencia de los dolores musculoesqueléticos, particularmente en el cuello, en los hombros y en la zona lumbar, y estas condiciones coinciden con lo que ya ha sido indicado por estudios llevados a cabo a nivel internacional que apuntan a que el 80% de las afecciones musculoesqueléticas en los técnicos dentales se encuentra expuestos a estas estaciones de trabajo no reguladas o a estaciones de trabajo que aplican unos principios básicos de ergonomía. (Anshasi et al., 2022)(Párraga, 2003).

En el laboratorio Vitaldent, se descubrieron de forma directa una serie de condiciones con las que se ponen de manifiesto las limitaciones ergonómicas y ambientales que caracterizan a los talleres mecánicos de la mecánica dental de pequeña escala. En el transcurso del levantamiento de información, se constató que el área de pulido resulta con un puesto de trabajo fijo consistente en una mesa de melamina adaptada a tal uso, pero sin posibilidad de regulación en altura, lo que obliga al técnico/a trabajar con posturas rígidas y con una constante flexión del tronco. La distancia que existe entre el cuerpo del operario y la superficie de trabajo hacen que la precisión sea difícil en las tareas de desbaste y acabado propiciando la tensión del cuello, de los hombros y de la zona lumbar. Todo esto coincide con estudios en los que se ha observado que las estaciones de trabajo que no han sido diseñadas tomando en consideración criterios ergonómicos aumentan significativamente el riesgo de que aparezcan molestias musculoesqueléticas en los/las profesionales odontológicos y técnicos. (Neves et al., 2022)

Asimismo, se evidenció que el área dedicada al pulido dispone de la falta de suficiente iluminación, ventilación deficiente, y la presencia de polvo acrílico, así como el polvo metal que resulta del lijado de prótesis y del uso de modelos. En esta zona también se observó que, por la falta de un sistema de aspiración localizado, el polvo de este trabajo es capaz de permanecer en suspensión en el ambiente, aumentando por lo tanto el riesgo de irritación ocular y respiratoria del operario. La cercanía de áreas limpias y contaminadas en un mismo espacio de

trabajo confiere también la posibilidad de una posible contaminación cruzada al trabajar simultáneamente materiales como cerámica, acrílico, y yeso.

Igualmente, la no existencia de envases apropiados para residuos sólidos y polvos finos derivan en una gestión inadecuada, forzando así almacenar siempre los residuos en recipientes improvisados que no aseguran o garantizan la separación o el aislamiento de los materiales perniciosos potenciales. En consonancia, estas condiciones evidencian que Vitaldent se soporta activamente en un modelo de espacio y operativa que, si bien puede ser cierto para el funcionamiento diario de la producción, no responde a principios ergonómicos ni de seguridad laboral, afectando la comodidad, la eficiencia y la salud del técnico dental. El entorno muestra la necesidad de rediseñar la estación de trabajo de pulido, añadiendo mobiliario ajustable, gestión ordenada de las herramientas y un sistema de recolección y de extracción de residuos apropiado para mejorar el desempeño y disminuir los riegos del proceso.

1.4 Árbol de problemas

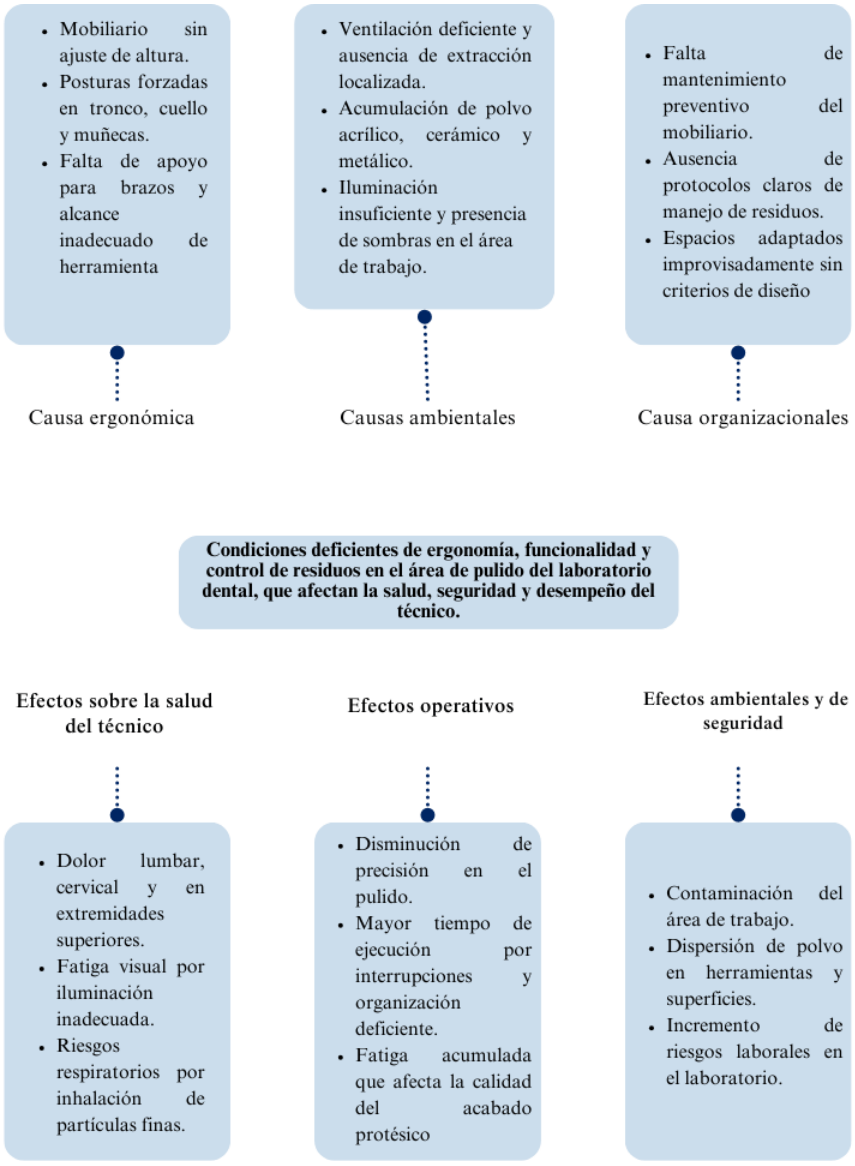


Figura 1 .Árbol de problemas

1.2.3 Enunciado del problema.

En los laboratorios de mecánica dental de la ciudad, se realizó una observación en los laboratorios dentales, donde se constató las condiciones de estaciones de trabajo que actualmente los técnicos realizan distintas actividades en el que presentan ciertas

deficiencias según. Saptiansyah et al. (2023) . Actualmente, las estaciones de pulido se diseñas sin atender las necesidades físicas del usuario, usando mobiliario fijo y no regulable. Esta carencia de acondicionamiento impide que el puesto de trabajo responda las carencias reales del usuario, se va generando que a largo plazo diferentes dificultades como malas posturas, movimientos repetitivos, fatiga durante la jornada.

En la ciudad de Ambato en el sector odontológico ha crecido en los últimos años ha incrementado la demanda de laboratorios dentales enfocados al diagnóstico, elaboración de prótesis y restauraciones. Sin embargo, la mayoría de estos laboratorios especialmente los más conocidas locales grandes son los únicos que poseen talleres que operan con recursos básicos para la elaboración de prótesis al igual con las herramientas para la actividad, pero en espacios reducidos y sin una guía claras sobre las condiciones adecuadas para el técnico en cuanto a seguridad ocupacional ya que los principales afectados que se observó en laboratorios, son los técnicos quienes están expuestos constantemente a estos riesgos físicos dolor muscular músculo esqueléticos, fatiga visual, químicos, polvos finos y monómeros tóxicos biológicos, lo que incrementa los riesgos físicos y ambientales. Esta situación se enmascara en un contexto socioeconómico donde la oferta de servicios prioriza la productividad ante la búsqueda de mejorar en la comodidad del usuario y más bien responder a una alta demanda local, pero descuida la seguridad y en la salud ocupacional del trabajador. (Shenoy et al. (2023).

Comentado [Ui1]: revisar este termino

Viendo perduración de la actual condición en los laboratorios de mecánica dental implicaría un cumulo progresivo de riesgos que componen tanto la seguridad personal como la estabilidad del contexto laboral. La carencia de un diseño ergonómico y un sistema adecuado de manejo de residuos genera fatiga física en ciertas partes del cuerpo, además de una exposición polvos o resinas que pueden irritar los pulmones a largo plazo puede derivar enfermedades respiratorias. Estos problemas afectan directamente la precisión y el terminado, además se generan tiempos de producción más largos debido a la disposición del paciente o mejora en los acabados prostéticos. De la misma forma el ambiente saturado de residuos y la desorganización de los procesos que crean un entorno óptimo para el trabajador. En el aérea económica y operativa por este lado el ausentismo, la baja eficiencia o el cambio de herramientas por desgaste o contaminación representan costos extras para el laboratorio. Si no

adoptan medidas correctivas, la salud del técnico y el servicio a largo plazo se verá comprometida, reforzando los procesos.

1.2 Justificación.

Históricamente, los laboratorios de mecánica dental en la ciudad Ambato; provincia de Tungurahua, se realizan sus actividades en espacios creador a partir de adaptaciones improvisadas y mobiliario no diseñado para trabajos de precisión. Esta forma de disposición, entendida durante de años, creo prácticas laborales poco seguras que se enfrentaban a los técnicos como vibraciones, polvos finos, cargas estáticas y movimientos repetitivos, en base a estudios realizados se encontró que lo técnicos del sector de salud dental ha enfrentado por años a distintas cargas físicas, específicamente en tareas de precisión como el pulido el arenado o el recorte prostético como lo menciona De Sio (2018) La falta de sistemas de extracción localizada en el trabajo con superficies no regulables haría situar el dolor y la fatiga como algo consustancial a las tareas del trabajo. Al investigar en profundidad justo se corre en la idea que la falta de las estructuras adecuadas a la ergonomía y la no implementación de los controles ambientales han sido factores históricos que han llevado a mantener riesgos laborales permanentes como lo investigado por (Pérez Villalba, 2016).

En este momento, el crecimiento del sector odontológico en Ambato se ha visto su incremento a lo largo del tiempo, así como la demanda de prótesis dentales, pero de estos espacios continua funcionando con limitaciones técnicas y ambientales. A pesar del avance tecnológico en el sector de salud dental, muchos talleres mantienen puestos de trabajo a una buena altura dependiendo de cómo se trabaje, lo que puede recaer a adoptar posturas estáticas durante mucho tiempo. Al investigar los últimos se encontró que este tipo de prácticas se asocia a una alta constancia de malas posturas que afecta al cuello hombros y zona lumbar según la investigación de Ohlendorf et al. (2020a). Al mismo tiempo se ha visto procesos y operación con distintos materiales como la cerámica, acrílico o metales, sumado a un lugar que no contiene ventilación, aumenta el riesgo de obtener alguna enfermedad respiratoria y contaminación del entorno Alamri et al. (2023). La falta de estos factores se sumada a la deficiencia de estos es controlada con limpieza

cuando se acaba de trabajar con un material, pero esto realmente retrasan los procesos en el desarrollo de una prótesis y al rendimiento del técnico reforzando la necesidad de un cambio en el entorno.

El desarrollo de unas propuestas para mejorar los procesos extracción de los residuos proyecta un solución simple y técnica frente a esta problemática. Se está tomando ideas en base a la problemática que existe en los laboratorios o ya sea en un lugar improvisado y además la incorporación de sistemas más compactos para realizar esta actividad minimizando todos los puntos negativos del laboratorio actual y así cumplir con las normas de seguridad ocupacional, y teniendo todos estos factores repercutirá en el flujo de trabajo y cambiaran el panorama de los procesos en el laboratorio se convertirá en un entorno más seguro.

Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una estación de pulido centrándose en el usuario, integrando criterios ergonómicos.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Diagnosticar las condiciones espaciales, funcionales y ergonómicas en el área de pulido en los laboratorios dentales de Ambato.
- Analizar la actividad y organización de la disposición del área actual en el laboratorio.
- Diseñar una estación de trabajo de pulido, fundamentando en criterios ergonómicos.

1.3.3 Línea de Investigación.

La presente investigación se adscribe a la línea de investigación" Diseño, materiales y producción, enmarcado dentro del dominio institucional

"Optimización de sistemas productivos técnicos tecnológicos y desarrollo interior" de la Universidad Técnica de Ambato. En esta línea permite

abordar el desarrollo de soluciones proyectuales orientadas a la innovación, funcionalidad, ergonomía y funcionales de productos, considerado tanto los procesos técnicos como sus implicaciones sociales y ambientales (Ahearn et al., 2010)

En concordancia con los objetivos del programa de tesis orienta al diseño de una estación de trabajo de pulido ergonómica con gestión integrada de residuos que optimiza el proceso de mecánica del total en laboratorios de la ciudad de Ambato. El proyecto aplica criterios técnicos, materiales y proyectuales, que aportan al desarrollo local, mejorando la salud ocupacional de los técnicos, reduciendo riesgos ambientales y promoviendo un enfoque de diseño industrial seguro y confiable (Shenoy et al., 2023)

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Categorías fundamentales.

Variable dependiente

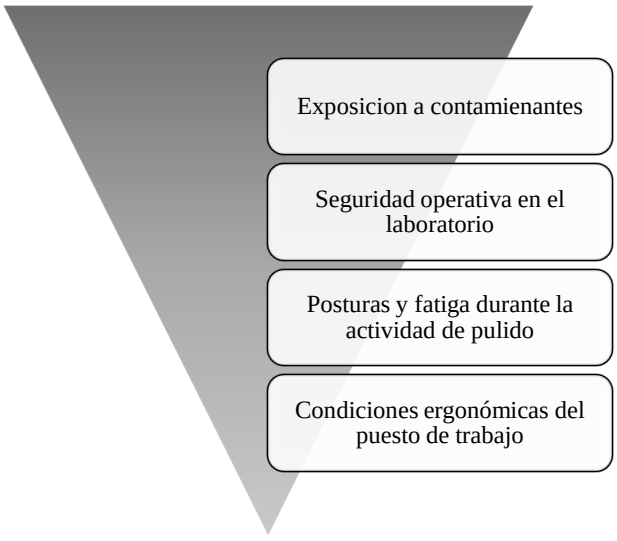


Tabla 1. Variable dependiente

Variables Independiente

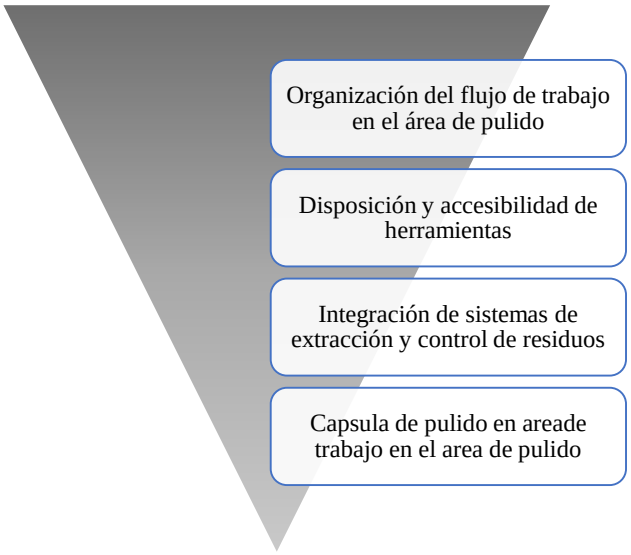


Tabla 2. Variable Independiente

2.2 Red conceptual.

Variable dependiente

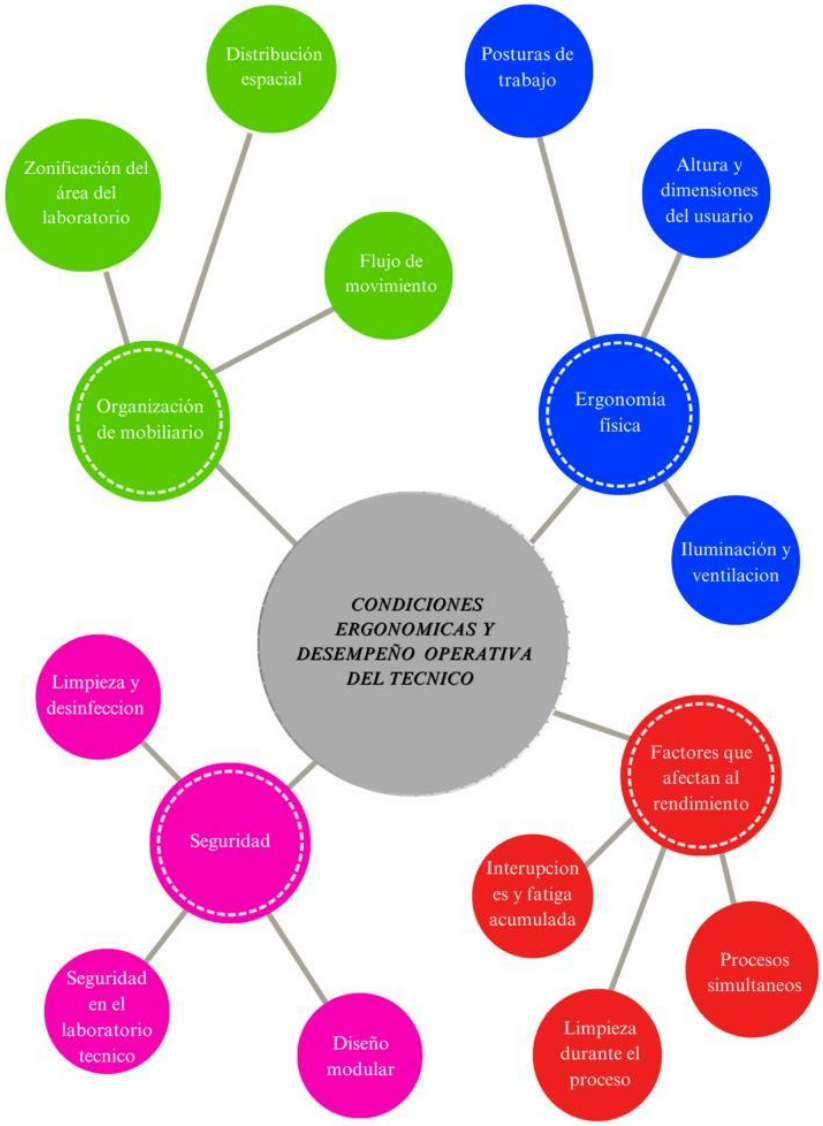


Figura 1. Constelación VD

Variable independiente

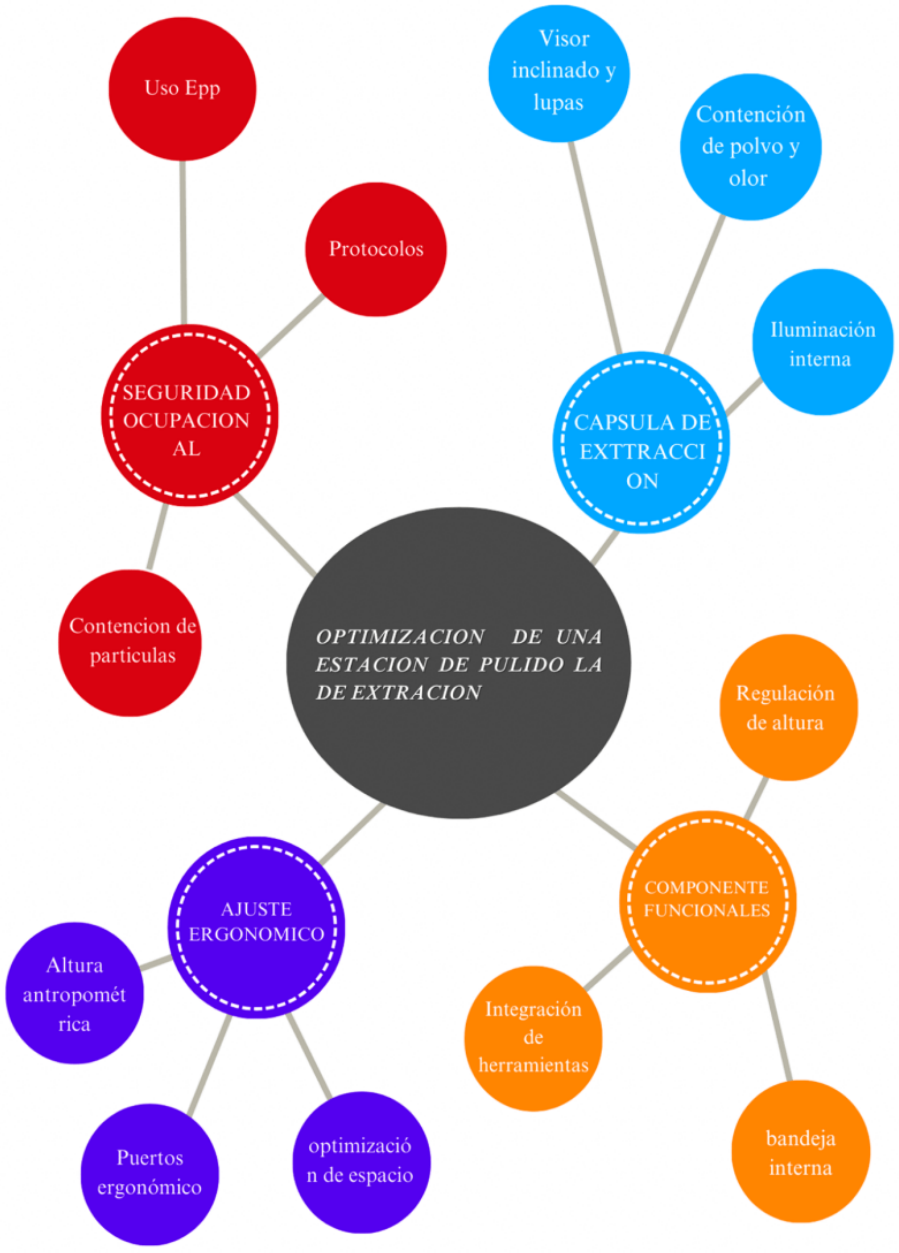


Figura 2. Constelación VI

2.3 Antecedente

Comentado [Ui2]: Realizar una introducción sobre estos cuadros

El diseño histórico centrado en estaciones de trabajo en laboratorios dentales se caracteriza fuertemente por los condicionamientos tradicionales y socioeconómicos. Con el tiempo, la gran mayoría de los talleres de prótesis se han hecho con un mobiliario elemental con solo una mínima funcionalidad, poniendo en el olvido aspectos de adaptabilidad, orden y eficiencia de acuerdo con García (2025). Esta tesitura ha permitido que los técnicos se han ido apropiando del mobiliario básico exactamente igual con la misma actividad que organiza las herramientas y los materiales de forma improvisada, es decir que puede contener de otra forma de organizar que es improvisada y/o retrasa el trabajo y la buena calidad de las prótesis.

