

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD ODONTOLÓGICA
PORTATIL**

**PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA POR EL BACHILLER:
VÍCTOR MANUEL ARROYO LÓPEZ
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO MECANICO**

CARACAS, 2004

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD ODONTOLÓGICA
PORTATIL**

Tutor académico: Ing. María Elena Gudiel

**PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA POR EL BACHILLER:
VÍCTOR MANUEL ARROYO LÓPEZ
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO MECANICO**

CARACAS, 2004

ARROYO LÓPEZ VÍCTOR MANUEL

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD ODONTOLÓGICA
PORTATIL**

Tutor académico: Ing. María Elena Gudiel. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica, Caracas, 2004, 125 Páginas.

Palabras claves: Diseño, unidad odontológica, portátil, construcción.

RESUMEN

Este trabajo especial de grado, tuvo como finalidad el estudio, diseño y construcción de una unidad odontológica portátil, la cual será utilizada en operativos de salud en colegios, industrias y zonas rurales. Para ello se realizó un estudio de las unidades odontológicas existentes en el mercado, identificando y definiendo las funciones que desempeñan cada una de sus partes. Luego de esto se realizó un análisis de las medidas antropométricas y peso de la población venezolana, esto, en conjunto con la investigación de los parámetros de ergonomía utilizados en la odontología nos permitió dimensionar basándonos en la tecnología de las unidades convencionales, un equipo plegable de reducido peso y volumen de fácil de manipulación y transporte. Después de analizar varias propuestas de diseño seleccionamos por medio de una matriz morfológica el diseño que más se adaptaba a los requerimientos establecidos. Luego de esto se analizaron diferentes alternativas para la selección de los materiales. Para la fabricación fue necesario seleccionar los procesos más convenientes para cada una de las partes. Luego se elaboraron los manuales de usuarios y de mantenimiento.

AGRADECIMIENTOS

- A *Denty`servi* por habernos brindado su apoyo en la realización de dicho proyecto.
- A la *Universidad Central De Venezuela* y a todos los profesores que compartieron sus conocimientos y experiencias para el desarrollo de este trabajo.
- A mi tutor académico el Profesor Ing. *Maria Elena Gudiel*, por su valiosa asesoría y dedicación.
- A Rafael Naranjos (Goyo), por su asesoramiento y aporte en la construcción de la unidad.
- Al Centro de ingeniería a Asistida por Computadoras (**CIAC**), por la instrucción brindada en el uso del software Solidworks.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en el logro de éste trabajo.

DEDICATORIA

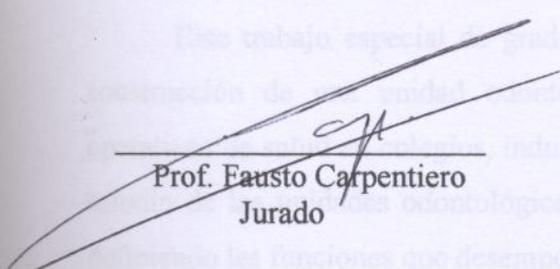
- Ante todo, a Dios por haberme brindado la oportunidad de realizar y culminar esta etapa tan importante de mi desarrollo profesional.
- A mis padres, Carmen y Rafael, quienes con sabiduría, dedicación y constancia son los responsables de mi formación como profesional y como persona.
- A mis amigos y compañeros, que estuvieron presentes en mis triunfos y derrotas.

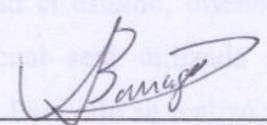
Caracas, 16 de Noviembre de 2004

Los abajo firmantes miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el trabajo especial de grado presentado por el bachiller Víctor Manuel Arroyo, titulado

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD ODONTOLÓGICA
PORTATIL**

consideran que el mismo cumple con los requerimientos por el plan de estudios conducente al titulo de Ingeniero Mecánico.


Prof. Fausto Carpentiero
Jurado


Prof. Antonio Barragán
Jurado

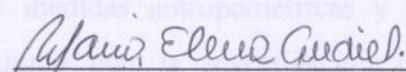

Prof. María Elena Gudiel
Tutor Académico





TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCES

1.1 Introducción1
1.2 Antecedentes.....2
1.3 Planteamiento del problema.....3
1.4 Objetivos.....4
 1.4.1 Objetivo general.....4
 1.4.2 Objetivos específicos4
1.5 Alcances4

CAPÍTULO 2. ATENCIÓN ODONTOLÓGICA

2.1 Introducción.....5
2.2 Los Sistemas de Atención Simplificada.....5
2.3 Módulos Innovados.....7
2.4 Unidades portátiles.....9
2.5 Consultorio Dental:.....11

CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES ODONTOLÓGICAS

3.1 Introducción.....12
3.2 Sillón.....13
 3.2.1 La base.....14
 3.2.2 El asiento.....14
 3.2.3 Respaldo.....15
 3.2.4 Cabezal15
 3.2.5 Apoya brazos.....15
3.3 Módulo instrumental.....16
 3.3.1 Elementos del módulo instrumental:17
 3.3.2 Accesorios del módulo instrumental.....18



3.3.2.1 La lámpara...	18
3.3.2.2 Salivadera.....	19
3.3.2.3 Sistemas de succión	20
3.3.2.4 Negatoscopio.....	23
3.3.2.5 Silla del operador.....	23
3.3.2.6 Silla del asistente.....	24
3.3.2.7 Piezas de mano.....	24
3.3.2.8 El compresor.....	27
3.4 Instalaciones básicas.....	28
3.4.1 Accesorios.....	29

CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN DE USUARIOS

4.1 Introducción.....	30
4.2 Identificación y descripción de los usuarios.....	30
4.3 Recolección de información antropométrica	31
4.4 Proporsines en talla y peso del cuerpo humano.....	33
4.4.1 Relaciones de peso.....	33
4.4.2 Relación de talla y medida.....	34
4.5 Estudio de las conductas de los usuarios.....	36

CAPÍTULO 5. DESCRIPCION DEL PUESTO DE TRABAJO

5.1 Introducción.....	39
5.2 Círculo de trabajo.....	39
5.2.1 Zona del operador:	42
5.2.2 Zona de transferencia.....	42
5.2.3 Zona del asistente.....	42
5.2.4 Zona estática.....	42
5.3 Colocación del operador.....	43
5.4 Postura del paciente.....	44



5.5 Colocación del asistente dental.....	49
5.6 Iluminación del campo operatorio.....	51

CAPÍTULO 6. INVESTIGACIÓN ERGONÓMICA

6.1 Introducción.....	52
6.2 Estudio ergonómicos de silla del odontólogo.....	52
6.2.1 Posición reclinada.....	53
6.2.2 Posición levemente inclinada hacia delante.....	54
6.2.3 Ventajas cuando se mantiene la curva lumbar correcta.....	55
6.3 La visión.....	55
6.3.1 Distancia visual.....	55
6.3.2 Dirección visual.....	57
6.4 Criterios a considerar en la postura sentada.....	57
6.4.1 Columna vertebral.....	58
6.4.1.1 Columna lumbar.....	58
6.4.1.2 Columna cervical.....	60
6.4.2 Altura del asiento.....	60
6.5 Dimensiones fundamentales de los asientos.....	62
6.5.1 Altura del asiento respecto al suelo.....	62
6.5.2 Profundidad del asiento.....	62
6.5.3 Respaldo.....	63

CAPÍTULO 7. DESARROLLO DE ESPECIFICACIONES

7.1 Introducción.....	64
7.2 EL Sillón.....	64
7.2.1 Especificaciones de diseño.....	64
7.2.2.1 Especificaciones del respaldo.....	66
7.2.2.2 Especificaciones de la base.....	67
7.2.2.3 Especificaciones del posa pies.....	67



7.3 Banquillo del operador.....	68
7.3.1 Especificaciones de diseño.....	68
7.3.1.1 Especificaciones del respaldo de la silla.....	68
7.3.1.2 Especificaciones del asiento.....	69
7.4 Especificaciones de la caja de válvulas y la bandeja.....	69
7.5 Otras especificaciones.....	70

CAPÍTULO 8. GENERACIÓN, SELECCIÓN Y DESARROLLO DE SOLUCIONES

8.1 Introducción.....	71
8.2 Descomposición funcional.....	72
8.2.1 Análisis Morfológico.....	72
8.2.1.1 Escala de evaluación.....	75
8.2.1.2 Matriz Morfológica.....	75
8.3 Selección del Material.....	76
8.3.1 Alternativas para el Material.....	76
8.3.2 Criterios para la selección del material	79
8.3.3 Matriz de selección del Material.....	80
8.4 Cálculos de esfuerzo en las piezas del dispositivo.....	82
8.4.1 Cálculo de esfuerzos en el posa pie.....	84
8.4.2 Cálculo de esfuerzos en las patas.....	85
8.4.3 Cálculo de esfuerzos en el respaldar.....	89
8.5 Recubrimiento.....	90
8.5.1 Alternativas para el recubrimiento.....	91
8.5.2 Selección del recubrimiento.....	92

CAPÍTULO 9. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO FINAL

9.1 Introducción.....	93
-----------------------	----



9.2 Proceso de fabricación de las partes metálicas.....	93
9.3 Proceso de tapizado.....	97

CAPÍTULO 10. MANUAL DE USUARIOS Y MANTENIMIENTO

10.1 Introducción.....	99
10.2 Componentes de la unidad odontológica portátil.....	99
10.3 Prueba del prototipo.....	101
10.4 Manual de usuario.....	111
10.5 Manual de mantenimiento.....	112
10.5.1 Antes de comenzar las labores.....	112
10.5.2 Al finalizar las labores.....	113
10.5.3 Rutina semanal.....	113
10.5.4 Rutina quincenal.....	113
10.6 Recomendaciones.....	114
10.7 Información técnica en la placa de la unidad.....	114
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES.....	116
BIBLIOGRAFÍA.....	117
GLOSARIO.....	119

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1 Sistema de atención simplificada.....	6
Figura 2.2 Módulos innovados.....	8
Figura 2.3. Unidad portátil.....	10
Figura 2.4. Unidad portátil para atención en quirófanos.....	10
Figura 3.1. Partes del sillón.....	13
Figura 3.2. Elementos del Módulo Instrumental	17
Figura 3.3. Lámpara.....	18
Figura 3.4. Salivadera	19
Figura 3.5. Módulo integrado.....	20
Figura 3.6. Pieza de mano de baja velocidad.....	25
Figura 3.7. Pieza de mano de alta velocidad.....	27
Figura 4.1. Ejemplos de algunas dimensiones del cuerpo.....	34
Figura 5.1. Círculo de trabajo.....	40
Figura 5.2. Zonas de actividad para el operador diestro.....	41
Figura 5.3. Relación entre operador y paciente.....	44
Figura 5.4. Posición favorable de trabajo para el equipo operatorio.....	45
Figura 5.5. Cabeza de una mujer colocada en posición de trabajo.	46
Figura 5.6. Colocación horizontal adecuada del paciente en posición supina.....	47
Figura 5.7. El asistente conserva la posición de las 3 del reloj mientras trabaja en todas las áreas de la boca.....	50
Figura 6.1. Posición correcta de trabajo.....	53
Figura 6.2. Posición reclinada.....	53
Figura 6.3. Posición levemente inclinada hacia delante.....	54
Figura 6.4. Distancia de separación entre los ojos del odontólogo y la boca del paciente.....	56
Figura 6.5. Columna vertebral.....	59
Figura 6.6. Campo visual.....	60