Distintos estudios han recalcado que, en muchos laboratorios, en particular en el contexto latinoamericanos, los puestos de trabajo presentan diferente deficiencia estructural Barreto-Barreto & Molina Ruiz (2025). Los componentes del espacio donde son observadas las mesas, sillas y herramientas, al igual que el lugar donde hay compartimentos no diseñados para esas herramientas sino mal distribuidos a la manera de cómo se lo podría hacer en cualquier otro lugar, lo que implica que se adoptan posturas inadecuadas; de la misma manera el análisis de estudios antecedentes contrasta con el de los laboratorios referidos para integrar criterios del diseño ergonómico y la organización con el fin de minimizar los riesgos laborales, constituyendo una referencia para plantear lo distinto para el espacio local.

En conclusión, los antecedentes investigativos conforman un marco de actuación dentro de la investigación hacia una propuesta de diseño de una estación o capsula de trabajo funcional, segura y confiable demostrando no es una problemática aislada, sino que puede ser una realidad dentro de los laboratorios que evidencia como en Vitaldent nos muestra un panorama presenta ciertas dificultades en cuanto a la funcionalidad y accesibilidad por lo que justifica la necesidad de investigar y proponer un diseño teniendo en cuenta que aspectos operativos en los laboratorios de mecánica dental ya que se han detectado áreas de mejora.

Tema de investigación	*Diseño ergonómico de estaciones de trabajo en laboratorios para reducir trastornos musculoesqueléticos*
Autor	Saptian Refaldi
Año	2023
Problemática	Los laborantes mostraban niveles muy altos de molestias fisicas y quejas musculoesqueléticas como consecuencia del diseño de las estaciones de trabajo (sillas sin soporte lumbar, mesas fijas o alturas no acorde al cuerpo) lo que afectaba su productividad, salud y satisfacción laboral.
Resumen	El estudio detectó los principales factores de riesgo ergonómico en un laboratorio, realizando una evaluación del puesto y mediciones antropométricas. A la vista de los resultados los autores crearon una propuesta de rediseño de las estaciones de trabajo, adaptadas a las dimensiones corporales medias de los usuarios. El rediseño se centró en adecuar la altura de las mesas y las sillas, introducir el respaldo lumbar, mejorar la posición del monitor y aumentar el espacio para las piernas.
Características	• Aplicación directa de ergonomía industrial en entornos académicos y científicos • Uso de métodos cuantitativos y herramientas estandarizadas • Basado en principios de diseño antropométrico y análisis del usuario

Conclusión	Un rediseño ergonómico de sillas de mesa de laboratorios puedo mejorar respectivamente la comodidad, tanto reducir la fatiga y prevenir desordenes musculoesqueléticos

Tabla 3. Referente proyectual. elaboración propia

Imagen de referencia

Tema de investigación	Diseño correcto de la estación de trabajo
Autor	Párraga V., María
Año	2014
Problemática	Puestos industriales diseñados sin considerar la ergonomía del usuario ocasionan lesiones y baja productividad
Resumen	El artículo presenta principios de diseño ergonómico de puestos de trabajo, enfatizando la importancia de ajustar la altura y el alcance a la antropometría, ubicar herramientas en áreas de fácil acceso y evitar posturas
Características	• Define once principios ergonómicos (evitar cargas estáticas, permitir alternar posturas, diseñar la altura del plano ligeramente por debajo del codo, etc.) • Integra seguridad y productividad.
Conclusión	En conclusión, la aplicación de principios ergonómicos en todas las etapas del diseño

	de estaciones de trabajo mejora la seguridad, confort, y la productividad

Tabla 4. Referente proyectual. Elaboración propia

Imagen de referencia



Figura 3. Implementación ergonómica

Tema de investigación	Eficiencia de la implementación ergonómica en las posturas de trabajo durante la fabricación de prótesis dentales
Autor	Islami M:C.P.A
Año	2015
Problemática	Técnicos dentales expuestos a polvo de sílice respirable durante la actividad pulido o arenado.
Resumen	El estudio analiza posturas de trabajo en los laboratorios dentales húmedo seco. El laboratorio húmedo de los técnicos puede permanecer de pie varios periodos de tiempo
Características	◊ Evaluación con métodos ergonómicos como RULA y REBA. ◊ Prevención de lesiones musculoesqueléticas.
Conclusión	Los técnicos dentales presentan riesgos moderados a altos de sufrir trastornos musculoesqueléticos debido a posturas prolongadas y mobiliario inadecuado

Tabla 5. Referente ergonómico, elaboración propia

Modelo	**TECHNOFLUX**
Imagen de referencia	 *Ilustración 4. Estación de pulido*
Tipo de dispositivo	Estación de pulido con aspiración integrada
Procedencia España	España
Fuente	Catalogo comercial
Nota	Elaboración propia

Tabla 6. Referente comercial.

Modelo	**MESTRA**

Imagen de referencia	 *Ilustración 5. Capsula de trabajo*
Tipo de dispositivo	Cabina de trabajo para manipulación y pulido
Procedencia España	España
Fuente	Catalogo comercial
Nota	Elaboración propia

Tabla 7. Referente comercial.

Modelo	**BADER**

Imagen de referencia	 *Ilustración 6. Cámara de trabajo*
Tipo de dispositivo	Cámara de trabajo y micro choreo- BADER
Procedencia España	España
Fuente	Catalogo DENTALTIX
Nota	Elaboración propia

Tabla 8. Referente comercial.

Modelo	*TECHNOFLUX*

Imagen de referencia	
	Ilustración 7. Cabina de pulido
Tipo de dispositivo	Pulidora dental con cabina
Procedencia España	España
Fuente	Catalogo TECHNOFLUX
Nota	Elaboración propia

Tabla 9. Referente comercial

Modelo	**MESTRA**
Imagen de referencia	
	Ilustración 8. Cabina de repaso

Tipo de dispositivo	Cabina de repaso dental
Procedencia España	España
Fuente	Catalogo
Nota	Elaboración propia

Tabla 10. referente comercial

Modelo	**BARDER**
Imagen de referencia	 *Ilustración 9. cabina compacta*
Tipo de dispositivo	Cabina compacta
Procedencia España	España
Fuente	Catalogo
Nota	Elaboración propia

Tabla 11.Referente comercial

2.4. Marco Teórico

2.1 Ergonomía aplicada en laboratorios

La ergonomía es la disciplina que estudia la manera en la que se relacionan las fuerzas que conforman un sistema de trabajo del ser humano, siendo el objetivo del mismo optimizar a la vez el bienestar del operario y la forma más eficiente de realizar el proceso productivo Helander Martin (2006), por lo que en los laboratorios dentales cobra especial importancia, donde las tareas de pulido y modelado requieren de altísimos niveles de precisión manual, de la concentración visual mantenida y la postura estática mantenida durante un largo periodo de tiempo, por lo que las condiciones anteriormente descritas van a incrementar la carga física y cognitiva del técnico dental si su entorno inmediato de trabajo no está adecuadamente configurado.

Desde un enfoque de diseño industrial, la ergonomía se presenta como una variable asumiendo una gran importancia en la organización de los espacios y recursos laborales, ya que una mala adecuación de la persona y su entorno puede llevar a consecuencias como problemas posturales, cansancio o bajada en la productividad, según Rodríguez Gaviño (2024). Desde esta perspectiva, el hecho de llevar a cabo una solución ergonómica hacia el ámbito de trabajo de pulido puede disminuir la carga física, mejorar la postura de trabajo y mejorar la relación del técnico dental con sus útiles de trabajo diarios.

Un espacio de trabajo que cumpla con principios ergonómicos no solo previene problemas musculoesqueléticos, sino que también tiene un impacto directo en la calidad del producto final. Un técnico que trabaja en condiciones físicas apropiadas puede sostener mayores niveles de concentración, precisión y continuidad en su labor. En este sentido, Manzini (2015) destaca que un diseño que se enfoca en el bienestar humano aporta valor añadido a los sistemas productivos, al combinar eficacia operativa con la atención a la salud y la sostenibilidad del entorno laboral.

2.2 Seguridad ocupacional

La protección en el trabajo se entiende como el conjunto de condiciones, previsiones y medidas que hay que aplicar para proteger la salud física y psíquica de los trabajadores sobre los peligros que pueden derivarse de su trabajo. En el caso de los laboratorios de odontología, la mayoría de los peligros están relacionados fundamentalmente con las malas posturas mantenidas en determinadas situaciones, con movimientos repetidos, y la exposición al polvo de resina, a las partículas en suspensión y en el trabajo con productos químicos empleados en los procesos de pulido y del final de la prótesis. (Gopika et al., 2024)

En la región, diferentes estudios muestran que las cuestiones de seguridad laboral presentes en laboratorios dentales de América Latina son comparables a las que se reportan en otros contextos internacionales, aunque con particularidades relacionadas con la infraestructura, los equipos y las condiciones de trabajo Sánchez Morales & Arana Blas (2025). En este contexto, la protección en el trabajo se convierte en un elemento esencial para la evaluación del ambiente laboral, ya que su ausencia aumenta la probabilidad de padecimientos físicos a medio y largo plazo.

Las investigaciones más recientes indican que casi todos los profesionales del área dental exhiben problemas musculoesqueléticos relacionados con condiciones físicas deficientes en el resultado del trabajo que ejercen. Por otro lado, Alamri et al. (2023) observa que casi el 58 % de los dentistas manifiestan molestias en las extremidades superiores como consecuencia de un mantenimiento postural sostenido en el tiempo y del diseño ineficaz del. Esto implica la necesidad de aplicar reglamentaciones de seguridad y ergonomía en el diseño de las soluciones para la zona de pulido.

De la misma forma, Molina Ramón et al. (2024a)mencionan que los principales riesgos para la salud de los técnicos dentales en América Latina son trastornos musculoesqueléticos, continua exposición al polvo y al ruido, utilización simultánea de productos químicos, siempre sin la adecuada utilización de equipos de protección individual. Los autores remarcan la importancia de adaptar el diseño del entorno de trabajo a las características físicas específicas del usuario con el objetivo de prevenir y mejorar las condiciones laborales.

2.3 Antropometría y biomecánica de trabajo

La antropometría ofrece la información dimensional esencial para establecer las medidas ideales de mesas, sillas y equipamiento, lo que posibilita un correcto ajuste entre el usuario y su entorno laboral. En tareas que requieren alta precisión, como la manufactura, estratificación y acabado de prótesis dentales, factores como la altura de la superficie de trabajo, la distancia de alcance y la disposición de los elementos son determinantes para el rendimiento del técnico. Quinzo Montenegro. (2023)

Varios estudios demuestran que la adecuada adaptación del espacio de trabajo a las características físicas del usuario ayuda a prevenir posiciones incómodas y evitar, el desarrollo de problemas musculoesqueléticos. indican que una superficie mal colocada lleva al trabajador a adoptar posturas compensatorias, lo que aumenta la carga biomecánica en la zona lumbar y cervical. Además, los autores Ohlendorf et al. (2020) enfatizan que el diseño ergonómico debe tener en cuenta no solo la altura del plano de trabajo, sino también el ángulo de inclinación y el alcance funcional, particularmente en actividades que exigen precisión y control manual constante.

Desde la óptica de la biomecánica, la disfuncionalidad del mobiliario puede perjudicar la salud de la persona técnica, así como el proceso productivo, dado que las posiciones inadecuadas y la fatiga física provocan una disminución de la exactitud técnica De Sio (2018) En el marco del presente estudio, tanto la antropometría como la biomecánica constituyen dos de las variables a tener en cuenta para el análisis y el diseño de los puestos de trabajo de la mecánica dental.

En lo que hace relación a los procesos productivos que tienen lugar en el laboratorio dental la regulación del espacio responde a un flujo de la acción adecuada a las tareas cotidianas. En la zona de pulido, un correcto desarrollo del espacio provoca el cumplimiento de la ubicación del mobiliario, del acceso a las herramientas abrasivas y del mantenimiento de posturas funcionales, que posibilitan reducir movimientos que no son necesarios y por lo tanto el aumento

de la efectividad operativa; Ahearn et al. (2010) incluso indican que un caso de un espacio bien planteado lleva a la fluidez de las tareas y a la mejora del rendimiento productivo del laboratorio.

2.4 Enfermedades en consecuencia de polvo

Los peligros respiratorios representan un desafío importante en los laboratorios de odontología, donde los técnicos están continuamente expuestos a polvo de acrílico, partículas pequeñas y desechos que surgen en el proceso de pulido y lijado de prótesis. Según el National Institute for Occupational Safety and Health, estar expuesto de manera prolongada a pequeñas partículas de acrílico y sílice, que esta exposición que a lo largo del tiempo puede provocar problemas respiratorios crónicos, perjudicando gradualmente la salud del trabajador.

Investigaciones recientes han indicado una alta frecuencia de síntomas respiratorios entre los técnicos dentales. Memarian et al. (2020) y colaboradores señalaron que aproximadamente el 63 % de los técnicos analizados padecían irritación nasal y síntomas vinculados a las vías respiratorias superiores, directamente relacionados con la exposición al polvo de acrílico. Esta información resalta la urgencia de ejecutar soluciones de diseño que incluya sistemas para contener y extraer partículas, con el objetivo de disminuir la exposición directa durante las actividades de pulido.

Las pruebas empíricas muestran que la implementación de sistemas de extracción en los lugares de trabajo reduce notablemente la cantidad de contaminantes en el aire. Investigaciones llevadas a cabo por (Joda et al., 2017; Yurdasal et al., 2015), en una muestra de 166 técnicos de laboratorio dental, revelaron que el 6 % desarrolló neumoconiosis debido a la inhalación prolongada de partículas resultantes del modelado y acabado de prótesis. Estos resultados confirman que la exposición al polvo es un riesgo laboral importante y subrayan la necesidad de crear espacios y dispositivos que prioricen la protección respiratoria del usuario.

2.5 Diseño industrial vinculado en el área de prótesis dentales

Desde la perspectiva del Diseño Industrial, se pueden realizar una intervención en la optimización de los lugares de trabajo mediante el análisis funcional, la optimización del flujo de las tareas, o la adecuación del mobiliario a las necesidades físicas y operativas del usuario. Desde la perspectiva del diseño industrial, es crucial para los laboratorios dentales incorporar elementos como la ergonomía, el orden o la producción eficiente, ya que se establece con ello un equilibrio entre el técnico y su lugar de trabajo. Micheli et al. (2019)) indican que, a pesar de que las posibilidades digitales han cambiado en gran medida el proceso de confeccionar prótesis dentales, los lugares de trabajo físico no han experimentado cambios a la misma velocidad. Esta situación nos lleva a la necesidad de reconceptualizar soluciones de diseño que se adapten a los nuevos requerimientos técnicos, por medio de distribuciones espaciales que favorezcan el acceso a herramientas de mano, las posturas apropiadas, o los sistemas integrados para la recolección de polvo y residuos.

Desde el ángulo de la mirada, el diseño industrial no solo tendría un carácter estético o visual, sino que también se presentaría como un elemento estratégico en el sentido de mejorar la calidad del pulido, reducir los tiempos no productivos y contribuir en la creación de entornos de trabajo más seguros, funcionales y eficaces como Saptiansyah et al. (2023)). Sabiendo aplicar propuestas del diseño se pueden transformar las actuales condiciones de transformación de la tarea técnica en soluciones concretas dirigidas al bienestar del usuario y a la mejoría del proceso de producción.

2.6 Estación de trabajo

En el campo del diseño industrial la zona de trabajo para los trabajos que precisan de una importante precisión ha de ser entendida como un todo que articule muebles, útiles complementarios, iluminación, condiciones ambientales, distribución del espacio, con el propósito de optimizar la conjugación del individuo y el trabajo productivo, Alipoor et al. (2021)). En laboratorios de

odontología, estas exigencias son más complejas todavía, sobre todo porque conviven formas procesuales como modelado, pulido o acabado final, por el que se hace necesario un control postural, de este modo, la sujeción manual tiende a ser más tónica y un correcto almacenamiento de los residuos.

Con el fin de realizar el presente estudio, se recurre al concepto de cápsula de trabajo que se entiende como un espacio delimitado y espacialmente con una especialización que se ha diseñado concretamente para la zona de pulido dental. En contraposición con el concepto tradicional de estación de trabajo, la cápsula articula las funciones de ergonomía, control del medio y de la organización del proceso en un dispositivo espacial hecho de manera compacta, orientado a la reducción de los riesgos laborales, así como a potenciar el rendimiento del técnico y de los odontólogos que se encuentran en actividad.

Varios estudios exponen que la carencia de diseño ergonómico en estos espacios precisos da lugar a una mayor aparición de problemas musculoesqueléticos y de cansancio visual de los técnicos dentales Hussein et al (2022). Por lo cual es evidente que la cápsula de trabajo no debe ser entendida como una pieza de mobiliario, sino como un sistema operativo que se adapta a las demandas del flujo de trabajo y a las exigencias del usuario.

En este contexto, la cápsula se presenta como una respuesta de diseño adaptable y específica, capaz de cumplir con los requerimientos del proceso productivo y de contribuir a la mejora consciente de las condiciones laborales, tal como indica Norman (2013) al hablar sobre el diseño orientado al usuario y la experiencia de uso.

2.7 Pulido dental

La odontología técnica es la rama que se ocupa de la elaboración, el diseño y reparación de prótesis dentales, sean éstas removibles o fijas, es decir, una buena parte del escenario odontológico por aspecto de esta rama debe tener bastante dominio de manejo de materiales o metodología de diseño anatómico, así como de manejo de instrumentos con altas precisiones. En esta actividad el pulido dental es un instante determinante, puesto que a lo largo de esa secuencia se interviene

de forma directa en la apariencia, el rendimiento y la biocompatibilidad del producto final.

Siguiendo Párraga V. (2014), la integración de la tecnología digital ha sustituido en gran medida las técnicas que habíamos considerado tradicionales en el campo de la odontología técnica, hasta el punto en que se requiere, como resultado, contar con un espacio de trabajo que esté de buena manera organizado, que sea exacto, que mantenga unos estándares técnicos elevados, entre otras. En este sentido, el ámbito del pulido exige unas condiciones espaciales y ambientales controladas donde se generan partículas, donde se necesite la coordinación mano-ojo y donde se requiera mantener distintas posturas estáticas de largo plazo.

Debido a lo expuesto hasta ahora, el ámbito del pulido se relaciona con un lugar crucial dentro del ámbito del laboratorio dental, que está marcado por la organización del lugar de trabajo, el cual influye en la calidad de la solución técnica específica, y también en la salud del profesional que trabaja. Una correcta organización del área del lugar de trabajo relacionado con este tajo puede ser una garantía para alcanzar un rendimiento óptimo, seguro y que cumpla con el dictado del proceso de fabricación de las prótesis. (Alipoor et al., 2021)

2.8 Actividades en el área de pulido

La sección de pulido consiste en el espacio del laboratorio dental destinado a dar el acabado final a las prótesis, a través del procedimiento de abrasión, brillo y rectificación de superficies. Son actuaciones que requieren una gran habilidad manual, así como también una buena coordinación entre la vista y los movimientos de las manos, produciendo residuos como polvo de acrílico, pequeñas partículas cerámicas y diminutos fragmentos metálicos además de otros materiales triturables, que pueden permanecer en el aire si no se hace un control ambiental adecuado. (Molina Ramón et al., 2024b)

García (2025) expone que, en la fase de abrasión y pulido, se forma polvo en el seno de las actividades que puede perjudicar al sistema respiratorio del técnico dental, lo que implica la necesidad de incluir, partiendo del diseño del área, los sistemas de extracción y la ventilación. De tal manera que la distribución del área

de pulido afecta directamente a la ergonomía del trabajador, a las condiciones higiénicas del medio y a la calidad del acabado final de la prótesis.

2.9 Seguridad ocupacional

La protección en el área laboral se expone como el conjunto de metodologías y situaciones concebidas para la prevención de peligros, accidentes y situaciones de riesgo durante la práctica de actividades laborales; en el contexto de los laboratorios dentales, estos peligros están principalmente relacionados con la exposición a partículas pequeñas de materiales, monómeros, utensilios cortantes y a la permanencia en posturas estáticas en una larga duración de tiempo.(Penkala et al., 2018)

De acuerdo con Neves et al. (2022), la seguridad en el lugar de trabajo solo se puede asegurar si el entorno dispone de condiciones apropiadas, como una buena ventilación, iluminación adecuada, una adecuada disposición del mob iliario, y el uso correcto de equipos de protección personal. La protección ocupacional afecta directamente no solo la salud física del técnico dental, sino también su salud emocional y la eficacia del proceso productivo.

2.10 Contaminación cruzada en el entorno

La contaminación cruzada se presenta en el transcurso de traslado de elementos, desechos o materiales potencialmente lesivos, de alguna forma perjudica la limpieza y la seguridad del proceso de producción. La situación mencionada adquiere mayor bidireccionalidad en los procesos de pulido dental, debido a la cercanía de materiales limpios y restos de acrílico o por lo que sea que los propios equipos o muebles no tienen barreras o procedimientos que contengan este tipo de productos. Al respecto, Neves et al. (2022)muestran que en estudios desarrollados en condiciones controladas se comprueba que este polvo de pulido y el propio vapor producido son capaces de expandirse fácilmente en espacios reducidos, lo cual afecta la calidad del trabajo y la salud del trabajador. Este tipo de circunstancias enfatizan la importancia de desarrollar áreas de trabajo que contengan o actúen como barreras a la dispersión de contaminantes y disminuyan los casos de contaminación cruzada Molina Ramón et al. (2024).

2.11 Enfermedades relacionado con malas posturas

Varios estudios prácticos han mostrado una notable frecuencia de problemas musculoesqueléticos en profesionales dentales, relacionados con man tener posiciones fijas durante largos períodos, áreas de trabajo inflexibles y superficies que no se ajustan a la medida del usuario. Anshasi et al. (2022) indican que más del 80 % de los técnicos dentales observados sufren de dolor en el cuello, la zona lumbar o en las extremidades superiores.

Estas dificultades se acentúan de manera notable en ciertos laboratorios pavimentando la forma de ser sus condiciones laborales, que no satisfacen los principios ergonómicos, y donde su mobiliario no es el adecuado o bien se improvisa (también fue el caso reseñado por Neves et al. (2022). Las posturas sostenidas durante períodos prolongados y no ergonómicas que podrían empezar a instalarse pueden perjudican la salud de los trabajadores y en un lapso extenso impedían la productividad.

2.12 Ausencia de ergonomía

En América Latina, algunos estudios evidencian que el hecho de no poseer un diseño ergonómico en los pequeños lugares de trabajo aumenta la carga postural y el hecho de facilitar la salida de problemas musculoesqueléticos. Neves et al. (2022)) tienen una posición contraria a la de la ergonomía en el lugar de trabajo, más bien decimos que la ergonomía influye negativamente, a la vez, en la salud del profesional dental, además de influir negativamente en su rendimiento.

Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de diseñar espacios y zonas de trabajo atendiendo a la antropometría del usuario y realizando la actividad técnica en un espacio seguro, cómodo y óptimo. Se convierte en un factor importante en el diseño para el trabajo en los laboratorios dentales.

2.13 Efectos de la contaminación ambiental en el laboratorio

La importancia de una adecuada gestión de residuos en los laboratorios dentales es reafirmada por la investigación científica. En este sentido, Versoza et al. (2020)

afirman que todas aquellas actividades que están relacionadas con la abrasión y el pulido generan aerosoles y partículas que pueden irritar tanto la piel como los ojos y el sistema respiratorio, aumentando con ello el riesgo acumulativo para los dentistas técnicos. Incluso en los pequeños laboratorios, el hecho de no contar con sistemas de extracción y filtrado hace que los polvos que provienen de metales, acrílicos y cerámicas permanezcan por un largo tiempo en la atmósfera y la injerencia de aquellos procedimientos hace aún más complicado el manejo de dichos desechos.

Las indagaciones efectuadas en entornos latinoamericanos han puesto de manifiesto que en los laboratorios dentales es habitual el acúmulo y la combinación de los residuos metálicos, acrílicos y cerámicos pues faltan procesos formales de separación cuando se están llevando a cabo las actividades técnicas en particular durante las fases de acabado y pulido. Esta realidad incide negativamente en las labores de limpieza, en el aumento de riesgo de contaminación cruzada de los residuos, así como en el desarrollo de efectos negativos de las condiciones de trabajo y en las condiciones del entorno inmediato. Diaz-Soriano et al. (2020) afirman que el depósito indiscriminado de residuos sólidos en los laboratorios de prótesis dental exacerba los riesgos sanitarios que puede experimentar el técnico, así como que el deterioro de las condiciones ambientales. De manera complementaria, Proussaefs (2017)evidencian que la falta de adecuada separación de los residuos odontológicos provoca ambientes de trabajo inseguros o generadores de mala gestión ambiental. Este tipo de evidencias va en consonancia con las observaciones del laboratorio de Ambato, donde los problemas de espacio se generan muchas veces sin consideraciones de separación de residuos incluso haciendo varias de las actividades técnicas de forma simultánea en el mismo espacio de trabajo.

2.14 Observación de campo

Durante la investigación realizada en la ciudad de Ambato se visitaron tres laboratorios de odontología, entre los que se encuentra Vitaldent, lo que permitió conocer tendencias comunes y necesidades recurrentes situadas en el contexto en el que se desarrolla esta actividad. Los laboratorios visitados tienen espacios

reducidos, pasillos estrechos, áreas de trabajo improvisadas generalmente situadas en apartamentos o pequeños comercios. En algunos casos el ancho de los pasillos entre mesas de trabajo no supera los 80 cm lo que hace difícil la circulación del técnico entre áreas operativas y podría facilitar los accidentes de trabajo. Esta configuración del espacio ha sido expuesta por Penkala et al. (2018) como una posibilidad de aumentar la fatiga postural y de incrementar la posibilidad de accidente laboral, fundamentalmente por la cercanía entre personas, herramientas y materiales.

En el laboratorio Vitaldent se observó que la zona de pulido comparte el mismo espacio con las áreas de encerado y desgaste. La falta de una clara división entre zonas limpias y contaminadas incrementa el riesgo de contaminación cruzada, ya que los residuos acrílicos y partículas generadas durante el pulido tienden a esparcirse por diversas superficies del lugar de trabajo.(Diaz-Soriano et al., 2020)

2.15 Mobiliario actual en el laboratorio

El mobiliario que se ha podido observar está constituido por mesas fijas, de melamina que no disponen de mecanismo de ajuste de altura ni de inclinación, situación que obliga al técnico dental a adoptar posturas incómodas (flexiones del tronco, elevaciones de los hombros, movimientos repetidos de muñeca, etc.) durante periodos prolongados.

Los técnicos que han sido entrevistados referían molestias en la zona lumbar, en el cuello y en los hombros, lo cual coincide con la información proporcionada por Alipoor et al. (2021), que concluyen que la ausencia de superficies de trabajo ajustables favorece la adopción de posturas incorrectas y el estrés musculoesquelético en trabajos que requieren una alta precisión.

Los resultados obtenidos sugieren que el mobiliario utilizado durante el proceso de pulido de las estructuras de los dientes artificiales no se ajusta a la antropometría del personal que lo utiliza, lo que limita la precisión del trabajo y provoca un mayor desgaste físico para los técnicos dentales con la práctica y el tiempo.

2.16 Registro de los riesgos ergonómicos y ambientales

En diversos laboratorios, se evidenció que únicamente se emplea iluminación artificial general, sin considerar el uso de lámparas específicas o ajustables para trabajos de detalle. La falta de luz adecuada impacta negativamente en la visibilidad necesaria para realizar tareas muy precisas, lo que lleva al trabajador a esforzarse más visualmente. Esta realidad se aleja de los principios establecidos en la norma ISO/CIE 8995-1:2025 (2024), que estipula niveles de iluminación más altos para actividades que requieren un alto grado de precisión.

En lo que respecta a la ventilación, la mayoría de los laboratorios carecen de sistemas de extracción específica, lo que ocasiona que el polvo acrílico permanezca en el aire y se asiente sobre las superficies y las herramientas. Esta situación infringe las recomendaciones de control ambiental de la norma ISO 14738 (2002), que establece parámetros para la reducción y el control de partículas flotantes en entornos de trabajo especializados. La comparación entre investigaciones anteriores, las observaciones directas realizadas en Ambato revelan un problema constante: las zonas de pulido en los laboratorios dentales presentan insuficiencias ergonómicas, limitaciones de espacio y mala gestión de desechos. Estos elementos afectan adversamente la salud del técnico dental, así como la efectividad operativa y la calidad del trabajo protésico. En este contexto, los hallazgos coinciden con lo indicado en la literatura especializada, que menciona que los lugares de trabajo que no consideran aspectos ergonómicos aumentan la tensión física y reducen la eficacia en tareas que requieren alta precisión.(Canessa-Rojas et al., 2025)

2.17 Normas técnicas aplicado al diseño

2.17.1 Control de partículas en suspensión

La norma ISO 14738 (2002), proporciona directrices para evaluar el aire limpio y para examinar el flujo, la variación de presión y el movimiento de las partículas flotantes. Esta norma está orientada principalmente hacia la creación y afectan el seguimiento de las salas limpias. No obstante, puede ser utilizada como punto de

referencia para el diseño de cabinas o espacios cerrados en los que se precise una correcta eliminación del polvo. Las mediciones de esta norma permiten también establecer criterios fundamentalmente para la contención, la permeabilidad y la verificación de la captura de partículas durante el proceso de pulido. De tal forma, la norma aporta bases técnicas a la hora de plantear soluciones que reduzcan la dispersión de los contaminantes y contribuyan a una mejora de las cualidades medioambientales

2.17.2 Filtración de aire.

La norma ISO 16890 (2024), clasifica los filtros de aire según su eficacia para atrapar partículas de varios tamaños, como ePM10, ePM2. 5 y ePM1. Este estándar es especialmente importante para el diseño de sistemas de filtración en las cabinas de pulido dental, dado que estos procedimientos generan partículas que tienen un diámetro menor a 10 micras. El uso de esta normativa permite elegir filtros que posean una eficiencia adecuada para captar partículas finas, ayudando así a disminuir la exposición de los técnicos dentales a sustancias nocivas en el aire y mejorando la calidad del aire en su entorno laboral inmediato.

2.17.3 Antropometría aplicada

La norma ISO 14738 (2002), define una serie de parámetros antropométricos fundamentales que se deben respetar al crear estaciones de trabajo relacionadas con las máquinas, teniendo en cuenta las dimensiones corporales de las personas que operarán dichas máquinas. Estos parámetros están constituidos, entre otros, por la altura de la superficie de trabajo, que debería estar comprendida entre 5 y 10 cm por debajo de la altura del codo, el área óptima de alcance, que se sitúa entre 35 y 45 cm desde el tronco y la posición del ángulo visual óptimo, que habrá de estar entre los 15° y 30° por debajo de la posición horizontal. Todos estos aspectos son primordiales para conseguir un diseño de la cabina de pulido que sea ergonómicamente adecuado. Además, el cristal frontal de la cabina de pulido, hay que tener en consideración su inclinación de forma que la cabina pueda respetar un campo visual dentro de las dimensiones adecuadas evitando las posiciones prolongadas de la cabeza en inclinaciones del cuello. En cuanto a la norma ISO 11226 (2000), esta norma específica la posibilidad de añadir superficies de apoyo

de los antebrazos que ayuden a evitar la tensión de los músculos en estado de contracción estática y permite adoptar una posición más estable al uso de las herramientas rotativas.

2.17.4 Principios del diseño industrial aplicados a la cápsula de pulido

Desde la perspectiva teórica del diseño industrial, el entorno es una de las variables que más impacta en la creación de un producto. Según Ulrich & Eppinger (2016) la concepción de un objeto no se basa únicamente en su funcionalidad, sino que también considera las características físicas y las condiciones del contexto en el que se empleará las observaciones, dado que las propiedades tanto espaciales como temporales afectan directamente su aceptación y rendimiento.

Dentro del contexto de los laboratorios dentales, el análisis teórico y contextual pone de manifiesto una gran variación en dimensiones, distribución corregida espacio disponible de máquinas que permanecen sin utilizare en el laboratorio. Esta realidad limita la posibilidad de dar respuesta en forma de soluciones a gran escala como estaciones de trabajo fijas especialmente en laboratorios independientes de tamaño pequeño y medio (Alamri et al., 2023)

Muchos estudios del campo del diseño describen estos espacios productivos como configuraciones dinámicas y poco organizadas, por lo que se hace necesario que los elementos diseñados sean adaptables, móviles e integrables, ya que Papanek (2005) menciona que un diseño responsable es aquel que recoge las realidades del entorno orientándose en las necesidades del usuario y evitando la implementación de sistemas rígidos que no se adecuen a la práctica real.

Desde esta mirada se entiende que una estación de trabajo convencional necesita de muchos mecanismos y herramientas que son utilizados dentro del proceso como superficies, anclajes permanentes y una estructura fija que no siempre es posible en los laboratorios dentales. En este sentido, el diseño modular se erige como una solución pertinente para afrontar espacios limitados Ulrich & Eppinger (2016) afirman que en los sistemas modulares se segmentan funciones complejas

en elementos independientes permitiendo así mejorar la eficiencia general del proceso sin complicar el sistema.

Dentro de este concepto, la cápsula de pulido se idea como un módulo especializado que agrupa la tarea de acabado dentro de un volumen controlado, eliminando la necesidad de una estación fija y permanente. Esta propuesta no se limita a una solución técnica o formal, sino que es una revisión crítica de las formas en que históricamente se han diseñado los objetos de producción. Tal como indican Ulrich & Eppinger (2016), existe una tendencia de diseño que tiende a replicar soluciones tradicionales sin cuestionar su adecuación a nuevas condiciones de uso y situación.

A partir de este análisis, el proceso de diseño se centra en una síntesis funcional que mantiene las características clave de la estación de trabajo apoyo a la tarea, organización del espacio cercano y control del entorno— integrándolas en un elemento más compacto y de mayor claridad funcional. Esta nueva conceptualización permite simplificar el sistema sin comprometer su rendimiento, favoreciendo la interacción entre el usuario y la tarea y respondiendo de manera más eficaz a las limitaciones espaciales y operativas del entorno (Grandjean, 1986; Norman, 2013)

CAPITULO III

3.1 Análisis pestel

Análisis PESTEL	Factores	Muy negativo (-2)	Negativo (-1)	Neutro (0)	Positivo (1)	Muy positivo (2)	CITAS
Político	Programas de apoyo a innovación en salud.					2	Instituto Nacional de Ministerio del Ambiente, Servicio Nacional de Aduana del Ecuador –
	Incentivos gubernamentales a diseño sostenible				1		
	Politicas de importaciones de esquipos especializados				1		
Económico	Demanda de mercado por mobiliario ergonómico				1		
	Condiciones del mercado, costos de producción, poder adquisitivo y financiamiento.					2	
	Costo de equipos y tecnología de aspiración.		-1				
Social	Conciencia social sobre seguridad ocupacional				1		
	Inflación y encarecimiento de insumos importados.		-1				
	Demanda de servicios odontológicos de calidad.					2	
Tecnológico	Disponibilidad de tecnologías digitales (CAD/CAM, 3D	-2					
	Automatizacion parcial de procesos		-1				
Ecológico	Falta de segregación de residuos en laboratorios		-1				Revista ITSL (2022). Manejo adecuado de desechos en laboratorios dentales.
	Tendencia a materiales sostenibles y economía circular		-1				
Legal	Normas de seguridad industrial y ergonomía laboral.				1		Acuerdo Ministerial MDT-NMSLaw (2024). Normas
	Leyes laborales sobre salud ocupacional.			0			
	TOTAL	-2	-5	0	5	6	

100% 28%

Negativo	18.18%
Neutro	13.63%
postivo	68.18%

Figura 10. Pestel

Conclusión

El análisis PESTEL evidencia que el diseño de una estación de trabajo de pulido ergonómica y con un buen almacenamiento de residuos para laboratorios dentales es viable y necesario, ya que responde a exigencias legales, como normativas de seguridad ocupacional, a una creciente demanda social por entornos laborales más seguros, y a la tendencia tecnológica.

3.2. FODA



IFigura 11. FODA

Conclusión

Como conclusión, el presente proyecto se convierte en una propuesta innovadora, y una propuesta estratégica no solo para una problemática real de laboratorios artesanales de Ecuador, si no que puede servir como un referente académico y práctico para futuras intervenciones en espacios técnicos de la salud. La debilidad y las amenazas muestran que no es suficiente con tener una propuesta de intervención y que, además de esto, se debe lograr superar la limitación económica y cultural, la resistencia al cambio y la competencia con mobiliario estandarizado y de bajo costo.

CAPITULO IV

4.1 Método

Para la investigación se adopta un método analítico- descriptivo, complementado con el estudio de caso, ya que permite descomponer las variables que intervienen en el entorno de trabajo enfocado en la ergonomía, seguridad, organización espacial y manejo de residuos con el objetivo de que se genera una adecuada propuesta para el desarrollo de un diseño coherente y correctamente funcional.

Este método es perfecto para el campo del diseño industrial ya que nos brinda la posibilidad de la identificación de los componentes funcionales, formales y contextuales del previo problema antes de su posterior solución proyectual. Tal como lo señala Tamayo y Tamayo (2003). Este análisis nos brinda la comprensión de una especifica realidad la cual es estudiada tomando como base la observación empírica, de la mano que la síntesis simplifica la formulación de soluciones adecuadas, viables y propias de el proceso especifico de diseño.

La selección de este método se justifica por un carácter aplicado y proyectivo del estudio, orientado a la mejora del entorno ergonómicas y seguridad ocupacional hacia el entorno analizado. A través del análisis del espacio en particular se determinaron los riegos físicos y ambientales asociados hacia el área de pulido y

los cuales pasaron por un proceso de transformación por requerimientos de diseño basados en los criterios ergonómicos y evidentemente de seguridad ocupacional. Este proceso nos da como evidencia la naturaleza aplicada y ubicada del estudio, en el que el conocimiento nace desde el análisis de la situación existente en desarrollo y este se proyecta en una propuesta que surge como respuesta hacia las necesidades del usuario conforme a los planteado por González Mares (2019)

4.2 Enfoque

La investigación se desarrolla específicamente en un enfoque cualitativo, al concentrarse en el análisis profundo hacia las condiciones espaciales, funcionales y ergonómicas de este caso en particular, específicamente a una cápsula de trabajo en el ámbito de la mecánica dental.

Este enfoque nos da paso la a comprensión de las prácticas laborales, percepciones, impresiones, amenazas y dificultades que conllevan los usuarios en su entorno de trabajo, como base de un acercamiento interpretativa y contextual. El análisis cualitativo da como resultado soluciones adecuadas para proyectos de diseño, ya que simplifica la comprensión integral de los factores humanos y técnicos que actúan en la configuración del espacio y en la experiencia de uso.

Para recopilar datos se utilizaron metodologías como la observación en tiempo real, la implementación de formularios de evaluación ergonómica y entrevistas estandarizadas. Estas herramientas facilitaron el estudio de cómo es el ambiente laboral, las posiciones que se mantienen, las interacciones espaciales y la operatividad del espacio de trabajo. Los hallazgos surgidos fueron presentados de forma descriptiva, con el r espaldo de gráficos y porcentajes, solo con el objetivo de organizar y clarificar la información, sin representar un análisis cuantitativo.

4.3 Modalidad

La investigación se lleva a cabo mediante un enfoque práctico y de campo, complementado porun aspecto proyectivo, ya que está destinada a abord ar un problema real a través de la creación de una propuesta de diseño concreta.

El enfoque práctico se centra en identificar y mejorar los aspectos actuales en el entorno laboral examinado, lo que facilita observar y analizar los elementos que influyen en la ergonomía, la seguridad y la organización del espacio. La metodología de campo se refleja en la recolección de información directamente en el sitio de estudio, a través de la observación de los procedimientos, condiciones y prácticas reales realizadas por el técnico dental.

El aspecto proyectivo de la investigación se justifica por la necesidad de crear un espacio de trabajo funcional, que surge de un análisis contextual y está fundamentado en criterios técnicos y económicos, tal como se indica en el trabajo de González Mares (2019). Este enfoque permite conectar la teoría con la práctica, integrando principios de diseño industrial y haciendo posible que los hallazgos resulten en una mejora directa dentro del marco del proyecto. A diferencia de las investigaciones meramente descriptivas, la investigación aplicada con un enfoque proyectivo tiene como objetivo transformar la realidad a través del desarrollo y validación de un producto que sea útil para el usuario. Investigaciones recientes en diseño industrial demuestran que el uso de metodologías basadas en la práctica ayuda a lograr resultados más efectivos en aspectos de ergonomía, funcionalidad y selección de materiales, aumentando la relevancia social del diseño (David et al., 2021).

4.4 Nivel te investigación

La indagación realizada en esta tesis se presenta como un estudio descriptivo y proyectivo, ya que se basa en una observación exhaustiva y detallada del entorno laboral en un laboratorio de mecánica dental. A partir de los resultados obtenidos, se procede a elaborar una propuesta de diseño. Durante la etapa descriptiva, el análisis permite examinar las condiciones físicas, espaciales y posturales que enfrenta el técnico en el área de pulido, además de identificar los elementos que afectan su rendimiento en un entorno laboral real.

Por otro lado, la etapa proyectiva dirige el análisis hacia la creación de una solución efectiva para las necesidades detectadas, integrando principios del diseño

ergonómico de espacios laborales, tal como lo mencionan Battista y otros (2025). Esta fase no debe ser considerada como un proceso separado, sino más bien como la consecuencia directa del análisis descriptivo, lo que facilita la conversión de los hallazgos empíricos en pautas concretas de diseño.

El ámbito de la metodología adoptada se determina por la necesidad de evaluar la situación actual y, al mismo tiempo, sugerir mejoras basadas en evidencia empírica, lo cual coincide con las afirmaciones de Onwuegbuzie y otros (2023), quienes resaltan que los estudios aplicados se benefician al considerar el análisis del entorno como un medio para generar soluciones a problemas reales. En este marco, el enfoque metodológico elegido puede definir los elementos críticos del ciclo de actividades y de gestión de residuos, transformándolos en materia prima para el desarrollo de una propuesta de diseño fundamentada. De esa forma, el análisis descriptivo permite establecer parámetros ergonómicos, espaciales y operativos a partir de la observación directa del caso en cuestión. En contraste, durante la fase proyectiva, se validan las propuestas de diseño basadas en principios de comodidad, funcionalidad y control de riesgos, asegurando su adecuación al entorno de uso. Este estudio aporta al campo del diseño industrial al presentar mejoras aplicables a un laboratorio dental en la ciudad de Ambato, considerando la salud del usuario y la optimización del proceso técnico. Así, la investigación no solo beneficia el ámbito del diseño industrial, sino que también incide en la mejora de las condiciones actuales del ambiente laboral analizado, generando un impacto tangible en la salud y el bienestar del usuario (Wu, 2022).