Figura 6.7. Posición que adoptan los brazos en tareas de montaje, escritura o pulsación.....	61
Figura 7.1. Dimensiones de diseño.....	65
Figura 8.1. Distribución de peso.....	83
Figura 8.2. Diagrama de cuerpo libre para el respaldar.....	84
Figura 8.3. Sección transversal de la tubería.....	85
Figura 8.4. Pata del sillón.....	86
Figura 8.5. Diagrama de cuerpo libre para la pata.....	87
Figura 8.6. Diagrama de cuerpo libre para el respaldar.....	90
Figura 9.1 Máquina dobladora.....	94
Figura 9.2. Respalda y posa pie después del proceso de doblado.....	95
Figura 9.3. Proceso de soldado	96
Figura 9.4. Proceso de ensamble.....	96
Figura 9.5. Acabado del ensamble luego de fondeado.....	97
Figura 9.6. Proceso de corte de la madera.....	97
Figura 9.7. Proceso de tapizado.....	98
Figura 9.8. Acabado final de la unidad odontológica portátil.....	100
Figura 10.1. Unidad odontológica portátil (partes).....	100
Figura 10.2. Unidad odontológica portátil plegada.....	101
Figura 10.3. Paso 1: Abrir el cierre mágico.....	101
Figura 10.4. Paso 2: Retirar el bolso.....	102
Figura 10.5. Unidad portátil plegada sin forro.....	102
Figura 10.6. Paso 3: Apertura de la primera pata.....	103
Figura 10.7. Paso 4: Apertura de la segunda pata.....	103
Figura 10.8. Paso 5: Se fijan los pasadores.....	104
Figura 10.9. Paso 6: Se abre el posa pie.....	104
Figura 10.10. Posa pie abierto.....	105
Figura 10.11. Paso 7: Apertura del respaldar.....	105
Figura 10.12. Sillón completamente desplegado.....	106



Figura 10.13. Paso 8: Colocar el soporte del respaldar.....	106
Figura 10.14. Paso 9: Quitar el seguro de la caja de mando.....	107
Figura 10.15. Paso 10: Desplegar de la bandeja.....	107
Figura 10.16. Paso 11: Apertura de la caja de mando.....	108
Figura 10.17. Paso 12: Retiro de las mangueras, pedal y demás piezas de mano.....	108
Figura 10.18. Paso 13: Posición de las mangueras.....	109
Figura 10.19. Paso 14: Fijación del tubo de la lámpara.....	109
Figura 10.20. Paso 14: Fijación de la lámpara.....	110
Figura 10.21. Paso 15: Colocación de la escupidera.....	110
Figura 10.22. Paso 16: Conexión del compresor.....	111



INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Comparación entre los módulos de atención simplificada y los módulos innovados.....	9
Tabla 4.1. Valores de referencia de la población venezolana (Masculina).....	31
Tabla 4.2. Valores de referencia de la población venezolana (Femenina).....	32
Tabla 4.3. Porcentaje en peso de las extremidades del cuerpo humano.....	33
Tabla 4.4. Selección de medidas corporales para adulto (en pulgadas)	35
Tabla 4.5. Relaciones antropométricas de las extremidades del cuerpo humano.....	36
Tabla 7.1. Especificaciones del respaldo del sillón.....	66
Tabla 7.2. Especificaciones de la base del sillón.....	67
Tabla 7.3. Especificaciones del posa pie.....	67
Tabla 7.4. Especificaciones del respaldo de la silla.....	68
Tabla 7.5. Especificaciones del asiento de la silla.....	69
Tabla 7.6. Especificaciones importantes a tomar en cuenta en el diseño.....	70
Tabla 8.1. Criterio ponderado de evaluación para el diseño.....	73
Tabla 8.2. Propuestas de diseño.....	74
Tabla 8.3. Escala de evaluación para el diseño.....	75
Tabla 8.4. Matriz morfológica para la selección del diseño.....	76
Tabla 8.5. Esfuerzos de fluencia para los posibles materiales de diseño.....	79
Tabla 8.6. Criterio ponderado de evaluación para el material.....	80
Tabla 8.7. Matriz de selección del material.....	81
Tabla 10.1 Información técnica de la unidad portátil.....	114



Capítulo 1

Introducción y alcances

1.1 Introducción

El avance tecnológico de instrumental médico, nuevos implantes y fármacos, como la aparición y desarrollo de tecnologías de última generación ha traído consigo el aumento de la esperanza de vida. Todo ello a dado lugar a nuevas exigencias de formación e investigación y sobre todo, a un nuevo perfil profesional que conjuga aspectos médicos con ingeniería dentro una disciplina reciente pero de enorme futuro como lo es la Ingeniería Biomédica o Bioingeniería.

La Biomecánica es la disciplina dedicada al estudio del cuerpo humano, considerando éste como una estructura que funciona según las leyes mecánicas de Newton y las leyes de la biología. En la biomecánica ocupacional se estudia al hombre desde el punto de vista de una tarea que debe diseñarse para el 90% de las personas, sin sobrepasar valores que pudieran originar daños¹.



1.2 Antecedentes

La falta de higiene bucal, la deficiencia de flúor y la ausencia de chequeos odontológicos durante la infancia ha generado un aumento progresivo en el índice de caries y maloclusiones (malformaciones en la boca) en pacientes adultos. Actualmente, las estadísticas han determinado que un plan adecuado de prevención y de educación bucal a temprana edad disminuye considerablemente los problemas dentales⁷.

Para realizar dicho plan de educación y prevención bucal cada odontólogo debe estar provisto con toda la instrumentación necesaria para desempeñar su labor con las condiciones más óptimas posibles, es por ello que nos vemos en la necesidad de diseñar una unidad portátil dotada con una silla médica odontológica, un banco o silla para el médico, una lámpara de iluminación localizada, un sistema que surta agua y aire comprimido, mesa de trabajo, etc.

En otros países se han diseñado unidades móviles odontológicas, las cuales resultan ser poco ergonómicas y muy costosas, reduciendo así la posibilidad de ser utilizadas en operativos de salud a gran escala, donde se atienden a gran cantidad de personas. Por esto nos vemos en la necesidad de fabricar dichas unidades en el país, fomentado así, la producción nacional y promocionando un producto que se adapte a todas las necesidades de los usuarios⁷.

En la escuela de ingeniería mecánica de la UCV se han realizado estudios para la optimización y desarrollo de prototipos que satisfagan las necesidades de ciertas actividades y/o procesos^{3,4,5,6}, es por ello que se ha decidido utilizar todos los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera, y conjuntamente con el **Grupo de Diseño Conceptual y de Desarrollo de Prototipos**, para diseñar y



construir una unidad odontológica portátil que cumplan con todas las especificaciones requeridas por el personal médico odontológico, facilitando así el desarrollo de este proyecto médico social.

1.3 Planteamiento del problema

Hoy en día, hay un gran porcentaje de la población Venezolana que no recibe tratamiento médico odontológico, debido a la ausencia de recursos y/o a la deficiente seguridad social que atraviesa nuestro país. Es por ello que un grupo de odontólogos ha estudiado la posibilidad de llevar asistencia médica por medio de operativos de salud a colegios urbanos y zonas populares, ofreciéndoles precios de atención solidarios. Este proyecto se ve en la necesidad de utilizar unidades móviles compactas de bajo peso y volumen que permitan la fácil manipulación y transporte de las mismas y así garantizar asistencia en colegios de zonas urbanas ofreciendo así un paquete preventivo con el menor costo posible y que incluya:

- Charlas de higiene bucal y técnicas de cepillado.
- Limpieza y pulido.
- Aplicación tópica de flúor.
- Consulta odontológica y ficha de diagnóstico.

Esta unidad móvil debe tener como objetivo permitir al usuario la máxima funcionalidad, comodidad y movilidad. Para cumplir con este objetivo, la misma debe estar pensada para ajustarse ergonómicamente a los usuarios.



1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

- Diseño y construcción de una unidad odontológica portátil.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Investigar cuales son las actividades que se deben realizar en los operativos de salud.
- Investigar a que tipo de usuarios se atenderán en la unidad odontológica, así como sus parámetros antropométricos.
- Realizar un estudio ergonómico para determinar los parámetros del diseño.
- Estudiar las unidades odontológicas existentes en el mercado.
- Proponer diseños para la unidad odontológica.
- Seleccionar los materiales y los procesos de manufactura a ser utilizados en la construcción de la unidad odontológica
- Construcción del modelo final.

1.5 Alcances

1. Investigación de usuarios, en la cual se estudiará que actividades se deben realizar en los operativos de salud, así como, los parámetros antropométricos del paciente y del odontólogo.
2. Realizar un estudio ergonómico para determinar los parámetros del diseño.
3. Proponer diseños para la unidad odontológica y seleccionar el más eficiente.
4. Seleccionar los materiales más convenientes para el diseño.
5. Construcción del prototipo final.



Capítulo 2

Atención odontológica

2.1 Introducción

En este capítulo explicaremos que es una unidad odontológica y cuales son sus configuraciones. De esta manera explicaremos cuales son los módulos de atención simplificada y los módulos innovados, resaltando sus diferencias, ventajas y desventajas.

2.2 Sistemas de Atención Simplificada:

Se denominan como “*sistemas de atención simplificada*”, al conjunto de equipos o módulos dentales cuyas características básicas las determinan los siguientes aspectos⁸:

- a) Se fabrican atendiendo a la sencillez, en cuanto a su forma, volumen, organización y medios operativos.
- b) Tienen el propósito de atender simultáneamente en un mismo módulo o equipo a varios pacientes, con sus respectivos operadores y asistentes.
- c) Permiten disminuir los costos de atención odontológica, aumentar la cobertura y reducir el tiempo empleado para la atención de pacientes.
- d) Son de utilidad en áreas e instituciones, y en países con bajos recursos



económicos, deficiencia en equipos y altos índices de afecciones bucodentarias.

- e) Son fácilmente desmontables, para su traslado a otro sitio.
- f) Su altura es fija, calculada para facilitar el acceso del paciente y permitirle al profesional su ubicación en la denominada posición de las 12”, según las agujas del reloj y que la cavidad oral del paciente quede situada a la altura de los codos del operador.
- g) Viene dotado de dos lavamanos, uno al acceso del operador y otro para el asistente.
- h) No poseen lámpara dental, pues se utiliza la iluminación indirecta. Algunos modelos adicionan una pequeña lámpara incandescente, únicamente con fines de romper el contraste con la iluminación ambiental.



Figura 2.1. Sistemas de atención simplificada.

Estos sistemas multiplican la productividad y capacidad de atención, emplean equipos dentales sencillos de alta versatilidad que ocupan menos



espacio físico, simplifican y disminuyen las instalaciones sanitarias y eléctricas; funcionan sobre la base de criterios de iluminación y ambientación de mayor confiabilidad y propenden de manera efectiva a la disminución del cansancio, el estrés, la tensión y las enfermedades posturales que se observan en la práctica de la odontología con los sistemas tradicionales.