4.5 Diseño de la investigación

El estudio se basa en un diseño de investigación de tipo estudio de caso, que permite analizar a profundidad en una situación específica; los laboratorios de mecánica dental de la ciudad de Ambato. Este tipo de diseño se centra en comprender las condiciones reales del caso a trabajar, considerando los factores humanos, espaciales y ambientales que inciden en la ergonomía y seguridad del

área de pulido. A diferencia de los diseños generados, es decir que el estudio de caso profundiza una sola unidad de análisis, generando información detallada sobre los técnicos, sus prácticas en el entorno en el que se desenvuelven. Según Battista et al. (2025), este tipo campa es el predilecto para el diseño de una estación de trabajo así crear una soluciona más eficiente económica.

La elección del de estudio de caso se justifica porque el objetivo de la investigación es entender y transformar una situación particular a través del diseño de una estación de trabajo ergonómica. La información se recolectará directamente en los laboratorios, mediante observación, entrevista y análisis ergonómico, con el fin de identificar los principales problemas y validar la propuesta en la misma situación donde emerge este problema. Este enfoque permite integrar la teoría con la práctica, así se mejorando la pertenecía del diseño basando se en la experiencia del usuario como (Wu, 2022).

4.6 Operacionalización de variables

Independiente: Diseño optimizado de la estación de trabajo para el área de pulido dental.

Conceptualización	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Ítems**	**Técnica**	**Instrumento**
Optimización de estación de trabajo busca optimizar, la funcionalidad y el encapsulamiento de los polvos generados	Ergonomía postural	● Ajuste de alturas y distancias de trabajo. ● Adecuación del mobiliario a medidas antropométricas.	¿La altura de la mesa permite trabajar sin generar tensión muscular?	¿Los materiales empleados son resistentes y fáciles de mantener?	Fichas ergonómicas. Registro fotográfico. Check list de observación.
	Funcionalidad operativa	● Distribución eficiente de herramientas y materiales. ● Accesibilidad y fluidez del movimiento.	¿La disposición de los elementos reduce desplazamientos innecesarios?	Observación funcional. Simulación de tareas.	Ficha de análisis funcional. Lista de cotejo de actividades.
	Seguridad ocupacional	● Control del polvo, ventilación e iluminación.	¿El diseño minimiza la exposición a	Evaluación de condiciones	Guía de entrevista. Ficha de

		● Cumplimiento de normas de seguridad laboral.	partículas o polvo dental?	ambientales. Entrevista técnica.	control ambiental
	Materialidad técnica	● Resistencia, durabilidad y facilidad de limpieza de materiales. ● Adaptabilidad a entornos de laboratorio.	¿Los materiales empleados son resistentes y fáciles de mantener?	Inspección técnica. Análisis de materiales.	Ficha técnica de materiales. Guía de validación.

Tabla 12. Operacionalización independiente

Dependiente**:** Condiciones de confort, bienestar y desempeño del técnico dental durante el trabajo de pulido.

Conceptualización	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Ítems**	**Técnica**	**Instrumento**
La percepción de confort y bienestar laboral se refiere al grado en que los técnicos dentales experimentan incomodidad	Confort físico	● Nivel de fatiga o tensión muscular percibido. ● Ajuste entre dimensiones corporales y mobiliario.	¿Ha disminuido la fatiga durante el pulido?	Encuesta de percepción. Observación directa.	Fichas ergonómicas. Registro fotográfico. Check list de observación.
	Seguridad percibida	● Sensación de control y reducción del riesgo laboral. ● Confianza en la estabilidad del mobiliario.	¿El mobiliario le brinda confianza y control durante la tarea?	Entrevista	Guía de entrevista.
	S Satisfacción funcional	● Facilidad de uso y desempeño general. ● Cumplimiento de expectativas de	¿Considera que la disposición de elementos mejora su desempeño?	Entrevista técnica.	Escala de seguridad

		funcionalidad.			
	Percepción estética y ambienta	● Opinión sobre el diseño visual, orden y limpieza del espacio. ● Percepción de armonía y confort visual.	¿Percibe el área más ordenada y limpia?	Inspección técnica.	Ficha técnica y registro fotográfico

Tabla 13. operacionalización dependiente

4.7 Población y muestra

4.7.1 Muestra

En el estudio actual, se utiliza un enfoque de caso práctico, por lo que el grupo de estudio se limita a un solo laboratorio de odontología, denominado Vitaldent, que se encuentra en la ciudad de Ambato. Este laboratorio fue elegido por sus características de espacio, los métodos aplicados en la producción de prótesis dentales y las condiciones reales observadas en temas de ergonomía y seguridad laboral en el sector de odonto-protésico.

La selección de un único laboratorio busca permitir un análisis minucioso y exhaustivo de las condiciones en el entorno laboral y cómo estas afectan la labor de los técnicos. Al enfocarse en el caso de Vitaldent, se pretende recopilar información detallada sobre los procesos laborales y, en particular, sobre los peligros ergonómicos vinculados al área de pulido, tal como lo indican Miller y colaboradores (2022).

4.7.2 Tipo de muestra

El estudio emplea una muestra no probabilística de tipo intencional, propia de investigaciones cualitativas con diseño de estudio de caso. La selección de Vitaldent se realizó en función de su pertinencia para los objetivos de la investigación, ya que permitió el acceso directo y detallado a información relevante sobre los procesos de producción de prótesis dentales y las condiciones laborales de los técnicos.

Este tipo de muestreo resulta adecuado cuando se requiere un análisis profundo de un entorno específico, permitiendo examinar de manera detallada los factores que inciden en la seguridad, el bienestar ocupacional y la ergonomía del espacio de trabajo. De esta manera, los resultados obtenidos reflejan un entendimiento contextualizado de la situación estudiada y aportan a la mejora de las prácticas de diseño ergonómico en el ámbito dental, conforme a lo expuesto por González Mares (2019)

4.7.3 Tamaño de la muestra.

El grupo de estudio está formado por los expertos en odontología y los trabajadores relacionados con el sector de pulido que operan en el laboratorio Vitaldent, ubicado en la ciudad de Ambato, en la provincia de Tungurahua. Estos profesionales se distinguen por llevar a cabo actividades que demandan una gran precisión, lo que implica una vigilancia visual continua, una buena coordinación en los movimientos y el mantenimiento de posiciones fijas durante largos periodos, elementos que aval an la necesidad de un examen minucioso de las condiciones de ergonomía y seguridad laboral en su espacio de trabajo.

4.7.4 Población

La población para estudiar es el laboratorio de odontología Vitaldent, que se localiza en la zona 24 de mayo de la ciudad de Ambato, el cual ha sido elegido como estudio de caso por el peso específico que tiene en el ámbito local, y según la trayectoria que presenta ya que es un laboratorio con un reconocimiento importante en lo que respecta la creación y fabricación de prótesis dentales a medida así como también por el uso de medidas ergonómicas, de bioseguridad, etc.

El análisis se lleva a cabo mediante un enfoque cualitativo de caso específico, por lo que no busca replicar resultados, sino más bien entender a fondo una situación particular. Se define una muestra no probabilística de tipo intencional, al optar por un caso que proporciona datos detallados sobre los métodos de trabajo, las condiciones en el entorno laboral y los riesgos presentes, lo que facilita la formulación de estrategias de mejora y prevención desde una perspectiva ergonómica. Barreto-Barreto & Molina Ruiz (2025).

4.8 Técnicas de estudio

El trabajo de esta investigación se ha basado en métodos para la recogida de datos de tipo cualitativo, los cuales se han centrado especialmente en la observación directa y la entrevista semiestructurada, las cuales han propiciado la recogida de datos muy completos en relación con las prácticas de trabajo, las condiciones ergonómicas y la disposición del espacio del laboratorio de mecánica dental en el que se ha sometido a estudio. El uso de estos métodos concuerda con la postura cualitativa y el modelo de estudio de caso del que se hace mención, ya que permite comprender las voces de los propios técnicos y los elementos que intervienen en el rendimiento del técnico.

4.8.2 Entrevista semiestructurada

La entrevista semiestructurada se considera una técnica de obtención de información cualitativa que contribuye a conocer las valoraciones, vivencias y opiniones de las usuarias y usuarios mediante una serie de preguntas abiertas en el marco de una guía flexible. Este diseño de la entrevista favorece que se mantenga un diálogo fluido y le da la oportunidad de captar mediante las respuestas de las participantes y de los participantes aspectos relevantes del contexto laboral, que reportan información pertinente para el caso de estudio.

4.8.3 Observación directa

La observación directa permite un registro ordenado de las tareas, posiciones y formas de trabajar adoptadas por los trabajadores durante su tiempo de trabajo, en su propio entorno y sin interferir en su comportamiento. En este estudio nos fijamos en el funcionamiento del puesto de trabajo en la silla del sector del pulido, así como en las acciones, trayectorias y posturas que el trabajador va adoptando a lo largo del día, comprobar cuáles son las condiciones ergonómicas, qué peligros y qué posibilidades de mejora existen en el diseño. Se establecieron criterios de valoración cualitativa para la análisis de los resultados, de acuerdo con los cuales el nivel "regular" se refiere a aquellas condiciones que dan lugar, por lo menos, a poder cumplir parcialmente con los parámetros ergonómicos recomendados,

mientras que el nivel "aceptable" responde a aquello que se considera la justificación mínima, lo que daría como resultado un ser una condición no segura, pero que necesitaría cambios que mejoren la confortabilidad y la posibilidad de que se produzcan fallos o accidentes.

4.9 Modelo de instrumentos

4.9.1 Guiones entrevistas

Entrevista Nº1

Laboratorio: Vitaldent

Ubicación: Ambato, provincia de Tungurahua

Área: Laboratorio de prótesis

Cargo: Técnico prostético

Categoría	***Preguntas***	***Respuestas***
Técnica / Mobiliario	¿Considera que el mobiliario del área de pulido (mesa, silla, soportes) se adapta adecuadamente a sus tareas diarias? ¿Por qué?	
	¿Ha tenido dificultades para ubicar sus herramientas o materiales debido al tamaño o distribución del mobiliario?	
	¿La altura de la mesa y del motor le permite mantener una postura cómoda o debe inclinarse o adaptarse constantemente?	
	¿Cuenta con espacios suficientes para apoyar o organizar las prótesis y materiales durante el trabajo?	
	¿El área dispone de sistemas integrados (extractor, iluminación, soporte) o debe improvisar con equipos adicionales?	

Ergonomía	¿Qué molestias físicas ha experimentado a causa de la configuración actual del mobiliario? (por ejemplo, dolor de espalda, cuello, brazos, vista)	
	¿Considera que la silla o el asiento actual favorece una postura ergonómica durante el pulido?	
	¿Con qué frecuencia necesita hacer pausas por incomodidad física o fatiga?	
	¿Qué tan accesibles y seguros considera los interruptores o controles eléctricos en su área de trabajo?	
Seguridad ocupacional	¿Ha identificado riesgos en su estación de trabajo relacionados con el mobiliario (por ejemplo, cables sueltos, bordes filosos, inestabilidad, polvo acumulado)?	
	¿Existen señalizaciones o advertencias visibles sobre riesgos en el área de pulido?	
	¿Recibe mantenimiento el mobiliario o los equipos con regularidad?	
Mejora	Si pudiera rediseñar su estación, ¿qué elementos considera indispensables para mejorar su seguridad y confort?	
	¿Qué materiales o características le gustaría que tuviera el nuevo mobiliario (resistencia, facilidad	

	de limpieza, ventilación, altura regulable, etc.)?
	¿Cómo influye el estado actual del mobiliario en la calidad y el tiempo de su trabajo?

Tabla 14. Tabla de entrevistas

4.9.2 Guiones de observación.

Ficha de observación Nª 1

Laboratorio: Vitaldent

Ubicación: Ambato, provincia de Tungurahua

Análisis de la actividad en el área de pulido

Observador:

Fecha: Hora inicio: _____

Condición observada: _____

Operario: _____

Objetivo

El propósito de esta herramienta es observar y registrarlas tareas, posturas, herramientas y condiciones ergonómicas y ambientales durante cada etapa, así identificando los puntos de riesgos de cada actividad

Identificando puntos de riesgo.

Nº	*Actividad*	*Herramientas*	*Tiempo*	*Postura*	*Movimiento repetitivo*
1	**Preparación del área de trabajo**			**☐ De pie** **☐ Inclinada** **☐ Sentado**	**☐ Bajo** **☐ Medio** **☐ Alto**

2	Pulido de prótesis con motor	☐ De pie ☐ Inclinada ☐ Sentado	☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto
3	Limpieza de herramienta y zona	☐ De pie ☐ Inclinada ☐ Sentado	☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto
4	Revisión final del acabado	☐ De pie ☐ Inclinada ☐ Sentado	☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto

Tabla 15. puntos de riesgo

Tiempo total del ciclo: _____ hora/sem/día A plazo de entrega: _____

◊ Condición del área de pulido

Aspecto	*Valoración*	*Observación*
Iluminación	**Buena ☐** **Regular ☐** **Deficiente ☐**	
Ventilación y aspiración	**Buena ☐** **Regular ☐** **Deficiente ☐**	
Orden y limpieza	**Buena ☐** **Regular ☐** **Deficiente ☐**	
Estado del mobiliario	**Bueno ☐** **Regular ☐** **Deficiente ☐**	
Uso de epp	**Bueno ☐**	

	Regular ☐ **Deficiente ☐**

Tabla 16.Condiciones actuales

Ficha de observación Nº2

Laboratorio: Vitaldent

Ubicación: Ambato, provincia de Tungurahua

Área: Pulido y acabado

Cargo: Técnico prostético

Listas de cotejo

Nº	*Categoría*	*Indicador*	*Si*	*No*	*Observaciones*
1	**Técnica**	**Motor vigente.**			**Ningún mantenimiento**
2	**Ergonomía**	**Mesa ajustable a la estatura del operario.**			
3	**Ergonomía**	**Silla con soporte lumbar y altura regulable.**			
4	**Ergonomía**	**Postura neutra (sin torsión del tronco).**			
5	**Ambiental**	**Ventilación adecuada o aspiración localizada.**			
6	**Seguridad**	**Extintor accesible y señalización visible.**			
7	**Residuos**	**Contenedores diferenciados para acrílico, metal y yeso.**			

Tabla 17.Entorno actual

Total**, categoría observada: _____** Cumplimos **(✓): ___ No cumplimos (✗): _____ % cumplimiento: _____**

Ficha de recopilación de tareas Nº3

Laboratorio: Vitaldent

Ubicación: Ambato, provincia de Tungurahua

Área: Pulido y acabo

Cargo: Técnico prostético

Cronometraje de actividades

Nº	*Actividad observada*	*Inicio (mins)*	*Fin (mins)*	*Duración*	*Observaciones*
1	**Preparación de área**				
2	**Pulido de prótesis**				
3	**Limpieza del área**				
4	**Inicio aplicación cerámica**				

Tabla 18. lista de actividades

Ficha de análisis de postura Nº4

Laboratorio: Vitaldent

Ubicación: Ambato, provincia de Tungurahua

Área: Pulido y acabado

Cargo: Técnico prostético

Región Corporal	*Posición observada*	*Puntaje REBA*	*Nivel de riesgo*	*Acción recomendada*
Cuello				
Tronco				
Brazos				
Muñecas				
Piernas				

Tabla 19 Parámetros de evaluación

Ficha de levantamiento Nº5

Laboratorio: Vitaldent

Lugar: Ambato, provincia de Tungurahua

Área: pulido

Cargo: Técnico prostético

Descripción de la actividad

N.º	**Fotografías/Evidencia visual**	**Descripción**	**Momento/ hora**	**Observaciones**
1				
2				

3				
4				
5				

Tabla 20. Descripción visual

Evaluación actual del mobiliario

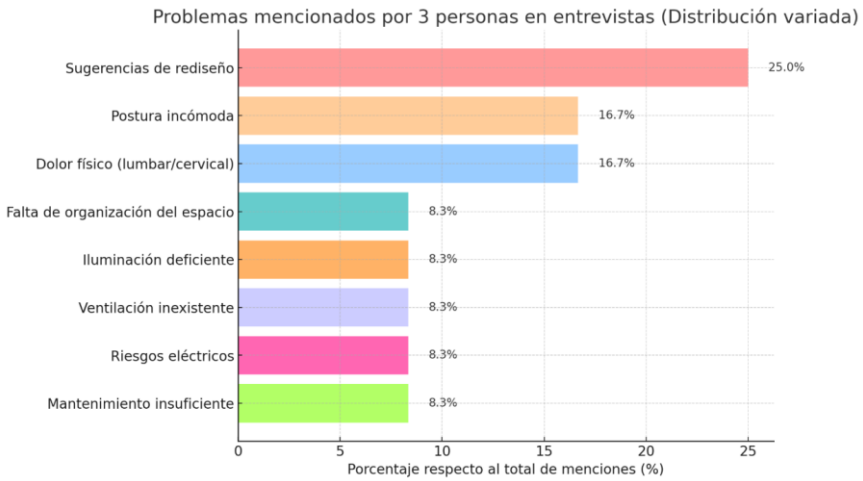
Categoría	Indicador	Valoración	Recomendación
Ergonomía	Mesa baja, requiere flexión de tronco	Regular	Ajuste de la altura
Accesibilidad	Alcance medio de herramientas adecuado	Buena	Replantear la superficie
Seguridad	Cableado visible, sin extractor operativo	Deficiente	Soporte de antebrazos
Confort térmico	Postura forzada y ruido continuo	Regular	Redistribuir herramientas
Organización	Superficie ocupada(herramientas), residuos dispersos	Buena	Necesita módulos de almacenamiento.
Condición ambiental	Luz aceptable, ventilación deficiente	Regular	Lámpara directa compensa iluminación general

Tabla 21.Tabla de análisis del entorno

Conclusión

Los instrumentos aplicados permitieron identificar que el área de pulido del laboratorio presenta deficiencias ergonómicas y de seguridad que afectan el confort y la productividad del técnico dental. Las observaciones evidenciaron posturas forzadas, ventilación deficiente y mobiliario poco funcional. Esta información constituye la base técnica para el rediseño de una estación de trabajo ergonómica y segura que optimice las condiciones laborales y reduzca los riesgos ocupacionales.

Ficha Nº1: Entrevista



Interpretación de resultados

IFigura 12. Resultado entrevisto

Los datos obtenidos de la entrevista estructurada fueron recolectados a partir de un total de N = 3 técnicos dentales, y, por lo tanto, los porcentajes indicados son la frecuencia de respuesta en relación al total de ítems evaluados y no pretenden ser una generalización estadística sino que sólo tratan de describir el comportamiento del caso estudiado. Los resultados que emergen de las entrevistas a tres participantes evidencian la frecuencia

de mención de diferentes problemáticas asociadas al área de pulido en el marco de su práctica profesional. Al ser un estudio descriptivo y cualitativo, los porcentajes indican la frecuencia de mención de la categoría analizada y no una medida estadística que pueda generalizarse.

Se deriva que la categoría con mayor número de mención es la necesidad de rediseño del área de trabajo (25 %), lo que sugiere la existencia de una insatisfacción compartida respecto a la presentación del puesto de trabajo. Del mismo modo, las categorías que remiten a la postura incómoda y al dolor físico localizados en la zona lumbar y cervical son valores que alcanzan cifras relevantes (16,7 % cada uno), mostrando la existencia de problemáticas ergonómicas asociadas a la actividad de pulido.

Desde otro punto de vista, los factores relacionados con la organización del espacio (8,3%), la escasa iluminación (8,3%), la falta de aireación (8,3 %), los riesgos eléctricos (8,3%) y el deficiente mantenimiento (8,3%) exhibían frecuencias prácticamente idénticas, lo que hace que se pueda pensar que las condiciones anteriores se dan de forma simultánea en el entorno investigado, sugiriendo que las dificultades del área de pulido no responden a un único hecho que explique el problema. Las dificultades del área de pulido responden a la interacción entre variables ergonómicas, funcionales y ambientales.

Dicho de una manera diferente, desde un enfoque del diseño, las circunstancias que han de ser objeto de intervención se derivan de la necesidad emergente de una intervención global que permite reorganizar el espacio de trabajo, mejorar la postura y la visibilidad del usuario, y facilitar el control de los factores ambientales vinculados al proceso de pulido. Así, la interpretación de los datos analizados confirma la decisión proyectual de dar lugar a una cápsula de extracción que, a su vez, se definirá a modo de sistema encapsulado que articule ergonomía básica, organización del espacio y control de vertidos en una misma propuesta de diseño.

Ficha Nº3: Condiciones ergonómicas

El estudio ergonómico a través de métodos observacionales, como es el caso de las tablas REBA, es posible, ya que permite la evaluación sistemática del riesgo postural de las tareas reales de trabajo, especialmente en aquellas tareas que requieren manualidad, donde son importantes la precisión, la repetitividad de las posturas y las posturas mantenidas. Este tipo de métodos permite la detección de los posibles desajustes entre el trabajador y el puesto sin requerir unas instrumentaciones complejas, siendo perfectos para ambientes de trabajo/producción, como puede ser el caso de los laboratorios de mecánica dental. Las valoraciones observacionales, según David (2005), son un buen sistema para detectar riesgos musculoesqueléticos y guiar intervenciones tanto de diseño como en el ámbito de los estudios descriptivos/aplicados.