2.3 Módulos Innovados

Este tipo de módulo o este módulo difiere del módulo tradicional en los siguientes aspectos⁸:

- a) Se le adicionan facilidades instrumentales, como por ejemplo, acceso a la jeringa triple, piezas de mano de alta y baja velocidad y eyector, contenidos en una pequeña bandeja rotatoria, ubicada próxima al llamado auxiliar de cuarta mano.
- b) Se diseña con una longitud aproximada de 1.80mts. más ancha hacia el centro y reducida en sus extremos, suficiente como para mantener al paciente en posición horizontal y facilitar su atención.
- c) Sus instalaciones eléctricas, de aire, aguas blancas y servidas, son más simples y es posible posicionarlas en mejores condiciones; las reparaciones y mantenimiento no son frecuentes ni costosas.
- d) Tienen incorporado un negatoscopio cercano al campo visual del operador.
- e) Los controles de funcionamiento se ubican convenientemente para facilitar su rápido acceso.
- f) Se les instala en locales con paredes preferiblemente pintadas en colores claros, mates, que no reflejen la luz y sin ventanas.
- g) Su concepción guarda íntima relación con las técnicas ergonómicas aplicadas en odontología.



Figura 2.2. Módulos innovados.

La iluminación empleada con los sistemas innovados es uno de los problemas técnicos más importantes a tomarse en cuenta para la instalación de un equipo dental; la calidad de la iluminación del ambiente de la cavidad oral, son indispensables para que las labores operatorias se desarrollen eficientemente. En el consultorio, las paredes, pisos, techos, puertas y ventanas y mobiliario no deben reflejar la luz; sus colores deben ser mates y claros; la iluminación general debe distribuirse uniformemente en el techo.

La intensidad de luz empleada para la cavidad bucal se ha establecido en 1.500 unidades lux, en contraste con la requerida con el ambiente de 100 unidades lux, esta diferencia es causa frecuente de cansancio ocular, por las constantes adaptaciones que ocasiona en la pupila del operador, por ello se utiliza la misma fuente de luz del ambiente para la cavidad oral, muy similar a la iluminación natural. Este criterio es el empleado en los sistemas de atención odontológica innovados. En ellos se dispone de un cuerpo de lámpara fluorescente, ubicado a 2.5 mts de altura, sobre las camillas, de



manera que los haces lumínicos penetren en la cavidad oral en todas direcciones y se eliminen los campos de sombra.

A continuación se presentan las diferencias que existen entre los módulos de atención simplificada y los módulos innovados:

Sistemas de atención simplificada	Módulos innovados
Disminuye los costos de operación ya que se pueden atender a varios pacientes a la vez.	Se puede atender a un solo paciente a la vez.
Sencillos en cuanto a forma, volumen, organización y medios operativos.	Complejos en cuanto a forma, volumen, organización y medios operativos.
Básicamente se trata de una camilla clínica con altura fija y poco ergonómica.	Son ergonómicas.
Viene dotado de dos lavamanos.	No tiene lavamanos.
Son fácilmente desmontables para su traslado a otro sitio.	Son difíciles de desmontar y trasladar.
Utiliza iluminación indirecta.	Utiliza iluminación directa.

Tabla 2.1. Comparación entre los módulos de atención simplificada y los módulos innovados.

2.4 Unidades portátiles

Son unidades plegables, de bajo peso y volumen que permiten la atención odontológica en operativos de salud temporales, además de esto son utilizados para atender pacientes en quirófanos mientras se le realiza alguna otra operación.



Figura 2.3. Unidad portátil ²⁴.



Figura 2.4. Unidad portátil para atención en quirófanos ²⁵.



2.5 Consultorio Dental:

El ejercicio de la odontología se desarrolla fundamentalmente en el “*Consultorio Dental*”, este está dividido en distintos espacios físicos según las actividades que se realicen en cada uno de ellos, estos espacios son: área de recepción y espera de pacientes, sala operatoria, laboratorio, sala de radiología, depósito, archivo, sala de reuniones y área de servicios sanitarios. Debe estar dotado de buena ventilación e iluminación, diseñado apropiadamente para ofrecer mayor confort, tanto al eventual paciente como al operador, su asistente y demás personal.

Además de esto el consultorio debe estar provisto de todo lo necesario para que en él se desarrollen las actividades profesionales en consecuencia con su naturaleza: unidad dental, compuesta por un módulo central, dotado de sus respectivas piezas de mano, jeringa triple, lámpara, salivadera; sillón o camilla, taburetes para el operador y asistente, equipos para preparar amalgamas, instrumental, medicamentos y gabinetes para guardarlos, compresor; aparato de rayos x, esterilizador, escritorio, sillas, ambientes para los pacientes, etc.



Capítulo 3

Estructura y funcionamiento de las unidades odontológicas

3.1 Introducción.

El ejercicio de la odontología, implica necesariamente el uso de una variedad de equipos y accesorios apropiados a la especialidad del profesional ubicados conforme a requerimientos ambientales y técnicos, que le aseguren al profesional y a su equipo de asistentes condiciones óptimas de trabajo, con el fin de disminuir significativamente la fatiga, el stress, y las posibilidades de contaminación del medio y que favorezcan el bienestar total del paciente. Estas ambientaciones comprenden no solo el lugar donde han de estar instalados los equipos en función de sus especificaciones y recomendaciones técnicas, sino también a las áreas destinadas a la recepción y espera de los eventuales pacientes.

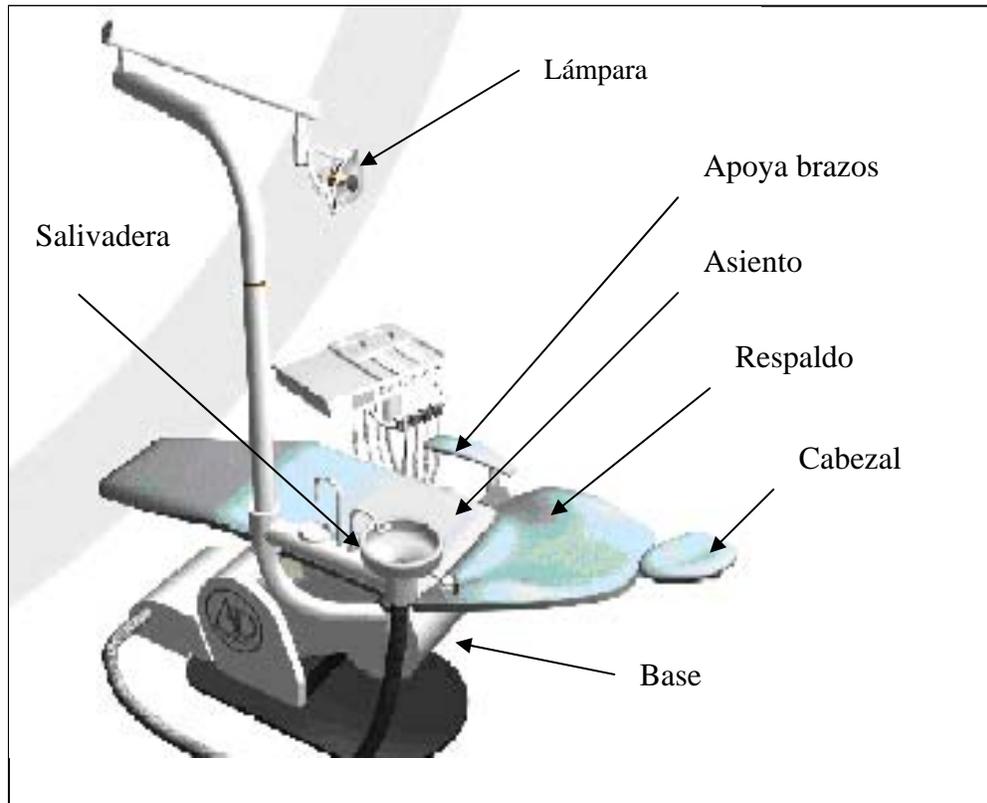


Figura 3.1. Partes del sillón¹⁹.

3.2 Sillón.

Fue creado con el fin de implementar un sistema acorde con las exigencias del trabajo realizado por el profesional y sus auxiliares, con la finalidad de protegerlo de enfermedades posturales, permitirle facilidades instrumentales y técnicas que simplificaran su ejercicio y lo hicieran más eficiente en todos sus aspectos. Su origen fue la tradicional silla de barbero, siendo sustituida por una que permitió mejor ubicación y abordaje del paciente al cual se le fueron adicionando cambios, hasta convertirla en un sillón dental altamente tecnificado, dotado de sistemas eléctricos, mecánicos y neumáticos, que le permite al odontólogo atender a sus pacientes en posiciones apropiadas y fiables.



De acuerdo a la labor a desarrollar, el sillón, adopta diferentes posiciones y alturas, (la altura mínima recomendada debe ser 35 a 40 cm. del piso, la cual permite que la cabeza del paciente este al nivel del regazo del operador), conformando por las siguientes partes⁸, ver figura 3.1.

3.2.1 La base.

También llamada punto de apoyo del sillón con el piso, su forma es generalmente redondeada, en forma de columna, cuyas dimensiones no deben constituirse en un obstáculo para que el operador y sus asistentes puedan desplazarse con libertad a su alrededor. Algunos modelos contienen en la misma los sistemas neumáticos, mecánicos o eléctricos que permiten las diversas funciones del sillón y su movilidad. Resulta recomendable controlar el ascenso, descenso y giro del sillón, accionándolo desde su pié.

3.2.2 El asiento.

Acolchado, recubierto de material resistente al uso, lavable; diseñado apropiadamente para evitar la acumulación de residuos producto del trabajo cotidiano que podrían constituirse en foco de contaminación⁸.

Es aconsejable que el paciente esté sentado sobre una superficie de curvatura anatómica y continua, que le permita la sustentación total de cabeza a pies; esta curvatura anatómica debe ser aquella que ofrezca al paciente un soporte óptimo con el mínimo de fatiga durante largos períodos de trabajo. La curva puede ser también articulada (para facilitar diferentes posiciones). El material de soporte debe ser mullido firme y antideslizante⁸.



3.2.3 Respaldo.

Se diseña en forma anatómica para permitir el reposo de la espalda del paciente con comodidad; delgado, es decir, con el mínimo espesor posible; ampliado en su base, generalmente no mayor de 60 cm de ancho y disminuyendo progresivamente en su dimensión hacía la zona de la cabeza, a fin de facilitar la cercanía entre el paciente y el profesional, sin obstáculos que dificulten la visión y creen posiciones incómodas o inconvenientes. El dorso o respaldo del mismo debe ser liso, sin palancas, que interfieran la posición del operador⁸.

La tendencia actual es colocar los controles del sillón en los laterales de su espaldar, a manera de facilitar su operabilidad, tanto por el profesional como por su auxiliar; comúnmente son pequeños pulsadores eléctricos, diferenciados para las distintas funciones⁸.

3.2.4 Cabezal.

Este aditamento del sillón está destinado a soportar la cabeza del paciente; su diseño sigue la misma línea del respaldo (convergente hacía el borde superior); articulado hacia adelante y atrás. (La mayoría de los modelos poseen una almohadilla sobre el cabezal para comodidad del paciente)⁸.

3.2.5 Apoya brazos.

Se diseñan en forma anatómica para comodidad del paciente; deben ser mullidos y articulados a fin de facilitar el desplazamiento o retiro del paciente.