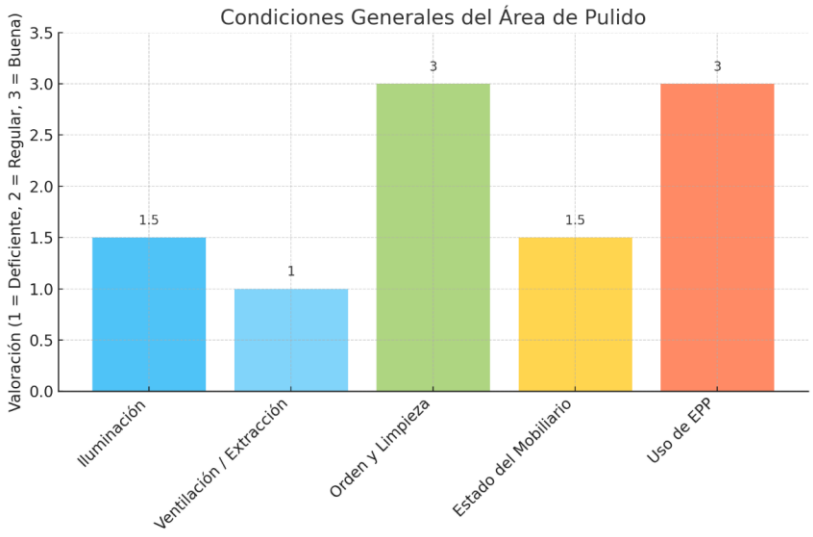


Figura 13. Resultado del área de pulido

Interpretación de datos

Los números demuestran hay aspectos positivos como negativos en ciertas partes de proceso en cuanto al uso adecuado de los instrumentos y normas e seguridad, como equipos de protección y buena organización del espacio, además de la ventilación del

laboratorio lo cual presenta un riesgo para la salud del operario al no contar con ventilación o extracción, es decir incrementa la exposición de todo tipo de partículas, y un mobiliario estático. Esto nos deja el panorama claro para el rediseño

Interpretación de resultados

Los datos muestran que solo el 26. 6% de las condiciones evaluadas cumplen con los criterios ergonómicos y técnicos requeridos para un laboratorio del área para garantizar un entorno seguro, funcional y ergonómicamente adecuado. Mientras que en un 71.4% no se cumplen, lo que se desenmascara puntos de riesgo a tomar en cuenta para el operario. Estos resultados indican que el espacio del trabajo no solo es físicamente incomodo, sino que también representan un riesgo para a la salud de la seguridad.

Ficha Nª 4: Cronometraje de actividades

Figura 14. Resultado de las condiciones ergonómicas

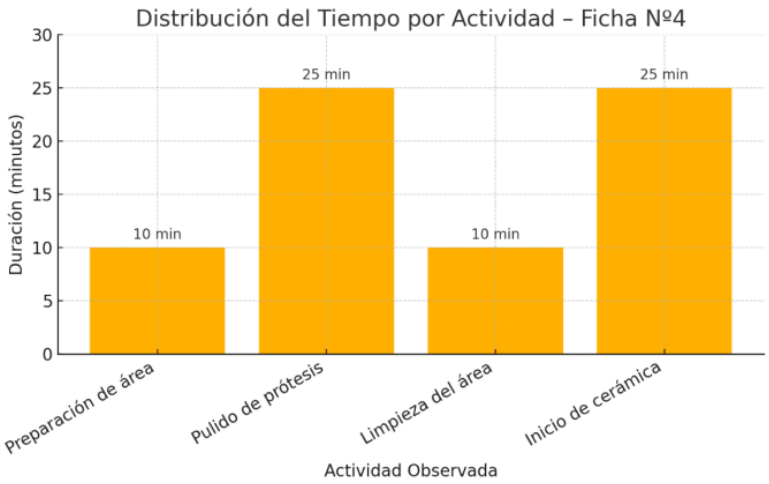


Figura 15. resultado del cotejo

Interpretación de resultados.

La grafica del cronometraje revela que las actividades con mayor duración en área de trabajo son el pulido de prótesis y en la estación de trabajo principal, ambas con un tiempo aproximado de 25 min en una estación en un tiempo diversificado mientras el 71% del total observado. Este proceso está asociado en movimientos repetitivos y además la reproducción de polvo, desde una perspectiva ergonómica y ambiental. En semejanza, actividades como la preparación y limpieza de la rea que solo ocupa 10 min al entrar al salir o por generación de mucho polvo.

Ficha N.º 16

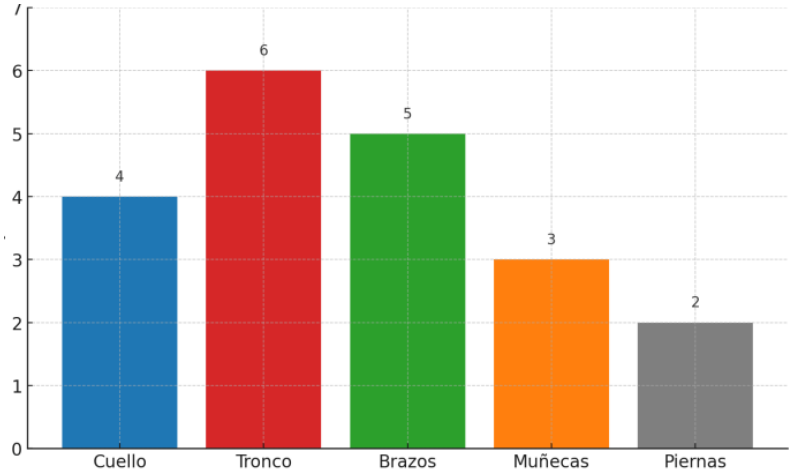


Figura 16. Resultado del análisis de posturas

Interpretación de datos

- El tronco refleja un puntaje más alto (6), observe un punto de riesgo elevado y necesidad de rediseño.
- Se detecto que el cuello y las muñecas tienen valores (4) y (3) que superan a los valores normales que se consideran normales.
- Las extremidades inferiores tienen un valor normal bajo (2), considerado un riesgo cuanto al a una mejora

	OBJETIVOS	DATOS EMPIRICOS	CONCLUSION DE DATOS
	Diagnosticar las condiciones espaciales, funcionales y ergonómicas del área de pulido	• Posturas forzadas en tronco, cuello y muñecas. • Mesa sin ajuste de altura y sin espacio para las piernas. • Iluminación insuficiente y presencia de sombras. • 68% reporta dolor lumbar y cervical.	La comparación entre teoría y evidencia muestra que el área de pulido presenta condiciones ergonómicas deficientes actualmente como mesas simples
	Analizar la actividad y organización del área, identificando riesgos ambientales y laborales.	• El 81% de laboratorios sin extracción localizada. • Acumulación de polvo acrílico, cerámico y metálico. • El pulido ocupa 25 minutos del ciclo, siendo la fase de mayor exposición.	Una clara coincidencia entre los riesgos observados y la literatura científica. La falta de control de partículas representa un riesgo real para la salud del técnico
	Rediseñar una estación de pulido basada en principios ergonómicos y gestión de residuos.	•Los técnicos solicitan mayor visibilidad, protección frontal y espacio funcional. • REBA: riesgo alto en tronco (6), medio en cuello y muñecas. • 89% considera necesaria una cápsula de contención	Se revela plena coherencia entre necesidad del usuario, evidencia empírica y teoría. La cápsula debe integrar geometría envolvente, iluminación focal

Figura 17. triangulación de resultados

4.10 Análisis y discusión de resultados

Conclusión de la triangulación

La triangulación de la información se llevó a cabo por medio de un abordaje cualitativo incluyendo los resultados de la observación directa, las entrevistas y la evaluación ergonómica. La coincidencia de las fuentes de información ha permitido verificar el diagnóstico de forma sustentada y, por ende, fortalecer la validez de las evidencias sin necesidad de llevar a cabo análisis de tipo estadístico, dado que el tipo de investigación se desarrolla en el marco de un enfoque de tipo descriptivo/proyectual. De esta forma, la coincidencia de evidencias obtenidas de diferentes instrumentos hace posible sustentar el diagnóstico y respaldar las decisiones de diseño que se toman a lo largo del proceso.

CAPITULO V

5.1 Metodología Proyectual

5.2 Introducción

En este momento, en los laboratorios de prótesis dental en la provincia de Tungurahua, se enfrentan a distintas limitaciones en sus áreas de trabajo, de los que existen en la zona particularmente en la estación de pulido, que trabajan con estaciones y herramientas básicas adaptadas al trabajo a realizar donde los técnicos desarrollan procesos de precisión que requieren concentración, visibilidad y comodidad postural. Las condiciones previamente analizadas señalan que las estaciones de trabajo suelen ser reducidos, pero varían dependiendo donde del espacio dispuesta para el laboratorio con mobiliario adaptado se encuentran con, escasa iluminación y ausencia de criterios ergonómicos, lo que provoca fatiga física, pérdida de eficiencia y riesgos ocupacionales. Estos hallazgos se relacionan con Alamri et al. (2023) quienes identificaron este conjunto de factores aumenta el padecimiento de enfermedades en extremidades. Además Tian et al. (2021) estacan la integración de diseño ergonómico e integración de sistema de aspiración.

Ante esta situación, se origina la necesidad un método de diseño que permite comprender las necesidades reales de los usuarios y así mejorar la relación objeto así poder traducir todos los problemas a soluciones practica y la incorporación en el mercado. Por ello he decidido implementar la metodología del Design Thinking una herramienta que me permite conocer mejor al usuario, desde la fase de empatía la cual mediante entrevista y creatividad y la experimentación como pilares del proceso de diseño. Según Micheli et al. (2019), el design thinking ofrece un enfoque estructurado que fomenta la colaboración interdisciplinaria y la creación de soluciones innovadoras basa en la compresión d del usuario en base a la experiencia humana. Su aplicación resulta adecuada para el proyecto, ya que favorece un enfoque iterativo que inicia desde la observación directa en el espacio de trabajo, identificando los principales puntos de riesgo, para así convertirlo en

oportunidad de mejora. El diseño de la estación de trabajo que impida la contaminación cruzada de materiales en un laboratorio de espacio reducido



Figura 18.Metodología Design thinking

5.3 Empatizar

5.4 Problema

En este caso da origen en Ambato provincia de Tungurahua, en laboratorios dentales que es parte del sector productivo en el área de salud, impulsado por la creciente demanda de servicios odontológicos. De todos los laboratorios de la zona o lugares especializados en atención odontológica como Vitaldent que fomenta la excelencia y precisión tanto en los tratamientos dentales como prótesis. No obstante, gran mayoría de los laboratorios grandes o no tan conocidos continúan operando en espacios a distinto espacios, con mobiliario no pensado o sin criterios ergonómicos aplicados. En el laboratorio hay dos zonas importantes una es, área de pulido es una de las más importantes, ya que requiere una gran concentración, visibilidad, estabilidad postural y manipulación exacta de herramientas. Según Saptiansyah et al. (2023), la falta de estaciones adaptadas a

las necesidades antropométricas de los técnicos para incrementar el descante muscular y reducir la productividad en un 25%. De la misma manera, Penkala et al. (2018) demostraron que los espacios mal diseñados la altura inadecuada de las sillas o mesas que aportan significativamente a dolores de cuello, espalda y extremidades de los técnicos dentales. Por ello se vuelve importante analizar las condiciones reales del laboratorio y además empatizar con las necesidades de los técnicos.

5.5 Método

Para esta fase de empatizar se aplicamos la metodología conocida**,** Design Thinking**,** la que tiene por objetivo a identificar las experiencias de usuario, también, hábitos y dificultades de los técnicos en el área de pulido. Se inicio observación directa y visitas en dos laboratorios de prótesis dental de la ciudad, además de semi estructurada para el técnico de que está a cargo de la elaboración de prótesis. Durante la investigación se observó que el entorno lo cual mostro que el 80% de los técnicos trabaja con estaciones improvisadas, con herramientas como condiciones básicas hasta deficientes según Penkala et al. (2018), donde se evidencias espacios improvisados y mal diseñados principalmente la altura de las mesas que incrementa las molestias. En promedio, los técnicos permanecen más de seis horas diarias frente a la mesa de trabajo, hallando resultados consistentes con los hallazgos de Ohlendorf et al. (2020a), quienes reportaron que el 95.8% sido víctimas de diferentes tipos de dolor a lo largo de la jornada de la semana.

5.3.3 Observación de condiciones



Figura 19. Visita al laboratorio

5.3.4 Síntesis de la entrevista

Con la intención de profundizar la compresión de las necesidades, percepciones y experiencias de los técnicos dentales que trabajan en el área de pulido, se llevó a cabo una entrevista cualitativa. Este instrumento forma parte de la fase de empatizar del método Design Thinking, y permitió obtener información directa al usuario acerca de las condiciones de trabajo ergonómica, espaciales y funcionales del entorno laboral. A través de esta técnica se recopilaron datos relevantes sobre las principales dificultades que enfrenten los trabajadores día a día, así como las expectativas y oportunidades de mejora en el diseño de estaciones de pulido.



Figura 20. Síntesis de la entrevista

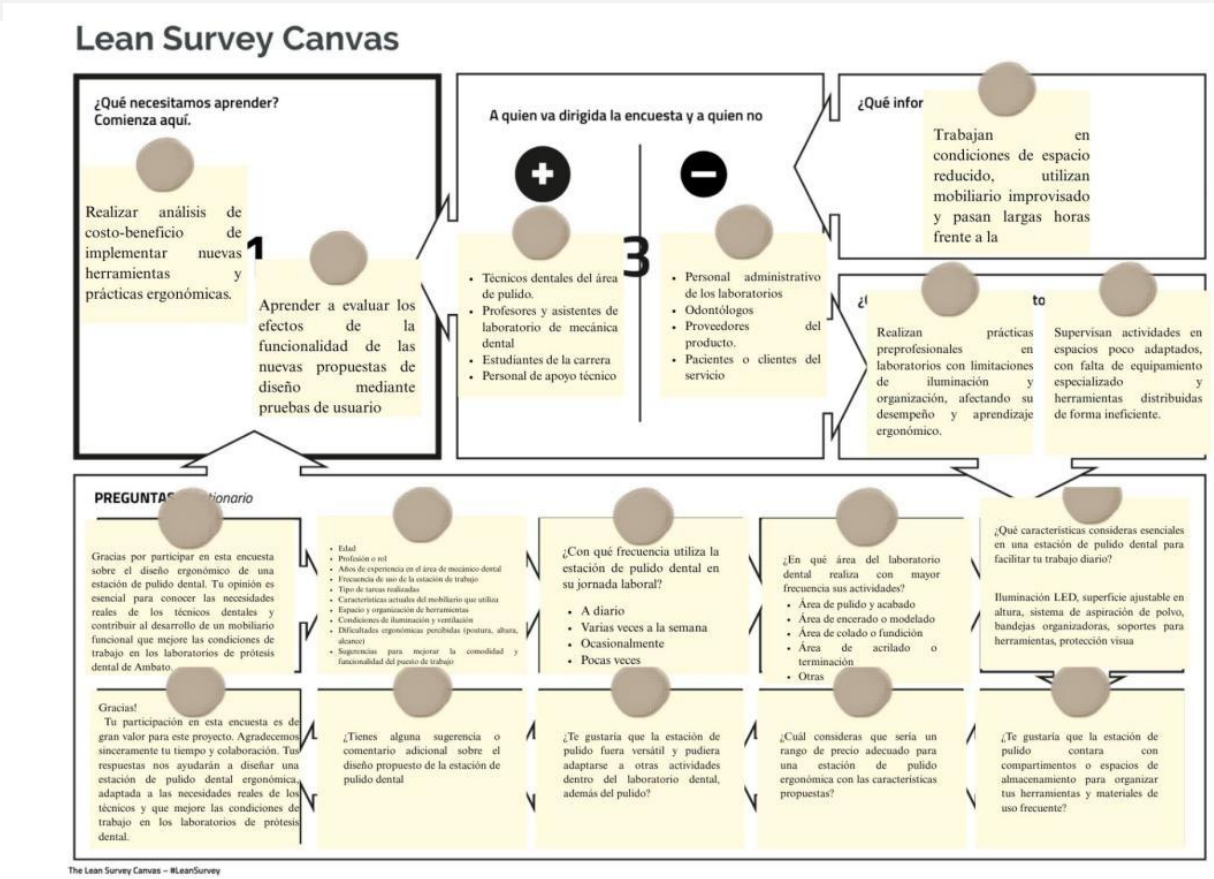


Figura 21. Lean Survey Canvas

5.5 Proto –Usuario



Figura 22. Icono dentista

Usuario

John Mateo Caiza Manya

Datos demográficos

- Cargo: Técnico dental del área
- Edad: 28
- Ciudad: Ambato, Ecuador
- Nivel educativo: Educación superior / Brasil
- Horas de trabajo: 8 horas diarias

Comportamiento

John pasa la mayor parte de su tiempo de la semana en Vitaldent, realizando varias actividades como, procesos manuales y técnicas diferentes para. Su trabajo exige atención, precisión y concentración prolongada. Desarrolla tareas manuales finas y se adapta a entornos de trabajo reducidos, donde se enfrenta a la falta de espacio y herramientas ergonómicas.

Hábitos

- ◊ Escuchar música en sus tiempos libres.
- ◊ Tocar instrumentos musicales.
- ◊ Hacer ejercicio los fines de semana.
- ◊ Aprender nuevos métodos en odontoprótesico.
- ◊ Aprende nuevas técnicas sobre proceso protéticos en curso en línea.
- ◊ Aplicar los métodos y herramientas nuevas.

Puntos de riesgo

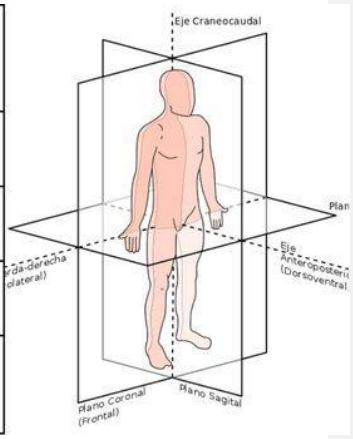
- ◊ Se observo que se acogen posiciones de
- ◊ Dolor de muñecas al manipular herramientas y movimientos.
- ◊ Escaso espacio para para herramientas o estaciones de trabajo demasiado grande
- ◊ No tiene una rutina de pausa activas lo cual incrementan los riesgos de trastornos musculoesqueléticos.

5.6 Integración de variables antropométricas y ergonómicas.

ARTICULACIONES DE MIEMBROS SUPERIORES			
ARTICULACION HOMBRO			
MOVIMIENTO	DERECHA	IZQUIERDA	RANGO UTIL
Aduccion	20°	20°	0 - 30°
Abduccion	90°	90°	0 -160° -180°
Flexion	120°	121°	0-150°-170°-0-180°
Extension	20°	20°	0-40°/80°
Rotacion interna	58°	58°	0-70°
Rotacion externa	60°	60°	0-70/0-80°

Figura 23. Variables antropométricas

ARTICULACION DEL CODO	DERECHA	IZQUIERDA	RANGO UTIL
Flexion	123°	123°	0-150°
Extension	9°	9°	0-10°
Pronacion	88°	88°	0-90°
Supinacion	90°	90°	0-90°



Estatura	**1.63**
Altura de los hombros	1.37
Altura de los codos	**1.05**
Alcance vertical	2.00m
Altura de los ojos	1.49m
Altura espina iliaca	94 cm
Altura Rodilla	50cm
Profundidad del abdomen	20cm

profundidad pecho	28cm
Alcance maximo con agarre	**33.6cm**
Alcance maximo sin agarre	40.2 cm
Alcance maximo lateral	66cm
Alcance minimo con agarre	35.5cm
Alcance maximo con agarre	38.0cm
Alcance mimino sin agarre	37.0cm

Figura 24. Medidas generales del usuario

5.3.7 Condiciones de mobiliario pulido

ANALISIS DE MOBILIARIO #1 DEL USUARIO

MEDIDA	Valor actual	Referencia ergonómica	Análisis/ Observacion
Altura de la superficie	85 cm	90-100 cm para trabajo de pie ligero	Un poco baja → obliga a flexionar el tronco. Recomendable subir entre 5–10 cm.
Ancho frontal superior	92.1	≥100 cm ideal para tareas con herramientas y piezas múltiples	Justo al límite; ampliar a ≥100 cm mejoraría organización de materiales
Profundidad inferior	45.6	60–75 cm	aumentando riesgo de contacto con polvo y máquina.
Ancho inferior de la mesa	81.9	≥70 cm para estabilidad lateral	Correcto para estabilidad; reforzar si hay equipos pesados con vibración.
Profundidad Superior	49.2	≥ 50 cm recomendado	Aumenta a ≥50 cm para apoyar antebrazos y mejorar alcance seguro

Figura 25. Medidas del área de pulido



Figura 26.Estacion de pulido

5.3.8 Análisis de mobiliario manejo de prótesis

MEDIDA	Valor actual	Referencia ergonómica	Análisis/ Observacion
Altura de la superficie	74,6 cm	Trabajo posición de sentado	Dentro del rango, adecuada para detalle fino.
Ancho frontal superior	107,4 cm	≥100 cm ideal para tareas con herramientas y piezas múltiples	Cumple, permite amplitud.
Profundidad inferior	61,5 cm	60–75 cm	Correcta, da espacio para brazos y herramientas.
Postura observada	Flexión cervical >30°	Cuello ≤ 20–25°	Riesgo de dolor cervical por inclinación prolongada.
Silla utilizada	Silla rígida sin soporte lumbar	Silla ergonómica con respaldo lumbar y ajuste en altura	Incrementa fatiga lumbar.
Iluminación	Lámpara puntual	500–1000 lux uniforme	Luz insuficiente en toda la superficie

Figura 27. Estación de trabajo

Figura 28. Estación de producción de prótesis



5.9 Análisis de actividad

N°	Actividad	Materiales e insumos	Tiempo estimado
1	Toma de impresión anatómica	Cubeta estándar, alginato	15–20 min
	Vaciado de impresión y confección del zócalo	Yeso tipo III, aislante de yeso	30–40 min (más 45 min de fraguado)
2	Confección de cubetas individuales	Acrílico auto o termopolimerizable, aislante de yeso	1–2 horas
3	Impresión definitiva con pasta zinquenólica o Godiva	Cubeta individual, pasta zinquenólica o Godiva	45 minutos
	Vaciado de impresión funcional	Yeso tipo IV	30–40 min (más fraguado)
4	Confección de placas base y rodetes	Placas base, cera rosa	45 min
	Toma de registro de mordida	Rodetes, articulador	30–45 min

N°	**Actividad**	**Materiales e insumos**	**Tiempo estimado**
	Montaje de modelos en articulador	Articulador, yeso tipo II, montantes	1 hora
5	Selección de dientes	Guía de dientes, catálogo del laboratorio	15 min
	Enfilado de dientes	Dientes acrílicos, cera rosa, espátula caliente	1 hora
	Prueba en cera	Prótesis en cera, articulador, espátula	15 min
6	Encerado anatómico	Cera rosa, instrumentos de modelado	30 min
	Enmuflado	Muflas, yeso tipo III, aislante de yeso	1 hora
	Eliminación de cera	Agua caliente, espátula	15 min
	Empaquetado (acrilado)	Resina acrílica termo-curable	30 min
	Polimerización	Olla de presión o autoclave, cronómetro	2 horas
	Desenmuflado	Espátula, fresas, martillo de laboratorio	30 minutos

Figura 29. Actividades del mecánico dental

5.10 Posiciones analizadas

Posición de pie

Cuando:

Durante el modelado, pulido de precisión o acabado de prótesis dentales pequeñas

Característica:

El técnico permanece de pie frente a la mesa de trabajo, con ligera flexión de codos (90°–100°) y brazos elevados a nivel del pecho. La altura de la mesa actual (85 cm) obliga a una extensión constante de hombros y a una posición estática, generando fatiga muscular en trapecios y zona lumbar



Figura 30. Posición y ángulos posturales de pie

ÁNGULOS POSTURALES

Miembro	Flexión	Abd./Lat.	Rot.
Cabeza	-3º	-8º	38º
Tronco	3º	-2º	-2º
Torso+Abd	4º	-2º	-2º
Pelvis	-1º	-º	-º
Brazo der.	0º	0º	0º
Brazo izq.	27º	13º	-30º
Anteb. der.	0º	-º	-º
Anteb. izq.	44º	-º	-º
Mano der.	0º	0º	0º
Mano izq.	53º	-39º	-32º
Muslo der.	5º	15º	-2º
Muslo izq.	9º	-10º	8º
Pierna der.	14º	-º	-º
Pierna izq.	22º	-º	-º
Pie der.	-19º	13º	30º
Pie izq.	10º	-15º	-30º

Tabla 22. Ángulos posturales



Tabla 23. Carga postural



Figura 31. Resultado REBA ergonautas

Posición sentada de detalle fino:

Cuando:

Después de terminar las tareas de pulido inicial prótesis, procede a retomar la actividad ya sea limpiando, modelando o encerando

Características

El trabajador adopta una postura sentada con inclinación del tronco hacia adelante 20°–30°, cuello flexionado >30° y antebrazos apoyados parcialmente sobre la mesa. Los pies no apoyan completamente en el suelo y la silla carece de soporte lumbar y ajuste de altura, lo que provoca fatiga cervical y lumbar tras periodos prolongados.