3.3 Módulo Instrumental.

Llamado también Unidad de Comando; constituye la parte central del equipo odontológico, donde se encuentran contenidos todas los controles e instalaciones eléctricas, de agua, y aire, que permiten el funcionamiento de los accesorios que ésta dispone; es el centro de control de los instrumentos rotatorios, jeringa triple de agua aire y spray y los equipos de aspiración o succión. Este conjunto ha variado significativamente en los últimos años, haciéndolo cada vez más sofisticado, respondiendo a las necesidades de cada especialidad y en orden a la protección tanto del paciente como del operador y sus auxiliares. El odontólogo y su asistente realizan la labor operatoria sentados mientras que el paciente se encuentra en posición supina, por tanto se requieren algunas características básicas en el diseño de la unidad. Así por ejemplo el vaso para enjuague, se ha sustituido por el aspirador bucal, lo cual impide que el paciente se incorpore y se economiza tiempo y movimientos⁸.

El módulo instrumental debe estar diseñado, no solo para contener los controles y los accesorios, sino para servir de soporte de otros aditamentos de la misma, como por ejemplo, la lámpara, la bandeja porta instrumentos, equipo de ultrasonido, lámpara de fotocurado, pulmómetro, electrocauterio, negatoscopio, etc.

El módulo debe ser compacto para que ocupe el menor espacio posible dentro de la sala quirúrgica, favoreciendo los movimientos del equipo de trabajo y estar ubicado apropiadamente de modo que no se constituya en un obstáculo para el normal desenvolvimiento de las actividades. Se recomienda situarlo conforme a las especificaciones de cada fabricante y dotarlo de acometidas eléctricas, de agua potable, servida y aire suficientes.



3.3.1 Elementos del Módulo Instrumental.

El módulo instrumental consta básicamente de los siguientes elementos (ver figura 3.2):

- a. Controles eléctricos y manuales para encendido en marcha de la unidad, para regular el flujo de agua a de mano y un manómetro indicador de la presión de aire.

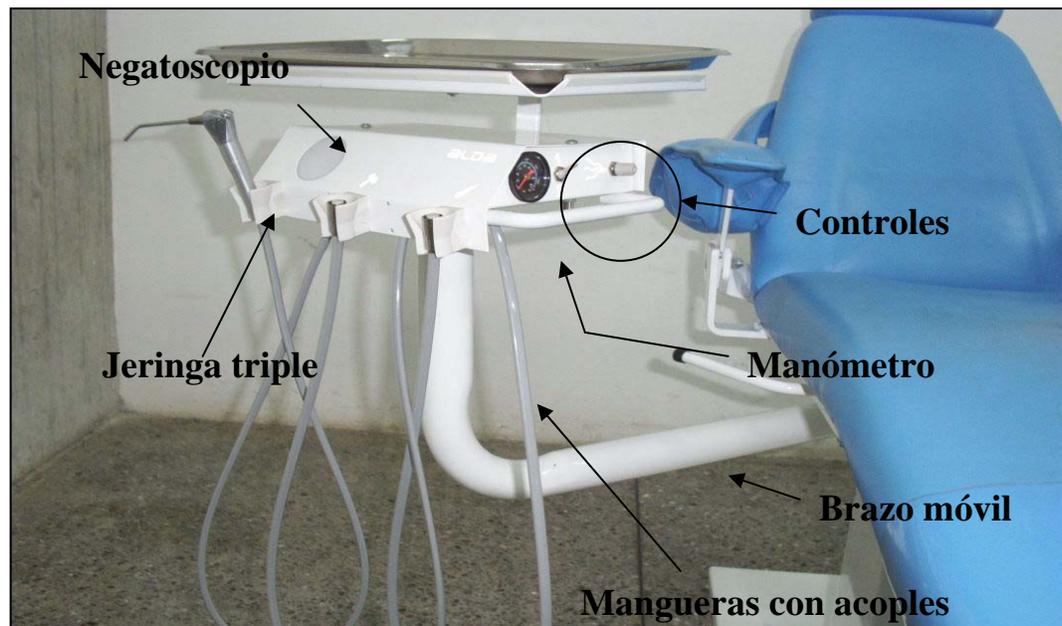


Figura 3.2. Elementos del Módulo Instrumental.

- b. Mangueras con sus respectivos acoples para las piezas de mano, jeringa y sistemas de succión.
- c. Negatoscopio (algunos modelos).
- d. Tomas eléctricas para adaptar distintos accesorios.
- e. Brazo móvil porta bandeja de instrumental, en la cual la mayoría de modelos tienen las adaptaciones para las piezas de mano y jeringa.



- f. Algunos llevan un vástago donde esta incorporada la lámpara.
- g. Conexión para el pedal que acciona las piezas de mano; generalmente funciona verticalmente, aun cuando se recomienda que lo haga lateralmente; sirve para poner en movimiento las piezas de mano, aumentando o disminuyendo su velocidad.

Hoy existen modelos simplificados del módulo de comando, que permiten su movilidad o ubicación a conveniencia del operador y que contienen todos los controles y accesorios necesarios.

3.3.2 Accesorios del módulo instrumental.

El módulo instrumental, como ya se refirió, está dotado de una lámpara, jeringa triple, salivadera, toma de agua potable, sistema de succión, bandeja para instrumental, conexiones para las piezas de mano y equipos eléctricos.



Figura 3.3. Lámpara ¹⁹.

3.3.2.1 La lámpara.

Diseñada como toda la unidad, de material resistente a la corrosión y a



los vapores de mercurio y otras sustancias, que generalmente existen en los consultorios. Este accesorio es de gran importancia para iluminar el campo operatorio; puede estar acoplada directamente al modulo instrumental, al techo o a la pared, mediante un brazo que, le permite su desplazamiento en un amplio radio y en todas las direcciones; emite una luz concéntrica, fría y de intensidad variable, preferentemente de unos 1.200 luxes; cuenta con un sistema de ventilación para disipar el calor que genera el bombillo; éste es generalmente de halógeno y tiene una duración limitada de horas de trabajo; su funcionamiento depende de un transformador de voltaje de 110 a 12 voltios; no debe accionarse bruscamente porque se daña irreparablemente, ni tocarse directamente con las manos, pues esto afecta su funcionamiento y duración. La lámpara cuenta con dos asas o agarraderas que permiten su orientación y un interruptor para el encendido y apagado.



Figura 3.4. Salivadera ¹⁹.

3.3.2.2 Salivadera.

Este aditamento, utilizado básicamente en los sistemas tradicionales, se diseñó para recoger la saliva y restos que se depositan en la cavidad bucal



durante la práctica operatoria; se encuentra ubicado generalmente a la izquierda del paciente y a la altura de su cabeza para permitir su acceso. Se compone de un tazón ahuecado, generalmente de vidrio, opalina o de acero inoxidable, conectado por el fondo a la red de aguas negras; dispone de un filtro para recoger macro partículas; un alimentador de agua, constituido por un tubo curvado, de diámetro reducido; que suministra agua a velocidad suficiente para evacuar la saliva y los desechos, accionado por una llave de paso. Este tazón debe asearse con cada, paciente que lo utiliza y recibir mantenimiento periódico.

3.3.2.3 Sistemas de succión.

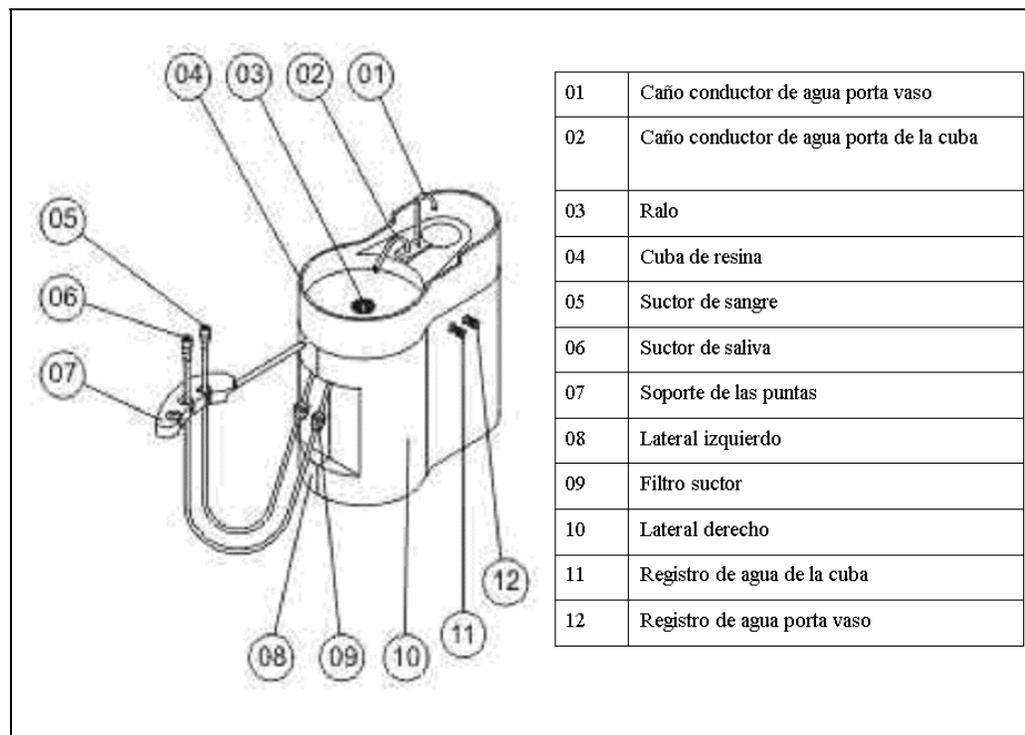


Figura 3.5. Módulo integrado ¹⁷.



Constituidos por un mecanismo que permite la evacuación por succión de los fluidos, como saliva, agua, sangre, restos de amalgama, dentina pulverizada, tártaro, tejidos, etc., permitiendo el trabajo en la boca del paciente con un campo operatorio lo mas aislado posible de estos elementos.

Mientras se realiza la práctica operatoria la cavidad bucal se inunda de agua, saliva y demás fluidos dificultando la intervención. Tomando en cuenta que el paciente se encuentra en posición supina y existen posibilidades de ahogo, se requiere de un sistema eficaz de eyección, que posea gran caudal y poca presión negativa, que funcione en forma similar a como lo hace la aspiradora doméstica, pero succionando aire y líquidos simultáneamente. Los diseños de los eyectores actuales tienden a evitar la excesiva presión negativa, para impedir que la cánula de eyección se pegue a la mucosa bucal durante su uso.

Básicamente existen cinco tipos de equipos de succión, eyección o evacuación:

- *Accionados por aire:* En estos se intercala un gran frasco que recoge los líquidos antes y separa el aire con el fin de evitar que se dañe el aspirador, este a su vez esta dotado de un tapón que obstruye la aspiración y corta la corriente cuando los líquidos llena dicho envase. Sobre este sistema existen variaciones que permiten que al cortarse la corriente se abra un desagüe para facilitar el drenaje de los líquidos.
- *Aspirador por sistema Venturi:* En este tipo de succionador utiliza un elevado caudal de aire a presión elevada, produciendo un vacío dentro de un tubo estrangulado, originando la succión requerida para los líquidos. Este sistema, resulta ser, el más económico y elimina los desechos hacia la cañería,



sin embargo es muy ruidoso y por el alto continuo consumo de aire ocasiona frecuentes daños a los compresores que se ven forzados a trabajar sin descanso⁹. Hay un modelo que utiliza el mismo principio para el vacío, pero empleando un chorro de agua a gran presión y presentando por ello dos inconvenientes:

- Si la presión del agua disminuye, lo hace el succionador y de consiguiente pierde eficiencia.
 - Consume grandes cantidades de agua.
-
- *Aspirador a turbina:* Consiste básicamente en una turbina o aspa que gira accionada por un motor en un cilindro, generando vacío dentro de un envase, de donde parten las mangueras que recogen los líquidos de la boca.