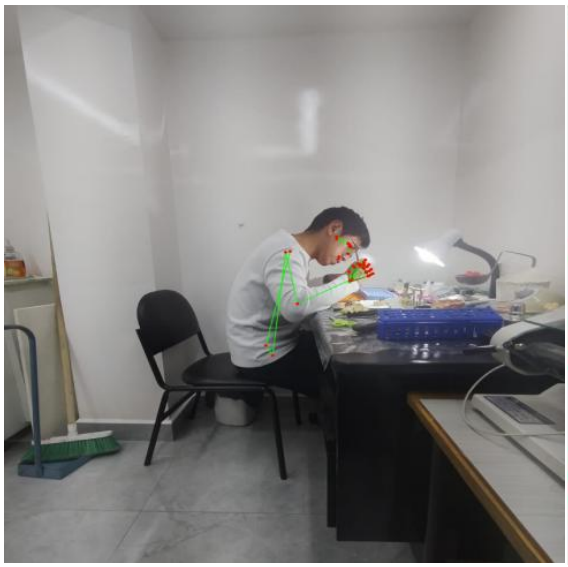


Figura 32. Posición y ángulos postural sentado

ÁNGULOS POSTURALES

Miembro	Flexión	Abd./Lat.	Rot.
Cabeza	44º	-16º	9º
Tronco	16º	-4º	-1º
Torso+Abd	20º	-4º	-1º
Pelvis	-6º	-º	-º
Brazo der.	33º	21º	-25º
Brazo izq.	31º	19º	-34º
Anteb. der.	114º	-º	-º
Anteb. izq.	124º	-º	-º
Mano der.	15º	27º	62º
Mano izq.	-36º	-5º	6º
Muslo der.	78º	-4º	8º
Muslo izq.	68º	5º	1º
Pierna der.	116º	-º	-º
Pierna izq.	118º	-º	-º
Pie der.	6º	-25º	-30º
Pie izq.	28º	14º	30º

Tabla 24. Ángulos posturales



Figura 33. Resultados REBA sentado



Tabla 25. Carga postural

Posición de pulido con esmeril

Cuando:

Durante el proceso de abrillantado con piezas de mano o esmeril

Características**:**

La tarea consiste en movimientos repetitivos de muñeca y pronación del antebrazo (70°–90°), aplicando presión constante sobre la pieza. La falta de soporte para los brazos genera sobrecarga muscular en flexores y extensores del antebrazo y aumenta el riesgo de tendinitis.

5.7 Análisis

Ángulos de medición

Angulo flexión de cuello-Área de pulido



Figura 34. Ángulos de cuello

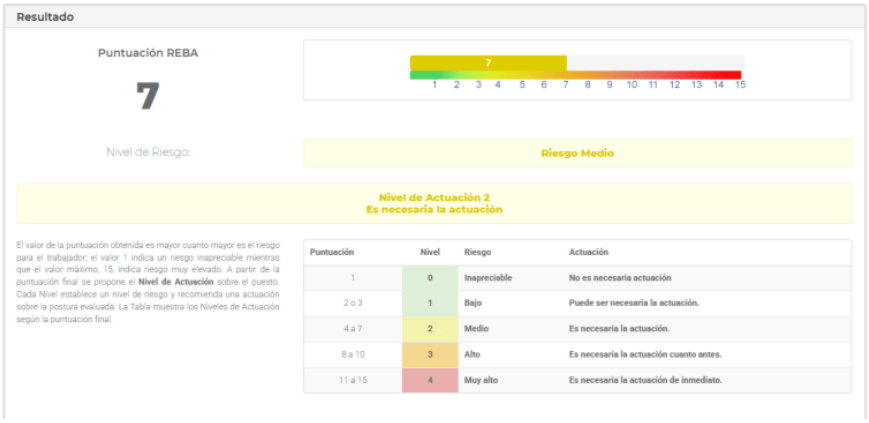


Figura 35. Resultado Reba-Cuello

Angulo flexión del brazo en pie



Figura 36. Ángulos hombro -codo

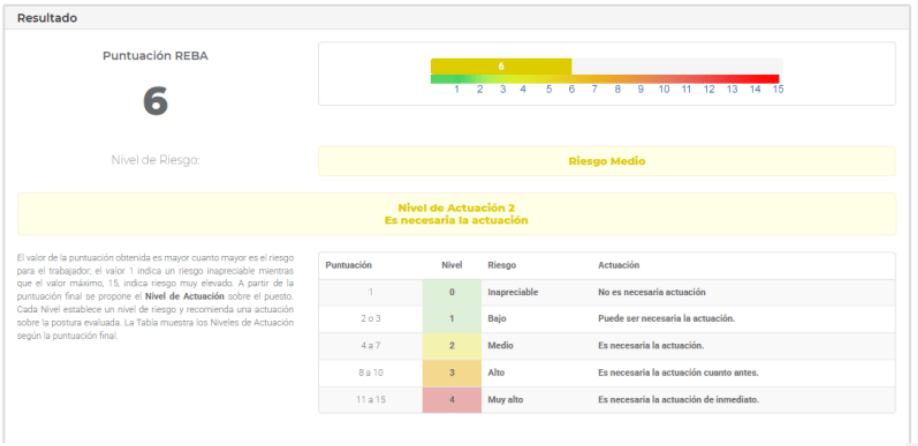


Figura 37. Resultados REBA hombro- codo

Angulo Flexión de muñeca



Figura 38. Angulo de la muñeca REBA



Ilustración 39. Resultado REBA muñeca

Conclusión ergonómica.

En el estudio ergonómico llevado a cabo, se pudo ver que el área de pulido de los laboratorios de mecánica dental presenta un nivel de riesgo alto, propiciado por la existencia de posturas inadecuadas, una iluminación insuficiente, la falta de control de eliminación de residuos y la carencia de mobiliario regulable. Todo lo anterior no solo

afecta la salud musculoesquelética del técnico, sobre todo en tronco, cuello y muñecas, sino que también produce una pérdida en la calidad y eficacia del pulido. La evaluación postural (REBA) juntamente con la observación participante y la entrevista, mostraron patrones repetitivos de incomodidad física, así como la existencia de cargas innecesarias, lo que justifica plenamente la necesidad de llevar a cabo una intervención acorde a principios ergonómicos establecidos.

A partir del diagnóstico anteriormente presentado, el desarrollo del objeto de diseño se tomó en cuenta en la aplicación de principios de ergonomía básica que podemos entender como el conjunto de los criterios básicos que hacen referencia a adaptar el trabajo al usuario cuando hablamos de definir adecuadamente alturas operativas, ángulos de visión y zonas de alcance funcional. Estos principios fueron considerados como base para el diseño de una cápsula de extracción, este objeto era diseñado no como un mero contenedor de residuos, sino como un sistema encapsulado junto con las condiciones mínimas de confort postural, visibilidad y seguridad durante el proceso de pulido (Helander Martin, 2006; Manzini, 2015)

La definición de la altura y del ángulo de visión de la cápsula de pulido viene sustentada en principios ergonómicos científicamente probados y que intentan asegurar una postura neutra del técnico y mejorar la precisión del proceso. Según Pheasant (2016), la capsula de trabajo para tareas de precisión tiene que situarse entre 5 y 10 cm por debajo del codo, motivo por el cual se estableció un ajuste ergonómico de 85-100 cm. Este rango ayuda a disminuir la flexión del tronco y a evitar la elevación del hombro, situaciones que se observan en el diagnóstico realizado en el laboratorio. Por otro lado, la norma ISO 11226 (2000) establece que el campo visual óptimo debería estar entre 15° y 30° por debajo de la línea horizontal de los ojos, limitando la carga cervical y la fatiga visual. Estas recomendaciones se correlacionan con las situaciones de hecho observadas en Vitaldent, donde se pueden observar posturas forzadas, mala luz o flexión continua del cuello. Estos criterios coherentes justifican la configuración final de la cápsula, ya que permiten disminuir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, mejorar la visibilidad y crear un entorno de trabajo más seguro, eficaz y que se adapte a las necesidades reales del técnico dental.

Igualmente, la decisión de cerrar el área de pulido se apoya en la necesidad de controlar la dispersión de las partículas de acrílico, cerámico y metálico, que constituyen una de las

problemáticas que se identifica en el diagnóstico. Esta solución, al igual que en estudios que informan sobre el riesgo respiratorio asociado a materiales utilizados en laboratorios dentales, permite cerrar la cápsula, logrando la protección de la salud del usuario, la organización del espacio, la reducción de la contaminación del entorno y un ambiente de trabajo más seguro y eficiente.

5.4 Definir

5.4.1 Problema

En los laboratorios de prótesis dental de la ciudad de Ambato, los técnicos dentales enfrentan múltiples desafíos durante las actividades de pulido, abrillantado y ajuste de prótesis. Los espacios de trabajo son reducidos y las estaciones existentes carecen de diseño ergonómico, lo que obliga al trabajador a adoptar posturas forzadas y repetitivas. Estas condiciones provocan fatiga muscular, molestias lumbares y disminución de la productividad, especialmente en jornadas prolongadas.

La ausencia de mobiliario ajustable y de una adecuada distribución del espacio limita la eficiencia del proceso, incrementando el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y afectando el bienestar general del técnico dental.

5.4.2 Objetivo

El objetivo del proyecto es diseñar y desarrollar una estación de pulido dental ergonómica y funcional, que minimice la fatiga física y los riesgos musculoesqueléticos de los técnicos dentales. Esta estación debe favorecer la adopción de posturas adecuadas, mejorar la organización del área de trabajo y optimizar el flujo de las tareas diarias.

Asimismo, busca integrar criterios de iluminación, accesibilidad y confort, garantizando un entorno laboral seguro, eficiente y adaptado a las necesidades reales del usuario.

5.4.3 Análisis de tendencias

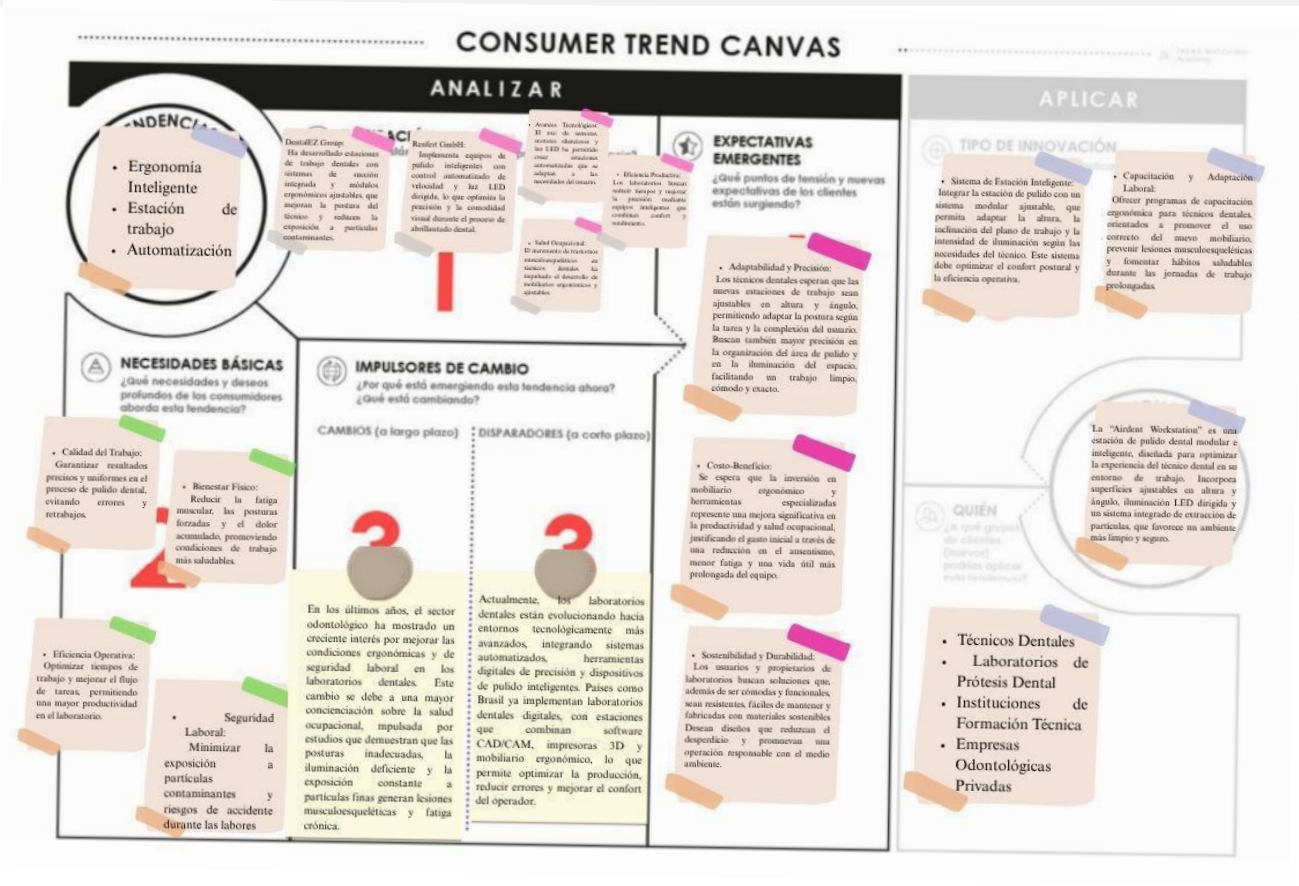


Ilustración 40. Análisis de tendencias

5.5 Usuario representativo



Nombre: John Manya.
Profesión: Mecánico dental.
Rol: Elaboración de prótesis dentales.

Necesidad

En el laboratorio Vitaldent, los profesionales que interacciona el área de trabajo como se observó que las diferentes estaciones pueden mejora en ciertas condiciones y corregir las actividades o prácticas que los técnicos necesitan sin interferir en su desempeño ni acoger posturas poco cómodas, que requieren una intervención espacio de trabajo que permitan evolucionar la interacciones como las actividades sin interferir en su desempeño laboral y ejecutar de la mejor manera los procesos

Comportamiento

- ◊ Durante la elaboración, técnico permanece de pie en ciertas partes de la jornada lo cual, lo que al realizar la acción se sienta fatigado por estar previamente sentado
- ◊ En este caso en el laboratorio tienen mobiliario adaptado a las necesidades del usuario de una manera base

Interacciones

- ◊ Al inicio de la jornada limpia el área de trabajo Tiene un espacio específico para trabajar diferentes tares mayor mente se encuentra sentado.
- ◊ Mantiene una buena relación con sus compañeros al momento de realizar alguna modificación.
- ◊ Diagnostica de primera mano con el paciente para mejorar la calidad de la prótesis y así entender los requerimientos el paciente y que el paciente entienda como es el diseño de la prótesis

Expectativas

- ◊ Espera que con el tiempo las instalaciones adquieran mejores equipos para mejora la calidad de la elaboración de prótesis.
- ◊ Valora el poder incorporar nuevo mobiliario que mejore la proactividad de los procesos dentales.

5.6 Mapa de empatía

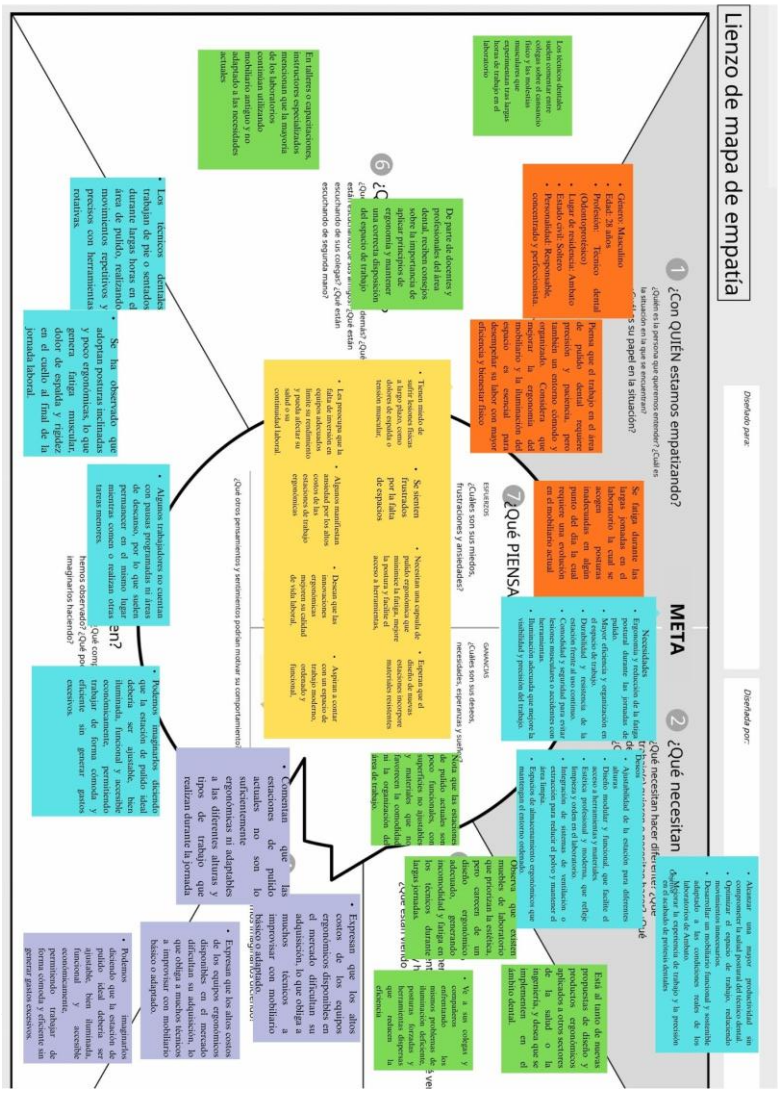


Figura 42.Mapa de empatía

5.7 Requerimientos

- La estructura de la cápsula principal debe ser realizada por medios de impresión 3D donde se puedan usar materiales poliméricos técnicos como PLA, PETG y por su facilidad de limpieza, así como en su consideración por los entornos donde se trabaja en el laboratorio dental.
- El diseño de la cápsula debe considerarse con la incorporación panales, vidrios o superficies transparentes que sean realizadas por medios de impresión 3D o bien, polímeros translúcidos, conformando una protección visual para el usuario y observando de manera continua el proceso de pulido, sin estar expuestos a las partículas.
- La cápsula debe incorporar un sistema de ajuste de altura de trabajo configurada del modo ergonómico con su altura de operación en el rango 85 a 100cm.
- Del mismo modo, el sistema ha de prever la inclusión de una iluminación LED de precisión integrada, para proporcionar una iluminación homogénea y focalizada en el área de trabajo.
- La cápsula deberá tener una ventana frontal funcional, para la manipulación del micromotor y de la pieza protésica, así como para permitir la conexión o integración de sistemas de extracción localizada.
- Por último, la integración de un sistema de aspiración y manejo de los residuos; este sistema se desarrollar como parte del conjunto del sistema impreso en 3D (conductos, bandejas o compartimentos) y permitir la captación de las partículas en el momento del pulido y que contribuya a la limpieza ambiental y a la reducción del riesgo respiratorio de las personas que lo manejan.

5.8 Brief de diseño

◊ Brincar una estación de pulido dental ergonómica que mejore la comunidad, seguridad y precisión dentro de un laboratorio, reduciendo los riesgos ya previstos

◊ Incorpora una capsula compacta difícil de abatir de manera que el técnico pueda manipular el micromotor dentro de un área protegida diferentes materiales.

5.9 Conceptualización

Este proyecto AIRDENT pretende mejorar las actividades del pulido dental mediante un diseño centrado en el usuario, por lo que se ha diseñado una estructura tipo cápsula generada desde un hexágono, tomando como muestra la organización natural de un panal de abejas. Esta geometría modular con forma hexagonal permite generar superficies inclinadas que encierran el polvo, encaminan las partículas y mejoran la estabilidad estructural del producto. A partir de un análisis de arquitecturas cerradas y sistemas de contención se orienta la operación del flujo interno de partículas y el ciclo de vida del equipo, de forma que todos los planos del volumen hexágono tienen su propia función dentro del proceso. El concepto de sistema se presenta en una cápsula que incorpora luz focal, visores translúcidos, bandejas de apoyo y manejo de desechos dentro de un solo cuerpo articulado, evidenciando la eficiencia y la mejora del producto mediante elementos interconectados que promueven la usabilidad, accesibilidad y la experiencia del técnico dental como eje principal. Permite reforzar la higiene del laboratorio e ir hacia un proceso de pulido más limpio, ordenado y afín a las necesidades que tiene en su práctica real el entorno profesional.

6.1 Idear

6.2 Modboard



Figura 43 Modboard

6.3 Sketch

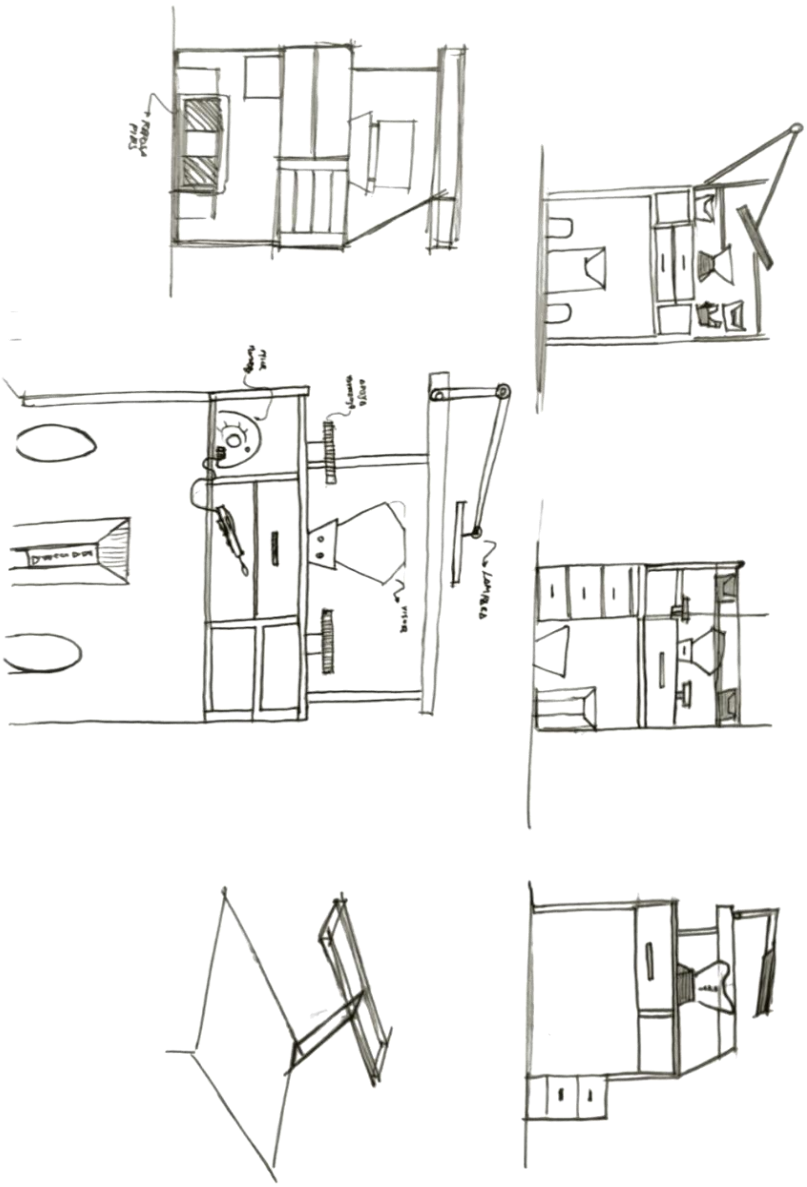


Figura 44 Boceto Elaboración propia

Tabla 26. Matriz de selección

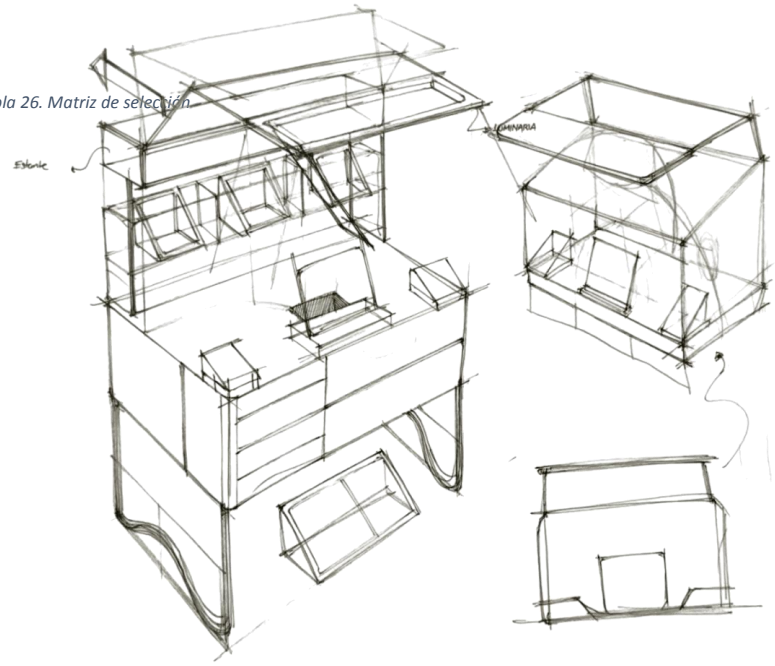


Figura 45 Boceto elaboración propia

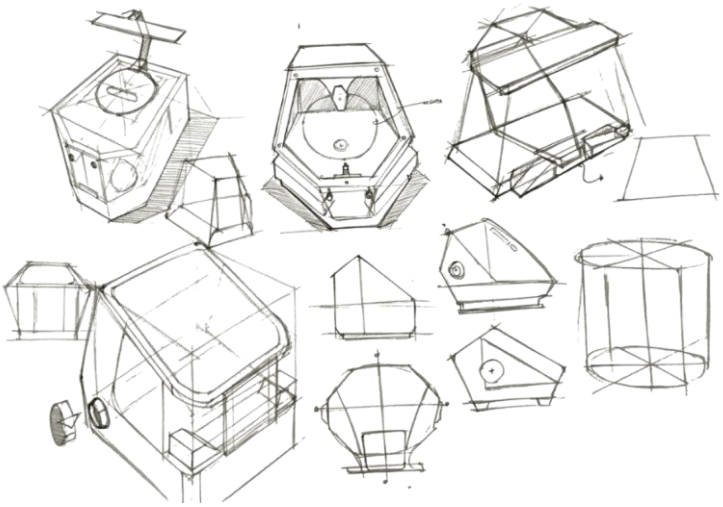
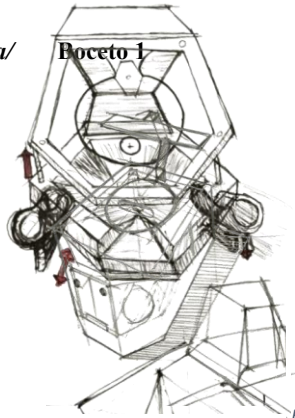
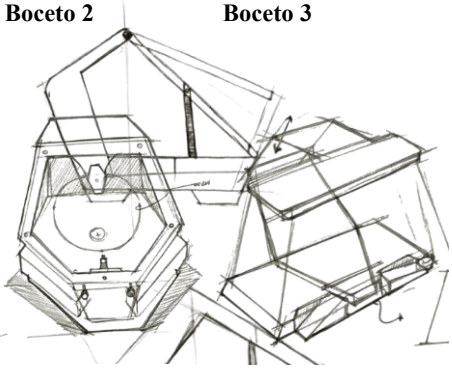


Figura 46 Boceto elaboración propia

Categoría/	**Boceto 1**	**Boceto 2**	**Boceto 3**
			
	Figura 43. Boceto 1. Elaboración propia	*Figura 44. Boceto 2. Elaboración propia*	*Figura 45. Boceto 3. elaboración propia*
			
Seguridad	+	S	.-
Ergonomía	+	+	+
Funcionalidad	+	S	-
Contención de partículas	S	S	-
Visibilidad	+	+	S
Limpieza	+	S	+
Durabilidad	S	S	+
Costo	+	+	+
Total +	6	3	4
Total -	0	0	3

Total, S	2	5	1

6.4 Modelado y render

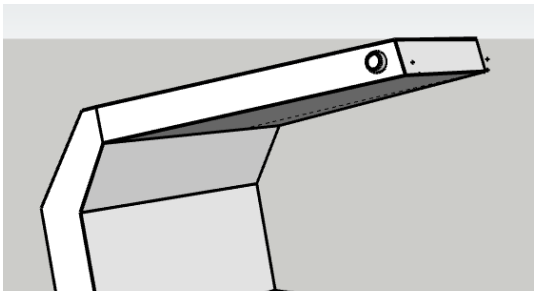


Ilustración 50. Boceto 2. Seleccionado

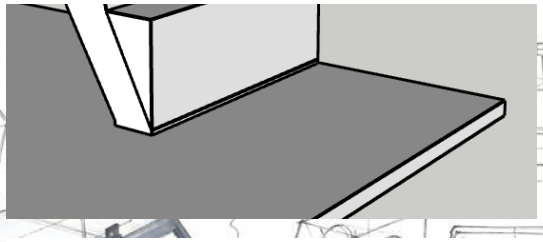


Figura 46. Modelado Sketch. Elaboración propia

Figura 51 boceto final

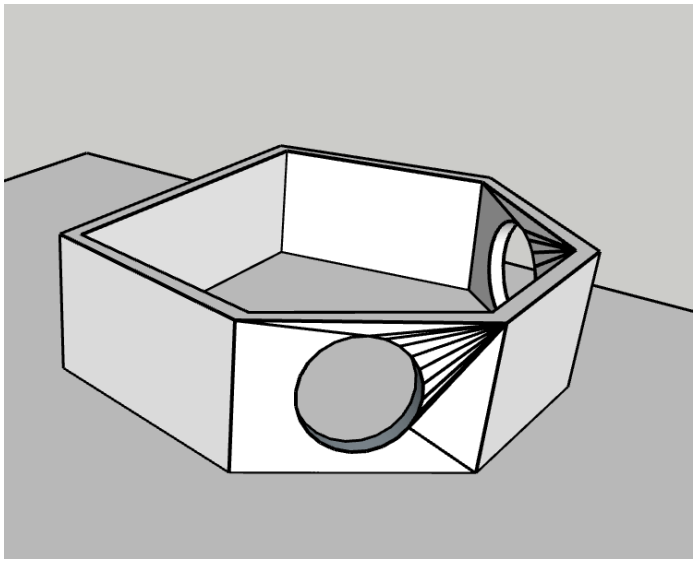


Figura 47. Modelado Sketch. Elaboración propia

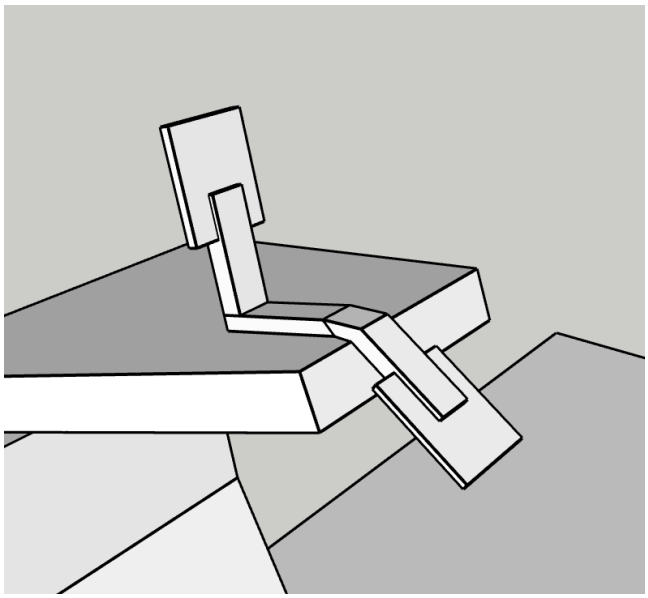


Figura 48.Modelado Sketch. Elaboración propia

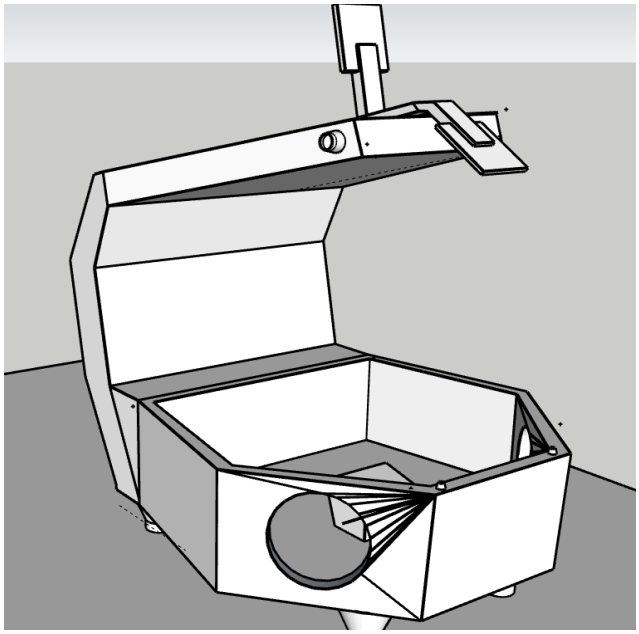


Figura 49. Modelado Sketch. Elaboración propia

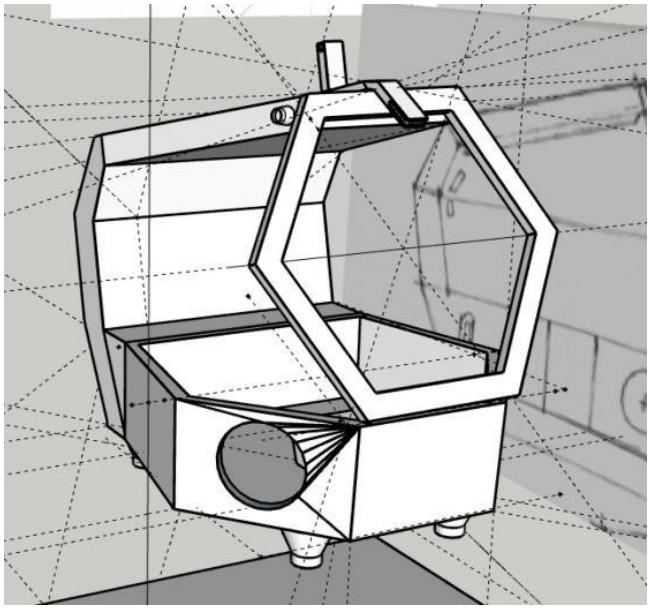


Figura 56. Modelado Sketch. Elaboración propia



Figura 57. Render. Elaboración propia

6.5 Planos y medida

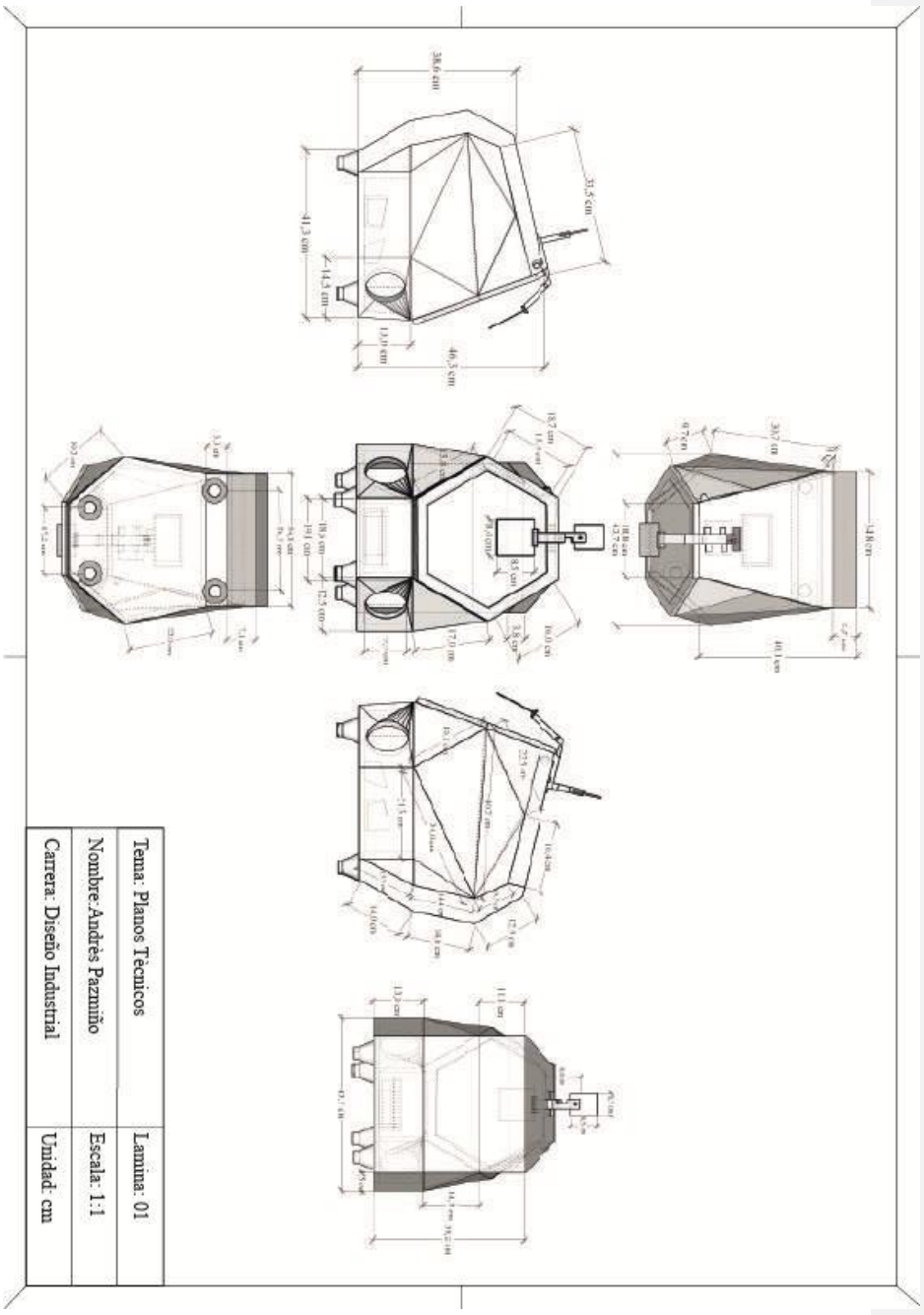


Figura 50. Planos técnicos

6.6 Tabla de materiales

Componente	Material	Descripción	Código
Paneles cortados a la medida	Acrílico 5mm	Laterales de la cabina	D
Marco Ventana frontal	Acrílico 5mm	Cubierta móvil	B
Cuerpo estructural	PLA	Caja externa que sostiene la cabina	C
Base	PLA	Caja inferior	F
Accesorio (brazo)	PLA	Porta las lupas	A
Soporte (patas)	Goma antideslizante	4 soportes	G
Uniones y tornillería, bisagras	PLA	Fijación y uniones estructurales	T

Tabla 27. Materiales del prototipo

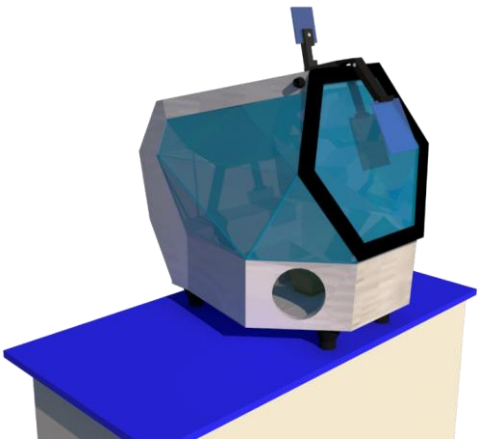


Figura 51. Render

6.7 Objeto explotado

Código	Pieza
A	Porta lupas
B	Marco Frontal
C	Cuerpo estructural
D	Panales
F	Base
G	Patas regulables

Tabla 28. Partes del objeto

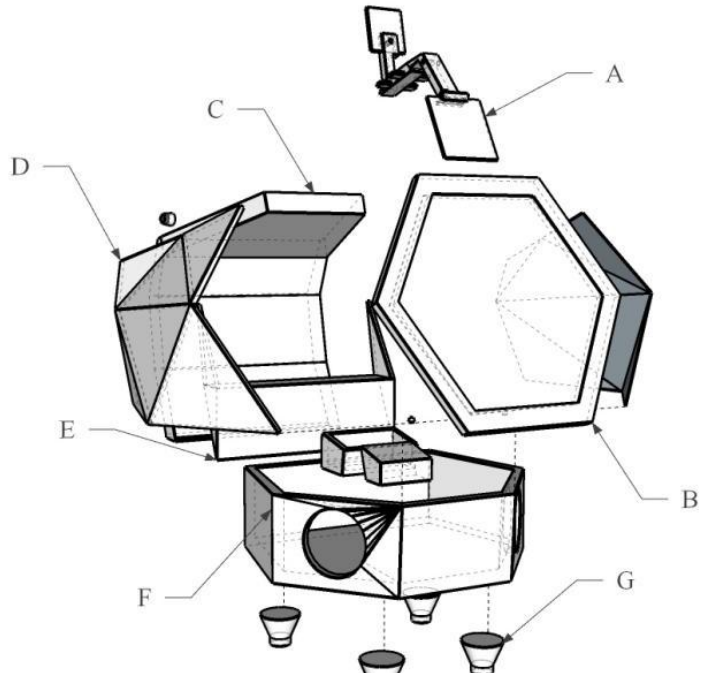


Figura 52. Despiece

6.8 Proceso de construcción.

Modelo técnico en 3D

En esta fase se determinaron las dimensiones antropométricas, la distribución de módulos, la localización de cápsula de extracción, la bandeja de residuos y los compartimentos funcionales. Se elaboraron planos técnicos escala 1:1, con cotas pormenorizadas para cortes, taladros y ensamblados. En esta fase se pudieron detectar interferencias, analizar la ergonomía de los apoyos y asegurar la movilidad del técnico durante el proceso de pulido.