 - *Aspiradores por sistema de anillo líquido:* Este tipo de succionador, utiliza un mecanismo compresor con motor que origina una fuerza negativa y una vez aspirados los líquidos, los expulsa a las cañerías. Su nombre deriva del sistema de lubricación de los pistones que es por una película de agua. Por su capacidad de aspiración se puede utilizar para atender varias unidades; es poco ruidoso, limpio y muy eficiente; requiere una instalación apropiada de costo elevado.

 - *Hemoaspiradores quirúrgicos:* Como su nombre lo indica, se emplean para aspirar restos sanguíneos durante las labores quirúrgicas; funcionan mediante frascos de vidrio de poca capacidad; el vacío que produce el sistema almacena los detritus en los frascos, por lo cual requieren limpieza inmediata.

 - *Aspiradores Centrales:* Estas son grandes unidades prestan su servicio a varios consultorios a la vez; su funcionamiento consiste en una gran bomba de vacío la cual esta situada lejos del consultorio a donde llegan líneas de



vacío que se conectan a mangueras de evacuación individuales y de aquí los desechos colectados son enviados hacia la bomba y de ésta a las cañerías; entre las mangueras de evacuación y las de vacío se coloca un frasco que funciona a manera de trampa para retener los desechos sólidos.

Todos estos sistemas poseen un mecanismo que permite accionarlos a voluntad y cuentan con un dispositivo para adaptarle una cánula desechable, generalmente plástica, de unos 20 cm. de longitud, con una abertura de 10 mm. aprox., con biseles opuestos y protegida la extremidad que se colocará en la cavidad oral con una especie de burbuja seccionada para impedir que se adhiera a la mucosa durante su funcionamiento⁸.

3.3.2.4 Negatoscopio.

Este aditamento está concebido para facilitar la lectura de las radiografías; consiste básicamente en un pequeño recuadro que dispone de un bombillo de luz blanca o fluorescente, sobre la cual se sitúa un vidrio blanco esmerilado, ver figura 3.2. Al colocar sobre éste una radiografía, por contraste, se aprecian los distintos aspectos que ella revela. Algunos modelos de módulo lo traen incorporado, sin embargo, en el comercio existen distintos tipos y tamaños, acuerdo a las exigencias de quien los utilizará.

3.3.2.5 Silla del operador:

Diseñada entro de los parámetros de estética y comodidad definidos, permiten el desplazamiento sobre ruedas colocadas en una base amplia, debe ser sólida y equilibrada, que impida que se voltee, con un mínimo de cinco ruedas; asiento anatómico, confortable y de diámetro reducido, para evitar que presione la parte interna de los muslos y pantorrillas; de altura graduable y dispone de un soporte ventral, o un respaldo ajustable⁸.



3.3.2.6 Silla del asistente:

De diseño elemental, pero igualmente anatómico, base amplia, basculante, con aro para colocar los pies y de altura graduable.

3.3.2.7 Piezas de mano:

En los procedimientos de operatoria odontológica se emplean una serie de instrumentos que le facilitan al profesional la realización de su trabajo. Muchos de ellos son objeto de frecuentes innovaciones para hacerlos más rápidos y eficientes. Este ha sido el caso de las llamadas piezas de mano. Se denominan así porque se emplean asidas con la mano, aún cuando también se las ha denominado taladro, porque sirven para horadar, o turbinas por el principio que las hace funcionar.

El diseño de las piezas de mano en la actualidad atiende a los siguientes factores:

- a. *Velocidad y torque de la pieza:* con ello se permite un trabajo rápido, aún en condiciones de dureza extremas. Estas características favorecen también al operador, que requiere hacer menos esfuerzo manual para obtener los resultados buscados.
- b. *Enfriamiento eficiente:* Las maniobras de corte a velocidades altas generan excesivo calor; para corregir este problema se le adicionó a la pieza de mano surtidores de agua y aire, que al accionarlos producen un spray sobre la fresa y el campo operatorio, que limpia y enfría, con lo cual se atenúan las posibles molestias que el paciente pudiera experimentar durante la intervención.
- c. *Atenuación de las vibraciones:* Los sistemas antiguos transmitían estas vibraciones sobre la pieza dental, la cavidad bucal, la cabeza del paciente y hacia la mano y brazo del operador, haciendo el trabajo desagradable y



traumatizante. En los equipos modernos, estas vibraciones son imperceptibles.

- d. *Disminución de ruidos y ondas sonoras:* Las piezas de mano accionadas por aire a presión, tienen la particularidad de generar ondas sonoras desagradables y de altísima intensidad. Este problema se ha disminuido notablemente al miniaturizarlas, diseñándolas más compactas e innovadoras, requiriendo menos cantidad de aire para alcanzar las más altas velocidades.
- e. *Reducción del consumo de aire:* en orden a preservar el compresor de posibles daños y economizar energía eléctrica por el trabajo excesivo de éste.

Clasificación de las turbinas accionadas por aire:

- *De baja velocidad:* Su rotación oscila entre 0 y 25.000 r.p.m., muy utilizados en los laboratorios; su diseño permite la transmisión del torque del motor a la parte activa, haciéndola más lenta pero con mayor torque. A esta se les adaptan el contrángulo, fresas, piedras y discos abrasivos, para procedimientos de acabado y pulido de cavidades, terminación de detalles en las preparaciones, rebajado de prótesis, etc.



Figura 3.6. Pieza de mano de baja velocidad ¹⁹.



La pieza de mano básica o de baja velocidad, se le llama pieza de mano recta, sin angulaciones en su extremo de trabajo, y fue un instrumento de uso casi exclusivo hasta la aparición de las de alta velocidad; es utilizada con los instrumentos de corte de tallo largo, conocidos con el nombre de instrumentos estilo HP (Hand Piece). A esta pieza se le adaptan además, otros aditamentos que aumentan su campo de acción; entre éstos tenemos, el contrángulo, cuyo nombre deviene de la ligera angulación que posee, al cual se le colocan fresas, piedras, cepillos, discos abrasivos, de pulir, gomas, etc., de tallo corto, que se sujetan a su cabeza mediante dos tipos de ajuste: por cerrojo y por fricción; el cerrojo sujeta el extremo del instrumento mediante fijación mecánica en un surco pequeño en el extremo de su tallo; los que tienen este tipo de fijación se denominan instrumentos RA (Right Angle). Los de fricción se denominan FG (Friction Grip), no poseen surco de retención en su extremo, sino que son lisos.

El ángulo de profilaxis es otro aditamento a la pieza de mano de baja velocidad, cuyo propósito es utilizar, gomas, discos y cepillos para limpieza y pulido, que se sujetan mediante dos sistemas: un tipo de rosca que se ajusta mediante un tallo con cuerda y el tipo de chasquido, por presión mediante un botón liso.

- *De alta velocidad:* Son uno de los adelantos más grandes en la historia dental reciente. Con ellas se puede eliminar la estructura dentaria no deseada, con rapidez y gran precisión. Su uso ha acelerado los procedimientos de operatoria y disminuido el esfuerzo que hacía el operador con otros instrumentos, ya que se eliminó la presión manual excesiva. Estos instrumentos funcionan a altas velocidades generando poco torque, sí se someten a una excesiva presión durante el trabajo se detienen. El acabado y pulido de las cavidades se completa con los instrumentos de baja velocidad y



los de corte y pulido manual.

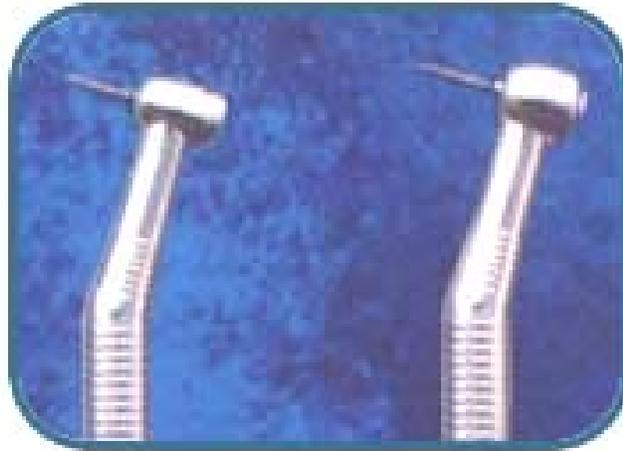


Figura 3.7. Pieza de mano de alta velocidad ¹⁹.

Las piezas de mano de alta y ultra alta velocidad, están diseñadas para trabajar con aire limpio y seco a por lo menos una presión constante de 30 libras por pulgada cuadrada y un caudal o volumen de aire, de 1 a 1,5 pies cúbicos, (28 a 42 litros por minuto)⁸.

- *De ultra alta velocidad:* Funcionan bajo los mismos principios de las ya reseñadas, pero giran hasta 600.000 r.p.m. lo que las hace rápidas en las labores operatorias y por tal razón generan menos molestias al paciente. Las altas velocidades obligaron a cambiar el tipo de fresas utilizadas, por las de acero al carbono, carburo o diamante, por ser más resistentes.

3.3.2.8 El compresor

El aire comprimido a mayor presión que la atmosférica, libre de polvo y agua, es indispensable en todos los consultorios dentales, para el apropiado funcionamiento de numerosos accesorios y la práctica operatoria. Para esto el



compresor es la máquina encargada de tomar aire a la presión atmosférica y comprimir hasta elevar su presión a la necesaria para mover dichos instrumentos.

3.4 Instalaciones básicas:

En el diseño y selección de las instalaciones básicas se deben considerar las recomendaciones de los fabricantes, en lo referente a las acometidas eléctricas, de agua potable y servida, aire y gas⁸.

- a. *El suministro de agua potable:* es conveniente hacerse utilizando una tubería galvanizada de por lo menos ½”, para atender un máximo de tres unidades; de ¾”, de 4 a 6 unidades; de 1”, de 7 a 10 unidades y de 1,5”, de 11 a 20 equipos. La presión de agua no debe bajar de 20 a 30 libras por pulgada cuadrada. Presiones menores reportan un mal funcionamiento de las piezas de mano, la jeringa triple y los sistemas de succionar; instalar un regulador de presión, una válvula de paso que permita hacer reparaciones, filtro para el agua y un sistema de emergencia hidroneumático, son necesarios en orden a prevenir fallas y problemas mayores.
- b. *Las instalaciones eléctricas:* tienen que ser apropiadas y holgadamente suficientes para soportar las cargas que suponen el trabajo de todos los equipos, conforme a las exigencias de sus fabricantes, ello evitará consumos innecesarios de electricidad por sobrecarga en las líneas y cortocircuitos. La planificación del consultorio indicará la ubicación de los tomacorrientes, interruptores, las luces de ambiente y emergencia, etc.; tipo de cableado que se requerirá de acuerdo a las exigencias de cada aparato; estabilizador de voltaje, sistemas de protección contra posibles cortocircuitos. Se recomienda para el compresor la instalación de una línea e interruptor independientes de fácil acceso.



- c. *Sistema de aire comprimido:* se recomienda el uso de tubería de acero inoxidable, o cobre, con el menor número de curvas posibles, protegido del calor, en orden a prevenir la condensación del vapor de agua que deteriora las piezas de mano y otras válvulas. Es aconsejable dotar a la tubería, antes de su acceso a la unidad dental, de una válvula reguladora de presión, de un filtro y un drenaje para excesos de agua condensada.
- d. *Acometidas de aguas negras:* se instalarán con tubería de buen diámetro, dotadas de tapas de visita o registro para efectuar limpiezas y de un sifón que evite los malos olores.

3.4.1 Accesorios:

Una unidad completa incorpora interruptores para electricidad, agua, aire, piezas de mano; jeringa triple; válvulas solenoides encargadas de permitir o no el paso de fluidos; filtros de agua y aire, condensadores, sistema de succión, manómetro, reguladores de la presión de agua y aire, lámpara, pulpómetro, salivadera, reóstato, cauterizador, luces indicadoras de funcionamiento, etc., todo ubicado apropiadamente para facilitar su empleo y acceso en caso de reparaciones.

Estas unidades se han ido simplificando notablemente; en el mercado se consiguen equipos compactos y móviles, que han prescindido de la salivadera, por un sistema de eyección rápido y eficiente y de la lámpara odontológica por una iluminación general.



Capítulo 4

Investigación de usuarios

4.1 Introducción

En este capítulo se definirán los usuarios de la unidad odontológica, se realizarán estudios de las conductas y labores que ejecuta el odontólogo en un día normal de trabajo, los cuales nos permitirán conocer las preferencias del usuario. De la misma manera recolectaremos información acerca de los parámetros antropométricos de la población venezolana, obteniendo medidas de talla y peso, los cuales serán utilizados en el diseño de la unidad odontológica.

4.2 Identificación y descripción de los usuarios

La silla del odontólogo va a ser operada por profesionales odontológicos, hombres y mujeres mayores de 22 años de edad, y el sillón odontológico será utilizado para atender pacientes de ambos sexos con edades comprendidas entre 5 y 80 años de edad, del mismo modo es importante resaltar el diseños deben ser adoptados para la población venezolana de cualquier estrato socio-cultural.



4.3 Recolección de información antropométrica

A continuación se presentaran las medidas de talla y peso de la población venezolana agrupada por edad y sexo. Estos valores nos permitirán garantizar un diseño cómodo y ergonómico para nuestra población.

MASCULINO						
Edades (niños)	Peso (kg)			Talla (cm.)		
	Percentil			Percentil		
	10 Bajo	50 Mediano	90 Alto	10 Bajo	50 Mediano	90 Alto
Recién nacidos	2.7	3.2	3.8	47.6	50.2	52.5
3 meses	4.9	6.1	7.1	57.3	60.6	64.2
6 meses	6.5	7.7	9.1	63.5	67.1	70.7
9 meses	7.4	8.7	10.2	67.4	71.2	74.9
12 meses	8.1	9.6	11.1	70.7	74.6	78.7
15 meses	8.6	10.1	11.8	73.5	77.6	81.7
18 meses	9.0	10.6	12.5	76.0	80.4	84.9
2 años	10.0	11.8	14.1	81.0	85.4	89.8
3 años	11.7	13.7	16.3	88.0	93.7	99.3
4 años	13.4	15.6	18.6	94.8	100.8	106.9
5 años	14.8	17.4	21.1	100.7	107.3	113.9
6 años	16.3	19.4	23.9	106.4	113.4	120.4
7 años	18.1	21.5	27.1	112.0	119.3	126.5
9 años	21.9	26.4	34.5	122.1	129.8	137.6
11 años	25.7	31.9	44.1	129.8	138.8	147.8
13 años	31.5	40.9	56.3	140.3	151.3	162.3
15 años	40.7	51.9	66.9	154.7	164.7	174.9
16 años	45.3	55.9	70.3	159.3	168.3	177.4
17 años	48.6	58.6	72.5	161.7	170.1	178.5
18 años	50.6	60.6	73.8	162.2	170.6	178.9
19 años	51.8	60.8	74.6	162.2	170.6	178.9

Tabla 4.1. Valores de referencia de la población venezolana masculina⁵.



FEMENENO						
Edades (niños)	Peso (kg)			Talla (cm)		
	Percentil			Percentil		
	10	50	90	10	50	90
	Bajo	Mediano	Alto	Bajo	Mediano	Alto
Recién nacidos	2.7	3.1	3.9	46.8	49.3	51.7
3 meses	4.4	5.5	6.4	55.9	59.4	63.0
6 meses	5.9	7.2	8.4	61.9	65.4	69.0
9 meses	6.9	8.2	9.6	66.3	69.8	73.3
12 meses	7.6	8.9	10.5	69.5	73.3	77.0
15 meses	8.1	9.4	11.2	71.9	76.3	80.7
18 meses	8.6	10.0	11.9	74.9	79.2	83.6
2 años	9.5	11.2	13.2	79.6	82.4	88.9
3 años	11.1	13.1	15.7	86.7	92.6	98.6
4 años	12.7	15.0	18.1	93.8	100.0	106.2
5 años	14.2	16.8	20.6	99.9	106.5	113.2
6 años	15.7	18.7	23.4	105.3	112.5	119.6
7 años	17.5	20.9	26.6	111.0	118.4	125.8
9 años	21.4	26.5	25.1	121.5	129.6	137.7
11 años	26.4	34.3	46.2	131.8	141.5	151.2
13 años	34.5	43.0	56.6	144.4	152.6	160.9
15 años	41.3	49.7	62.2	149.6	157.0	164.3
16 años	42.9	51.4	63.6	150.4	157.8	165.2
17 años	43.8	52.3	64.2	150.5	158.0	165.4
18 años	44.1	52.6	64.6	150.5	158.8	165.4
19 años	44.2	52.7	64.8	150.5	158.0	165.4

Tabla 4.2. Valores de referencia de la población venezolana femenina⁵.



4.4 Proporciones en talla y peso del cuerpo humano

Según estudios realizados¹⁵ se ha demostrado que el cuerpo humano conserva relaciones entre su estatura y las demás dimensiones de su cuerpo, de la misma manera se relaciona el peso total del cuerpo con el peso de cada una de sus extremidades.

4.4.1 Relaciones de peso

Tomando en cuenta que el peso total del cuerpo humano es el cien por ciento, se relacionara el peso de las extremidades más importantes en base al porcentaje del peso total, como se puede ver en la siguiente tabla:

Parte del cuerpo	Porcentaje del peso total del cuerpo (%)	Extremidad	Porcentaje en peso de la parte del cuerpo (%)
Cabeza	8.4	Cabeza	73.8
		Cuello	26.2
Torso	50	Tórax	43.8
		Lumbar	29.4
		Pelvis	26.8
Un brazo	5.1	Brazo	54.9
		Antebrazo	33.3
		Mano	11.8
Un pierna	15.7	Muslo	63.7
		Pierna	27.4
		Pie	8.9

Tabla 4.3. Porcentaje en peso de las extremidades del cuerpo humano ¹⁵.

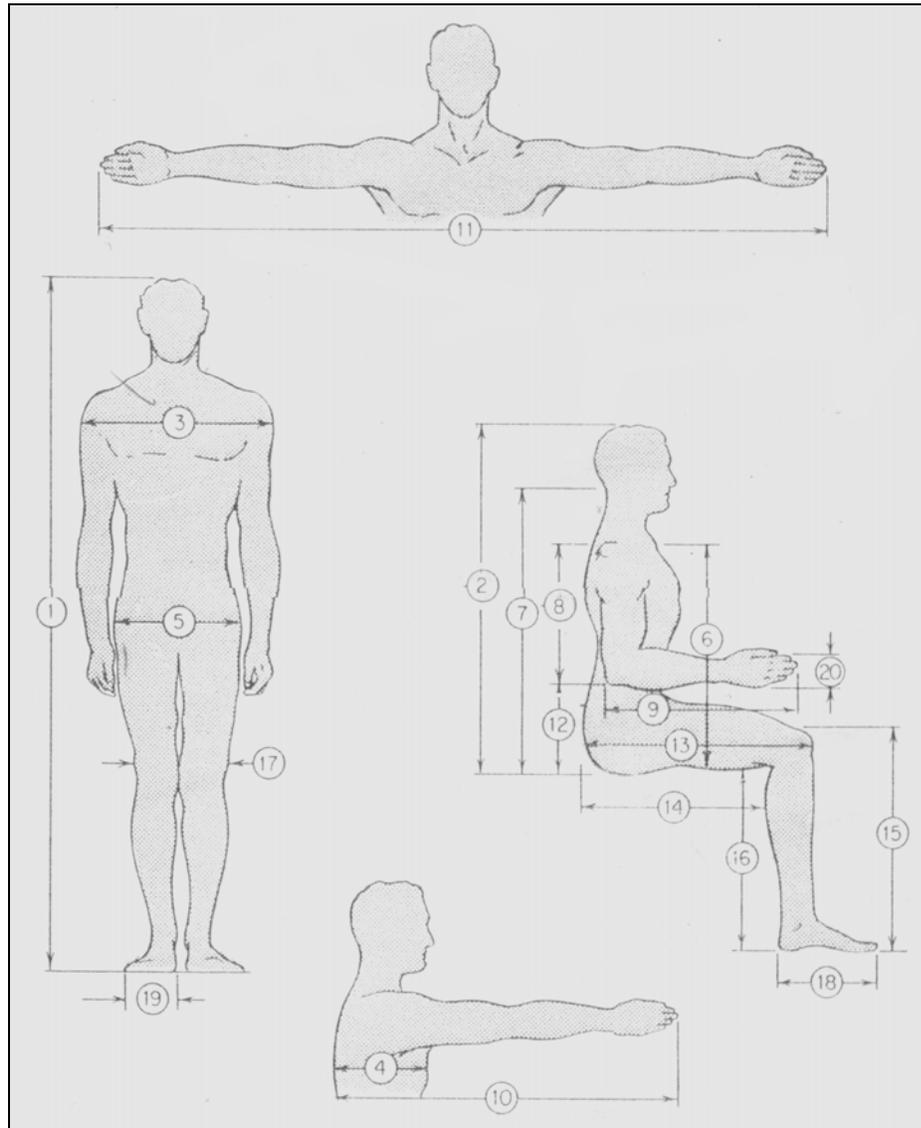


Figura 4.1. Ejemplos de algunas dimensiones del cuerpo ¹¹.

4.4.2 Relaciones de talla y medida

Debido a que en el muestreo tomado en nuestro país por FUNDACREDESA solo establece medidas de talla y peso⁵, fue necesario buscar medidas antropométricas tomadas en otros países y a partir de allí establecer relaciones que nos permitan predecir dimensiones como el ancho de la espalda, ancho de la cabeza, largo de la espalda, etc.



Para ello utilizamos la tabla 4.4 que establece el rango de medidas descritas en la figura 4.1.

	HOMBRES (RANGO)	MUJERES (RANGO)
1 Altura	151,13 - 197,10	139,70 - 185,42
2 Altura sentado	75,95 - 102,11	77,98 - 87,38
3 Ancho de los hombros	37,08 - 57,91	22,10 - 49,02
4 Ancho del cuerpo a la altura del pecho	17,02 - 33,02	
5 Ancho de la cadera sentado	30,48 - 53,85	30,73 - 52,32
6 Longitud a los hombros sentado	48,01 - 69,09	0,00
7 Longitud de la espalda	59,94 - 78,99	53,59 - 76,45
8 Distancia del codo al hombro	28,96 - 45,97	
9 Distancia del codo a la punta de los dedos	39,12 - 56,13	
10 Alcance del brazo	70,10 - 101,09	71,88 - 90,17
11 Distancia de los brazos extendidos.	148,08 - 209,04	
12 Longitud de la cintura al coxis	10,92 - 33,02	17,78 - 30,48
13 Distancia del coxis a la rodilla	46,99 - 70,10	50,04 - 67,82
14 Distancia del coxis a la pantorrilla	39,12 - 58,67	38,61 - 56,39
15 Altura de la rodilla	43,94 - 62,99	
16 Altura del pie al femoral	39,62 - 55,88	39,12 - 52,32
17 Ancho de las rodillas	17,02 - 27,94	
18 Largo del pie	22,61 - 30,99	22,61 - 27,69
19 Ancho del pie	8,13 - 11,94	
20 Ancho de la mano	7,62 - 10,41	

Tabla 4.4. Selección de medidas corporales para adulto (cm.) ¹¹.