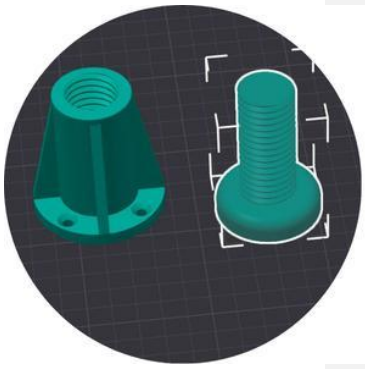


Figura 53. Pruebas de impresión

Selección de materiales

Se fabricaron los componentes de fijación y las piezas auxiliares, tales como bandejas organizadoras, soportes internos o alojamientos para la herramienta, por impresión 3D utilizando filamentos adecuados en función de su comportamiento mecánico. El PLA se utilizó para piezas estáticas con escaso esfuerzo, mientras que el PET se dedicó a los elementos sometidos a carga o fricción ya que presentan una mayor resistencia térmica y flexibilidad.



Figura 54. Elección de filamentos

Fabricaccion de comnponentes

Los componentes estructurales y las piezas auxiliares (bandejas organizativas sí, soportes internos no, se fabricaron por impresión 3D utilizando diferentes filamentos en función de su comportamiento mecánico: el PLA se eligió para piezas estáticas que soportan escaso esfuerzo y, en este caso, el PET se eligió para los elementos que soportan carga o fricción debido a su mayor resistencia térmica o flexibilidad.

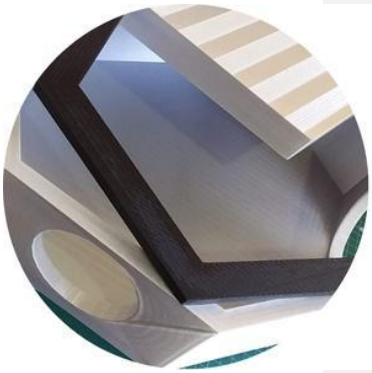


Figura 55. Componentes

Ensamblaje estructural.

Tras la obtención del prototipo, y durante la fase de ensamblaje 3D del prototipo, las uniones macho-hembra tomadas como principal sistema de unión para unir paneles, bandejas y elementos estructurales. Este tipo de unión fue modelada directamente en CAD, implementando encajes paramétricos que reproducen lengüetas (macho) y ranuras (hembra) diseñadas que permiten un acoplamiento ajustado sin llegar a generar fricciones en exceso.



Figura 56. Proceso de construcción

Render

En esta fase se realizó la representación gráfica del prototipo mediante el software V-Ray para SketchUp (motor de renderizado ampliamente utilizado en el ámbito del diseño industrial porque se utiliza para generar imágenes fotorrealistas de un alto nivel de precisión). Con ello, se importó el modelo 3D que se había ensamblado con anterioridad y se optimizó la geometría para asegurar que el proceso de render fuese ágil (optimizando geometrías, grupos y capas para facilitar la asignación de materiales y luces dentro de la simulación virtual)

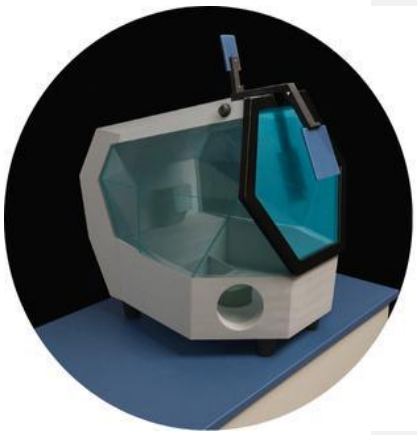


Figura 57. Render en V-ray

Prototipo final



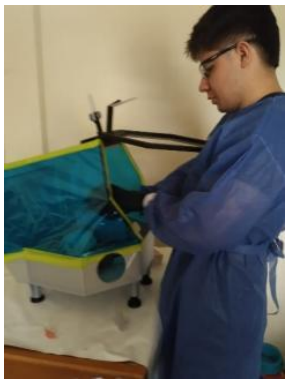
Figura 58. Prototipo final

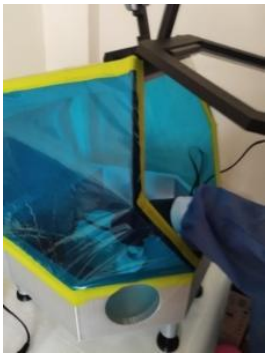
6.9 Validación de usuario

Nombre del prototipo	Airdent
Usuario	Alexander Carvajal
Contexto	Laboratorios de mecánica dental
Objetivo	Validar ergonomía funcionalidad, usabilidad y seguridad el prototipo

Tabla 29. Datos personales

Criterio	Parámetro	Puntuación	Fotografía y descripción
Interacción con el prototipo	Encienda la máquina de aspiración	5	

	Abrir la compuerta y posicionar la prótesis dentro		 *Figura 59.Posición de herramientas*
	Realizar la operación de pulido manteniendo la postura		 *Figura 60. Actividad Pulido*

	Verificar la contención de polvo		 *Figura 61. Prueba de seguridad*
	Retirar la pieza y cerrar la compuerta		 *Figura 62. Desconectar herramientas*

	Limpieza		 *Figura 72 Bandeja de residuos*
Eficacia	Tareas completadas en el primer intento	2	-
	Numero de errores	1	-
	Numero de éxito		-
Satisfacción	El prototipo fue fácil de usar y entender	5	Si diseño lo entendí al mirarlo de la misma manera la función que cumple como pulir y desgastar distintos materiales que utilizan en el día
	La recolección de los residuos	4	Al realizar el pulido contiene mucho los residuos que produce la prótesis, además sé que ayuda mucho a la salud pulmonar ya que al respirar el polvo suele causa afección a las vías respiratorias, la principal afección de los técnicos

	Recomendaría su uso	5	Es muy recomendado utilizar este tipo de sistemas en el laboratorio ya que ayuda mucho en la limpieza y no generar mucho polvo
	Aspecto para mejorar		Una recomendación que puedes aplicares hacer un capsula se mas grande para mejorar los movimientos y crear soportes para herramientas de manos

Tabla 30. validación de prototipo

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Respecto al objetivo general de la investigación, que tiende a mejorar el área de pulido a partir del diseño de una solución ergonómica y funcional, se concluye que se cumplió desde el hecho de que el análisis del caso de estudio dio pie a identificar las deficiencias ergonómicas, ambientalmente relevantes del proceso de pulido, las cuales se traducen a su vez en criterios de diseño concretos, llegando a establecerse una cápsula de extracción que reúne principios de ergonomía básica, gestión de residuos y organización funcional, validando el diseño como una opción adecuada y coherente en relación con el propio proyecto.

Desde el punto de vista de la ergonomía básica, el diseño de la cápsula de extracción se sustentó en la aplicación de ciertos principios básicos que tienen que ver en la adaptación del objeto en el usuario y no en la adaptación del usuario en el objeto. El diseño la hace partir del establecimiento de alturas operativas adecuadas, de la regulación de su campo visual y de la organización de las zonas de alcance en orden a facilitar una posición neutra en el proceso de pulido y en la reducción de la carga física en cuello, tronco y extremidades superiores. Estos criterios ergonómicos básicos fueron implementados formalmente en decisiones de diseño, de tal manera que la cápsula de extracción no cumpliera simplemente una función de contención de los polvos, sino que fuera un soporte funcional para aumentar la comodidad, seguridad y eficacia en el trabajo técnico.

Con respecto al segundo objetivo específico, dirigido a la función y al medio ambiente, se constató que la no existencia de sistemas de contención favorecía la dispersión de las partículas acrílicas, cerámicas y metálicas, con el consiguiente incremento del riesgo respiratorio y de la contaminación del entorno más cercano. Este resultado llevó a confirmar que el problema no estaba únicamente relacionado con el mobiliario convencional, sino que era necesario ofrecer una solución que fuese encapsulada.

De acuerdo con el tercer propósito específico, se llevó a cabo el diseño de una cápsula de pulido como objeto de diseño, la cual contempla contención de

residuos, iluminación puntual, organización funcional y estándares ergonómicos básicos. La propuesta da respuesta a todas las necesidades detectadas en el transcurso de la investigación y con ello se hace efectivo el diseño como resultado de un proceso metodológico.

Referente al cuarto objetivo específico, relacionado con la validación del diseño, dicha evaluación con el usuario dio evidencia de la comprobación de la capacidad general de la cápsula de pulido, así como de su pertinencia respecto a las problemáticas halladas, pero considera que esta validación ha sido inicial como resultado del escaso número de participantes.

La validación del diseño se llevó a cabo con un único usuario debido a que el laboratorio donde se realizó la investigación tiene un único técnico que se encarga del proceso de fabricación y pulido de dentaduras. Asimismo, esta condición también responde a una realidad del lugar de análisis y va a limitar muy claramente el eventual alcance de la validación. En este sentido, el sentido de la validación no es generalizar, sino contrastar la funcionalidad, ergonómica y pertinencia del diseño propuesto en función de las necesidades verdaderas del usuario. Por este motivo, la validación con un único usuario sería considerada adecuada dentro de los límites del proyecto que fundamentaría una primera aproximación para una validación futura con más usuarios.

6.2 Recomendaciones

A partir de la validación de prototipo y el análisis del desempeño del objeto diseñado. Se recomienda extender el uso de estaciones de pulido dotadas de sistemas de encapsulación y manejo del excedente, similares al prototipo presentado, con el fin de conseguir una menor exposición a las partículas que se generan y mejorar la higiene en el área de trabajo. Además, se sugiere institucionalizar rutinas de limpieza y mantenimiento preventivo con objeto de garantizar el correcto funcionamiento de la cápsula y su durabilidad.

Del mismo modo, se aconseja incrementar las dimensiones internas de la cápsula, aumentando la superficie útil para favorecer la capacidad de movimiento del usuario, facilitar la utilización de las herramientas y mejorar la interacción con el micromotor, sin afectar a la función contenedora. Esta ampliación dimensional se

deberá ajusta criterios ergonómicos básicos y en función de las necesidades detectadas en la validación del prototipo.

Se aconseja poner en práctica cápsulas de pulido con sistemas de encapsulación y extracción localizada, como el prototipo que se ha llevado a cabo, para disminuir la exposición del usuario a partículas acrílicas, cerámicas y metálicas, siendo estas autónomas en su interior. Las cápsulas de pulido con estos sistemas deberán tener volúmenes cerrados o semicerrados, superficies internas de fácil limpieza y conexiones predefinidas para aspiraciones, para que se controlen los residuos trazadores en el proceso de pulido.

Así mismo, es conveniente fijar protocolos técnicos de limpieza y mantenimiento preventivo (frecuencia de vaciado de residuos, limpieza de superficies internas y chequeos de los componentes de extracción) para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y la prolongación de la vida del dispositivo prototipo.

Se sugiere potenciar el nivel de encapsulación del sistema, garantizando que el diseño logre mantener un cerrado efectivo en el área de pulido, minimizando la dispersión de partículas hacia el entorno y maximizando las condiciones de seguridad e higiene del proceso. Estas mejoras posibilitarían mejorara la contención máxima y funcional de la cápsula, así como incrementar su adaptabilidad a diferentes contextos de uso y requerimientos técnicos.

Anexos

BIBLIOGRAFIA

Ahearn, D. J., Sanders, M. J., & Turcotte, C. (2010). Ergonomic design for dental offices. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, *35*(4), 495–503. https://doi.org/10.3233/WOR-2010-0986

Alamri, A., ElSharkawy, M. F., & Alafandi, D. (2023). Occupational Physical Hazards and Safety Practices at Dental Clinics. *European Journal of Dentistry*, *17*(02), 439–449. https://doi.org/10.1055/s-0042-1745769

Alipoor, P., Daneshmandi, H., Fararuei, M., & Zamanian, Z. (2021). Ergonomic Design of Manual Assembly Workstation Using Digital Human Modeling. *Annals of Global Health*, *87*(1), 55. https://doi.org/10.5334/aogh.3256

Anshasi, R. J., Alsyouf, A., Alhazmi, F. N., & AbuZaitoun, A. T. (2022). A Change Management Approach to Promoting and Endorsing Ergonomics within a Dental Setting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(20), 13193. https://doi.org/10.3390/ijerph192013193

Barreto-Barreto, Y. V., & Molina Ruiz, H. D. (2025). Satisfacción laboral en una empresa de prótesis dentales. *Transdigital*, *6*(11), e481. https://doi.org/10.56162/transdigital481

Battista, A., Torre, D., & Konopasky, A. (2025). Essential concepts for effective mixed methods research in the health professions: AMEE Guide No. 173. *Medical Teacher*, *47*(5), 766–778. https://doi.org/10.1080/0142159X.2024.2401464

Belmonte Esquiva, C. (2019). EVALUACION DE RIEGOS LABORALES EN UN LABORATIRIO DE PROTESISI DENTAL. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *1*(1), 0–92.

Bender-Salazar, R. (2023). Design thinking as an effective method for problem-setting and needfinding for entrepreneurial teams addressing wicked problems. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, *12*(1), 24. https://doi.org/10.1186/s13731-023-00291-2

Coello-Gómez, G. (2017). *La salud de la provincia de Tungurahua y su importancia en el desarrollo econòmico local* . 9–14.

David, J.-V., Ana, M.-R., Santiago, F.-B., & Faustino, A.-V. (2021). Aspects of Industrial Design and Their Implications for Society. Case Studies on the Influence of Packaging Design and Placement at the Point of Sale. *Applied Sciences*, *11*(2), 517. https://doi.org/10.3390/app11020517

De Sio, S. T. V. R. F. C. V. B. G. P. R. M. F. L. T. G. G. F. (2018). Ergonomic risk and preventive measures of musculoskeletal disorders in the dentistry environment: an umbrella review. *PeerJ*, *6*, 0–4154. https://doi.org/10.7717/peerj.4154

FDI World Dental Federation. (2018). *Occupational health in dentistry*.

García, J. M. ; T. R. I. ; A. K. E. (2025). Riesgos ergonomicos en el entorno odontològico y su impacto en la salud ocupacional . *Journal of Science and Research*, *10*. https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.16763228

González Mares, M. (2019). Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)*, *10*(18), 92–95. https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6

Helander Martin. (2006). *A Guide to Human Factors and ergonomics* (2nd Edition). CRC Press / Taylor & Francis Group.

ISO 6385. (2016). *Ergonomic principles in the desing of work systems*. https://www.iso.org/standard/63785.html?utm_source=chatgpt.com

ISO 11226. (2000). *Ergonomics — Evaluation of static working postures*.

ISO 14644-3:2019. (n.d.). *Cleanrooms and associated controlled environments — Part 3: Test methods*.

ISO 14738. (2002). *Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*. https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14738:ed-1:v1:en

ISO 15534. (2013). *Ergonomic design for the safety of machinery — Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access*.

ISO 16890. (2024). *Air filters for general ventilation — Part 3: Determination of the gravimetric efficiency and the air flow resistance versus the mass of test dust captured*. https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:16890:-3:ed-2:v1:en

ISO/CIE 8995-1:2025. (2024). *ISO/CIE 8995-1:2025(en) Light and lighting — Lighting of work places — Part 1: Indoor*. International Commission on Illumination (CIE). https://doi.org/10.25039/ISO.CIE.8995.1.2025

Joda, T., Zarone, F., & Ferrari, M. (2017). The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. *BMC Oral Health*, *17*(1), 124. https://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0

Kira, S., Mitsui, T., Sawada, N., Nakagomi, H., Ihara, T., Takahashi, N., & Takeda, M. (2020). Feasibility and necessity of the fourth arm of the da Vinci Si surgical system for robot□assisted partial nephrectomy. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, *16*(3). https://doi.org/10.1002/rcs.2092

Manzini, E. (2015). *Design, When Everybody Designs*. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9873.001.0001

Memarian, A., Aghakhani, K., Moosavi Nezhad Baboli, S., Daneshi, S., & Soltani, S. (2020). Evaluation of job satisfaction of forensic medicine specialists and

comparison with job satisfaction of some medical specialists in Tehran. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, *9*(6), 2710. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1167_19

Micheli, P., Wilner, S. J. S., Bhatti, S. H., Mura, M., & Beverland, M. B. (2019). Doing Design Thinking: Conceptual Review, Synthesis, and Research Agenda. *Journal of Product Innovation Management*, *36*(2), 124–148. https://doi.org/10.1111/jpim.12466

Miller, E., Porter, J., & Barbagallo, M. (2022). Simplifying Qualitative Case Study Research Methodology: A Step-By-Step Guide Using a Palliative Care Example. *The Qualitative Report*. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2023.6478

Molina Ramón, J. A., Mena Silva, P. A., & Fiallos Sánchez, J. E. (2024). Analysis of occupational risks in dental technicians. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, *3*. https://doi.org/10.56294/sctconf2024.1114

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), C. for D. C. and P. (CDC). (2019). *Evaluation of exposures and heath concern in a dental clinic* .

Neves, P. T. de O., Falcão, M. C. de A. V., Paz, E. S. L. da, Brochardt, S. R. A., Trindade, V. A. C., Falcão, M. M. F., Prado, V. F. F. do, Freitas, L. R., Paz Júnior, F. B. da, & Lima, R. G. M. de. (2022). Os riscos físicos e ergonômicos da prática odontológica: Uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, *11*(12), e95111234038. https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34038

Ohlendorf, D., Naser, A., Haas, Y., Haenel, J., Fraeulin, L., Holzgreve, F., Erbe, C., Betz, W., Wanke, E. M., Brueggmann, D., Nienhaus, A., & Groneberg, D. A. (2020). Prevalence of Musculoskeletal Disorders among Dentists and Dental Students in Germany. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(23), 8740. https://doi.org/10.3390/ijerph17238740

Onwuegbuzie, A. J., Forzani, E., & Corrigan, J. A. (2023). A Fully Integrated Systematic Review of Mixed Methods Design-Based Research. *Journal of Mixed Methods Studies*, *8*, 24–51. https://doi.org/10.59455/jomes.34

Párraga, M. (2003). *Diseño correcto de la estaciòn de trabajo* [Journal Article, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://www.redalyc.org/pdf/816/Resumenes/Resumen_81606113_1.pdf#:~:text=P%C3%A1rraga%20V,de%20San%20Marcos%20Lima%2C%20Per%C3%BA

Penkala, S., El-Debal, H., & Coxon, K. (2018). Work-related musculoskeletal problems related to laboratory training in university medical science students: a cross sectional survey. *BMC Public Health*, *18*(1), 1208. https://doi.org/10.1186/s12889-018-6125-y

Pérez Villalba, L. D. (2016). *CREACIÓN DE UN AMBIENTE DE TRABAJO ADECUADO Y ERGONÓMICO QUE PERMITA LA DISMINUCIÓN DE ESTRÉS, FATIGA POSTURAL Y CANSANCIO VISUAL EN EL OPERADOR DURANTE EL*

TRATAMIENTO ODONTOLÓGICO EN ESTUDIANTES DE DÉCIMO SEMESTRE DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN ODONTOLÓGICA UNIANDES [Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES)]. https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/5779

Quinzo Montenegro., F. (2023). Ergonomía en la práctica odontológica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(3), 2396–2405. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6355

Sanchez Morales, L. M., & Arana Blas, R. D. (2025). Trastornos músculos esqueléticos asociados a posturas disergonómicas en la práctica odontológica. *Revista Científica Estelí*, *53*, 37–52. https://doi.org/10.5377/esteli.v14i53.20325

Saptiansyah, R., Haqi, D. N., & Juwono, K. F. (2023). Proposed Workstation Design in Laboratory for Musculoskeletal Disorder Complaints. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, *12*(3), 382–390. https://doi.org/10.20473/ijosh.v12i3.2023.382-390

Shenoy, S., Pasha, Z., Prasanna, P. S., Kshirsagar, J. S., & Shah, R. R. (2023). Unlocking the potential of ergonomics in dentistry: current insights and future directions: A review. *The Journal of Dental Panacea*, *5*(3), 109–114. https://doi.org/10.18231/j.jdp.2023.025

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA* (4a edición). Limusa. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso__de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf

Tian, Y., Chen, C., Xu, X., Wang, J., Hou, X., Li, K., Lu, X., Shi, H., Lee, E.-S., & Jiang, H. B. (2021). A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning*, *2021*, 1–19. https://doi.org/10.1155/2021/9950131

Versoza, M., Heo, J., Ko, S., Kim, M., & Park, D. (2020). Solid Oxygen-Purifying (SOP) Filters: A Self-Disinfecting Filters to Inactivate Aerosolized Viruses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(21), 7858. https://doi.org/10.3390/ijerph17217858

Wu, C. (2022). Application of Ergonomics in Product Design Based on Computer-Aided Design. *Mathematical Problems in Engineering*, *2022*, 1–8. https://doi.org/10.1155/2022/7523367

Xu, J., Pan, P., Song, F., Gu, Y., Xiong, Q., Liu, Z., & Zhou, Y. (2024). Analyzing the occupational exposure risks of dental healthcare workers from the perspective of repeated occupational exposure. *BMC Health Services Research*, *24*(1), 1377. https://doi.org/10.1186/s12913-024-11774-7

Yurdasal, B., Bozkurt, N., Bozkurt, A., & Yilmaz, Ö. (2015). The evaluation of the dust-related occupational respiratory disorders of dental laboratory technicians working

in Denizli Province. *Annals of Thoracic Medicine*, *10*(4), 249. https://doi.org/10.4103/1817-1737.167073