Las relaciones fueron fijadas de la siguiente manera:

1. Se divide la medida mínima de la extremidad a estudiar entre la altura mínima y se multiplica por cien.
2. Se divide la medida máxima de la extremidad entre la altura máxima y se



multiplica por cien

- De esta forma se obtuvo un porcentaje en mínimo y en máximo de ambas condiciones. Teniendo así cuatro porcentajes, dos para la población masculina y dos para la población femenina.
- El promedio de estos cuatro porcentajes es el que se va a utilizar para establecer las proporciones de las medidas de la población venezolana.

La relación que se utilizará para el diseño será el promedio de las cuatro anteriores como se puede ver en la tabla 4.5.

		HOMBRES		MUJERES		(%)
2	Altura	50,25	51,80	55,82	47,12	51,25
3	Altura sentado	24,54	29,38	15,82	26,44	24,04
4	Ancho de los hombros	11,26	16,75	0,00	0,00	14,01
5	Ancho del cuerpo a la altura del pecho	20,17	27,32	22,00	28,22	24,43
6	Ancho de la cadera sentado	31,76	35,05	0,00	0,00	33,41
7	Longitud a los hombros sentado	39,66	40,08	38,36	41,23	39,83
8	Longitud de la espalda	19,16	23,32	0,00	0,00	21,24
9	Distancia del codo al hombro	25,88	28,48	0,00	0,00	27,18
10	Distancia del codo a la punta de los dedos	46,39	51,29	51,45	48,63	49,44
11	Alcance del brazo	97,98	106,06	0,00	0,00	102,02
12	Longitud de la cintura al coxis	7,23	16,75	12,73	16,44	13,29
13	Distancia del coxis a la rodilla	31,09	35,57	35,82	36,58	34,76
14	Distancia del coxis a la pantorrilla	25,88	29,77	27,64	30,41	28,42
15	Altura de la rodilla	29,08	31,96	0,00	0,00	30,52
16	Altura del pie al femoral	26,22	28,35	28,00	28,22	27,70
17	Ancho de las rodillas	11,26	14,18	0,00	0,00	12,72
18	Largo del pie	14,96	15,72	16,18	14,93	15,45
19	Ancho del pie	5,38	6,06	0,00	0,00	5,72
20	Ancho de la mano	5,04	5,28	0,00	0,00	5,16

Tabla 4.5. Relaciones antropométricas de las extremidades del cuerpo (%).

4.5 Estudio de las conductas de los usuarios

Para hacer una máquina, herramienta o en nuestro caso, una unidad odontológica ergonómica, con el fin garantizar la perfecta relación hombre-máquina



es necesario establecer cuales son los usuarios que van a operar dicha maquinaria al igual que las actividades que desempeña. Esto nos permitirá la optimización del diseño facilitando así el trabajo y permitiendo un ahorro de esfuerzos y energía.

El inicio de la jornada de trabajo del odontólogo comienza al momento de entrar al consultorio donde realiza las siguientes actividades:

1. Enciende las luces del consultorio.
2. Enciende el compresor y abre las válvulas de suministro de agua y aire comprimido.
3. Luego de esto procede a ordenar y colocar todas las herramientas necesarias en la bandeja.
4. Conecta la turbina y el micromotor (si estuviesen desconectados).
5. Luego de esto es pasado el paciente a la sala operatoria.
6. Es recibido en con el espaldar del sillón inclinado 90° .
7. El odontólogo escucha los síntomas del paciente y da las instrucciones a su asistente sobre cuales son las herramientas y materiales que va a necesitar para realizar ese trabajo en específico.
8. El odontólogo procede a bajar el espaldar del sillón hasta colocar al paciente en la posición de trabajo (posición supina).
9. A medida que el odontólogo realiza su trabajo el asistente debe estar atento y si es posible predecir cuales son las necesidades del odontólogo a medida que realiza su función operatoria, entre estas actividades pueden estar: suministrar un vaso con agua para el enjuague de la cavidad bucal, colocar el succionador, limpiar la cara del paciente si existe algún derrame de líquido, proveerlo de servilleta, preparar las resinas y amalgamas, etc.
10. Luego de realizar la función operatoria el odontólogo retira al paciente inclinando el espaldar del sillón a un ángulo de 90° para facilitar el retiro del mismo.
11. Se procede a la limpieza y esterilización de los instrumentos mientras se espera



la entrada del próximo paciente.

12. Al finalizar el día de trabajo se procede a apagar el compresor y cerrar todas las válvulas de suministro de agua y aire comprimido
13. Se corta el suministro de energía eléctrica.

En el caso ideal donde en el consultorio laboren un odontólogo y un asistente, las funciones 1,2,3,4 y 5 serian realizadas por el asistente.

Es importante resaltar que el mantenimiento de la unidad odontológica en la mayoría de los casos es realizado por contratistas al menos una vez al año. En dicho mantenimiento se limpia los filtros de la escupidera, se engrasan los puntos críticos, se realiza mantenimiento al compresor, etc. De esta manera el odontólogo solo realiza mantenimientos puntuales como cambiar el bombillo de la lámpara y el mantenimiento del micromotor y la turbina según especificaciones del fabricante.



Capítulo 5

Descripción del puesto de trabajo

5.1 Introducción

En este capítulo se estudiarán las posiciones de trabajo más favorables del equipo operatorio y del paciente. De esta manera definiremos que es el círculo de trabajo y que zonas ocupa el operador, el paciente y el asistente dentro del mismo. De igual manera se estudiarán las posturas más convenientes que debe adoptar cada uno de ellos.

5.2 Círculo de trabajo

El punto focal de actividad en la sala de tratamiento es la cavidad bucal del paciente. Al colocarse el equipo operatorio y el instrumental cerca de la cabeza del paciente, podrán lograrse las siguientes finalidades:

- Acceso favorable al campo operatorio.
- Buena visibilidad.



- Reducción de los movimientos de la clase IV y V.
- Comodidad para el equipo operatorio.
- Comodidad y seguridad para el paciente.

Se logra una mayor utilidad con una distribución de la sala de tratamiento en la que el equipo operatorio puede trabajar dentro de un círculo imaginario que tenga un radio aproximado de 50cm⁹. Este el llamado círculo de trabajo, (ver figura 5.1)



Figura 5.1. Círculo de trabajo⁹.

El círculo de trabajo se puede dividir en tres zonas de actividad, a las que se recurre para describir las posiciones de trabajo tanto del equipo como del personal operatorio.

Se consideran cuatro zonas principales alrededor del paciente colocado en posición supina. Si se mira la cara del paciente como si estuviera



localizada en el centro de la carátula de un reloj, podrán designarse estas zonas como sigue, ver figura 5.2.

- Zona del operador (posición de las 7 a las 12 del reloj)
- Zona estática (posición de las 12 a las 2 del reloj)
- Zona del asistente (posición de las 2 a las 4 del reloj)
- Zona de transferencia (posición de las 4 a las 7 del reloj)

Con esta referencia uniforme se puede establecer la localización del equipo operatorio y del instrumental en relación con la cara del paciente como posiciones de carátula del reloj. Por ejemplo, el operador de la Figura 5.2 se encuentra en la posición de las 11 del reloj y su asistente se encuentra en la posición de las 3 del reloj.

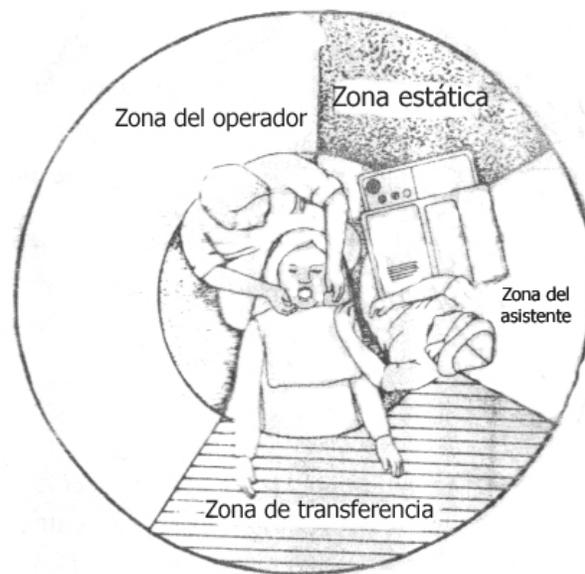


Figura 5.2. Zonas de actividad para el operador diestro⁹.



5.2.1 Zona del operador:

Es la parte del círculo de trabajo en la que se puede colocar el odontólogo para lograr acceso a los diversos segmentos de la cavidad bucal del paciente. Los pacientes se acomodan y se retiran del sillón dental a través de esta zona.

5.2.2 Zona de transferencia:

Es el espacio en el que se transportan instrumentos y materiales desde las mesillas hacia la cavidad bucal y viceversa. Es también una zona excelente para la colocación de la unidad dental, de modo que este fácilmente al alcance del asistente o del odontólogo.

5.2.3 Zonal del asistente:

Es bastante pequeña porque el asistente dental se conserva en la posición de las 3 del reloj durante todo el procedimiento independientemente de la posición del operador. Tiene importancia clínica que la superficie de trabajo se extienda hasta el regazo del asistente, para lograr comodidad y reducción de los movimientos excesivos.

5.2.4 Zona estática:

Es un pequeño espacio sin movimiento en el que se pueden colocar partes del equipo, como aparato de administración de óxido nítrico o gabinete móvil con la cubierta extendiéndose hacia la zona del asistente. Se colocan en esta zona también las unidades dentales de servicio posterior.



5.3 Colocación del operador

Es importante adaptar al ambiente de trabajo al operador, en vez de hacer que este se adapte a un ambiente fijo. Este concepto requiere que el odontólogo adapte una posición sentada favorable, en la que a continuación, se distribuyen el paciente, el asistente y el instrumental y el equipo con relación a esta posición⁹.

El proceso para prepararse para cualquier procedimiento de cabecera debe empezar al sentarse el odontólogo en una “postura balanceada” que tenga las siguientes características:

- La altura del banquillo del operador debe ajustarse de modo que los muslos de este sean paralelos al suelo.
- Debe emplearse toda la superficie del asiento del banquillo para sostener el peso del operador.
- Se recomienda un respaldo para que el operador apoye el dorso sin interferir con los movimientos de sus brazos.
- El paciente debe colocarse de modo que los antebrazos del operador sean paralelos al suelo cuando sus manos estén en posición operatoria. El campo operatorio debe estar localizado en la línea media del odontólogo.
- Los codos deben estar cerca del cuerpo.
- Dorso y cuello del operador deben estar razonablemente erguidos, y la superficie superior de los hombros deben ser paralela al suelo.
- Debe conservarse una distancia aproximada de 35.5 a 46cm entre la nariz del operador y la cavidad bucal de paciente, ver figura 5.3.

La esencia de la postura balanceada es hacer que el odontólogo se coloque de manera que funcione con una mecánica corporal favorable y brinde comodidad al operador y vuelva mínima su fatiga.



Esta descripción de la postura balanceada no implica, forzosamente, que el operador debe sentarse como estatua, sino más bien que establezca una serie de guías básicas de utilidad para lograr comodidad cuando trabaja con el paciente.

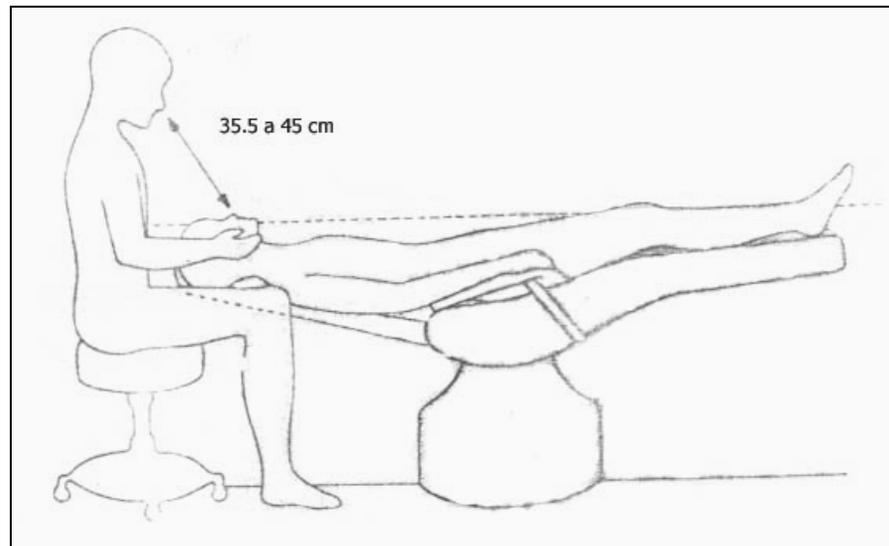


Figura 5.3. Relación entre operador y paciente, con el primero en postura balanceada y el segundo en posición supina⁹.

5.4 Postura del paciente

Una de las medidas más importantes para adaptar el ambiente de trabajo al odontólogo es la colocación adecuada del paciente en relación con la postura balanceada del primero. El paciente se localiza de manera que su cavidad bucal se encuentre sobre el regazo del operador a la altura de los codos del mismo, ver figura 5.4. El odontólogo no tiene que levantarse para trabajar en la cavidad bucal. Los antebrazos del odontólogo deben ser prácticamente paralelos cuando los brazos estén en posición de trabajo en la cavidad bucal del paciente. El respaldo del sillón dental permite a la mayor parte de los operadores colocar las piernas por debajo del mismo cuando



trabajan en las posiciones de las 10 a las 12 del reloj. Sin embargo el odontólogo de baja estatura tiende a colocar el dorso del sillón entre sus muslos con objeto de situar al paciente lo suficientemente bajo para conservar los antebrazos paralelos al suelo⁹.



Figura 5.4. Posición favorable de trabajo para el equipo operatorio.

El sillón ha sido un diseño muy favorable para sentarse y ejercer la odontología de cuatro manos. Si la base es baja y el respaldo delgado y estrecho, permitirá al operador colocarse cerca de la cavidad bucal del paciente no solo en la relación vertical ya descrita sino también en la relación horizontal de paciente con el odontólogo. El dorso estrecho del sillón permite colocar la cabeza del paciente cerca del borde del mismo en el lado del operador, lo que mejora el acceso y la visibilidad. El dorso estrecho del sillón no solo aumenta la comodidad del odontólogo sino que brindan acceso y visibilidad semejantes al asistente.

Para que se aproveche el diseño delgado y estrecho del dorso del sillón,



la cabeza del paciente debe colocarse en el extremo superior del sillón ligeramente hacia el lado del operador. Esto se conoce como posición de trabajo en el paciente, ver figura 5.5. Los pacientes se colocan en la posición de trabajo independientemente de su estatura. En otras palabras los adultos de poca estatura y los niños deben colocarse en el sillón desde la cabecera hacia abajo. Si se colocan siempre de modo que las regiones glúteas están descansando sobre el asiento, la cabeza del paciente bajo de estatura estará localizada en una zona más amplia que el respaldo, lo que dejaría limitado el acceso del equipo operatorio a la cavidad bucal.

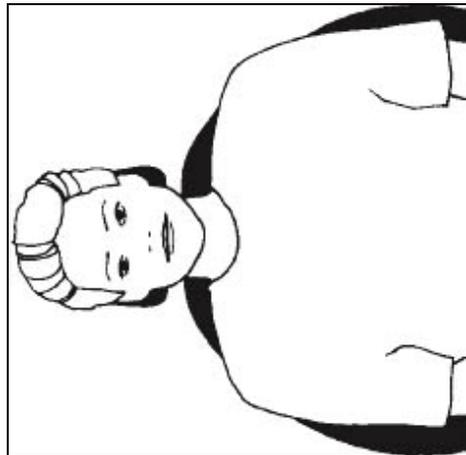


Figura 5.5. Cabeza de una mujer colocada en posición de trabajo¹⁰.

En realidad el sillón dental no funciona como sillón en el ejercicio de la odontología a cuatro manos. En la mayoría de los casos se convierte en cierta clase de mesa de operaciones cuando el odontólogo coloca en él al paciente en posición supina.

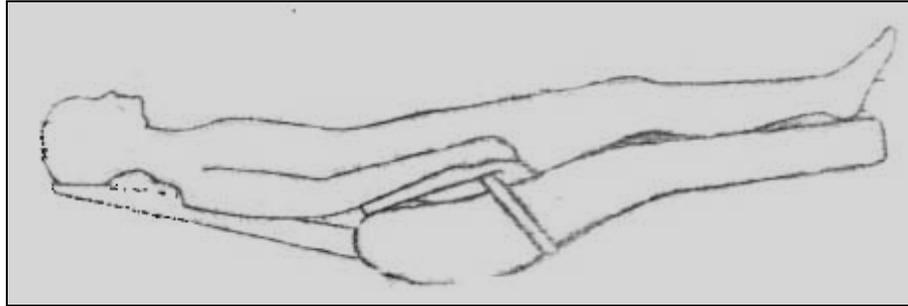


Figura 5.6. Colocación horizontal adecuada del paciente en posición supina¹⁰.

Técnicas para colocar al paciente en posición supina:

- a. Ajustar el respaldo del paciente para que haga un ángulo aproximado de 60 grados con la vertical.
- b. Elevar el sillón a una altura a la que el paciente se pueda sentar con facilidad.
- c. Elevar el brazo del sillón.
- d. Una vez sentado el paciente, elevarlo aproximadamente a 25 cm. Esto da espacio al dentista para deslizarse bajo el dorso del sillón.
- e. Inclinar la parte del asiento hacia atrás para que el descanso de pies se eleve aproximadamente 15 a 20 cm.
- f. Bajar el respaldo del sillón hasta que el paciente se encuentre aproximadamente a mitad de distancia hacia la posición horizontal. Dejar pasar unos segundos para que el paciente se adapte.
- g. Seguir bajando el dorso del sillón hasta que se logren las siguientes relaciones:
 - o La línea imaginaria trazada desde la barbilla del paciente hasta la parte de arriba de los tobillos del mismo sea paralela al suelo, ver figura 5.6.
 - o El plano de la frente del paciente es paralelo al suelo. Quizá el paciente tenga que inclinar la cabeza lo necesario para lograr esta



relación.

- h. Hacer bajar el sillón sobre el regazo del operador.

Colocar al paciente en posición supina es mucho más aceptable, si este no se ve “forzado” hacia esta posición. Con el sillón inclinado a 60 grados antes que el paciente en el mismo, y tras hacer una pausa momentánea a la mitad de camino hacia la posición supina, el paciente puede adaptarse al cambio. Algunos sillones con posición programada tienden a colocar al paciente en la posición supina con demasiada rapidez, lo que quizá objete este. Ocurren a menudo reacciones semejantes cuando el paciente vuelve con rapidez a la posición erguida para terminar el tratamiento.

En la posición supina las piernas y la cabeza del paciente deben encontrarse al mismo nivel. Este tiene que encontrarse plano, con poca flexión al nivel de la cintura. Esto lo explica la posición que adaptan la mayor parte de las personas mientras duermen varias horas sin que se altere su circulación. En paciente cuyas piernas están más elevadas que la cabeza no se considera posición supina, y no se recomienda esta colocación durante periodos prolongados.

Una vez que el paciente se encuentra colocado adecuadamente en la posición supina, se hace bajar el sillón para colocarle la cabeza sobre el regazo del odontólogo. Esta altura debe ser lo suficientemente baja, de modo que los antebrazos del operador estén paralelos al suelo cuando las manos se encuentren en posición de trabajo. Se pueden lograr los ajustes finales para la visibilidad y el acceso a todos los cuadrantes de la boca haciendo que el paciente vuelva la cabeza hacia el operador o hacia la dirección contraria, según se requiera. La cabeza del paciente se puede inclinar también atrás o



hacia adelante, para ayudar a mejorar la visibilidad y el acceso⁹.

Se supone que la posición supina es una posición universal para trabajar en casi cualquier parte de la boca. Sin embargo, como la anatomía bucal y los procedimientos que se van a efectuar en cada paciente son variables, se requieren algunas variantes de la posición supina. El caso más notable que requiere medidas de este tipo es el que necesita acceso a la porción más distal de cuadrante maxilar inferior derecho. A veces se logra mejor acceso a esta región de la boca descendiendo la base del sillón a su posición más baja. A continuación se elevará el respaldo hasta que los brazos del operador sean paralelos al suelo cuando las manos se encuentran en posición de trabajo. El asiento del sillón suele inclinarse ligeramente hacia atrás, y el operador se coloca en la posición de las 7 a las 9 del reloj. Mejora más el proceso cuando se vuelve la cabeza del paciente ligeramente hacia el operador, y no la de aquel⁹.

5.5 Colocación del asistente dental

El asistente dental debe tener una excelente visualización del área de trabajo, de igual manera debe lograr el acceso favorable de la cavidad bucal. Tiene que separar los tejidos, evacuar los líquidos, conservar el espejo libre de gotas de agua, despejar el campo operatorio y observar el proceso de cualquier proceso para anticiparse a las necesidades del operador. Aunque no es absolutamente necesario que el asistente se percate de todos los percances que puede ver el operador, debe ser por lo menos capaz de ver el diente o la región que se está trabajando. Las siguientes consideraciones se recomiendan para colocar el asistente dental en relación con todos los cuadrantes de la boca:



- El asistente debe estar en la posición de las tres del reloj para poder trabajar en todos los cuadrantes, ver figura 5.7.
- El banco del asistente debe colocarse de modo que el borde que mira hacia la parte de arriba de la cabeza del paciente este en línea con la cavidad del mismo.
- El banquito debe estar tan cerca del sillón dental como se pueda.
- Para fomentar la visibilidad, debe elevarse la altura del banco de modo que la parte mas alta de la cabeza del odontólogo se encuentre 15 cm más arriba que la del asistente mientras ambos trabajan en la mayor parte de las regiones de la boca. Sin embargo, en ocasiones se puede mejorar la visión haciendo bajar el banquito para que la cabeza del asistente este a la altura de la cabeza del operador.

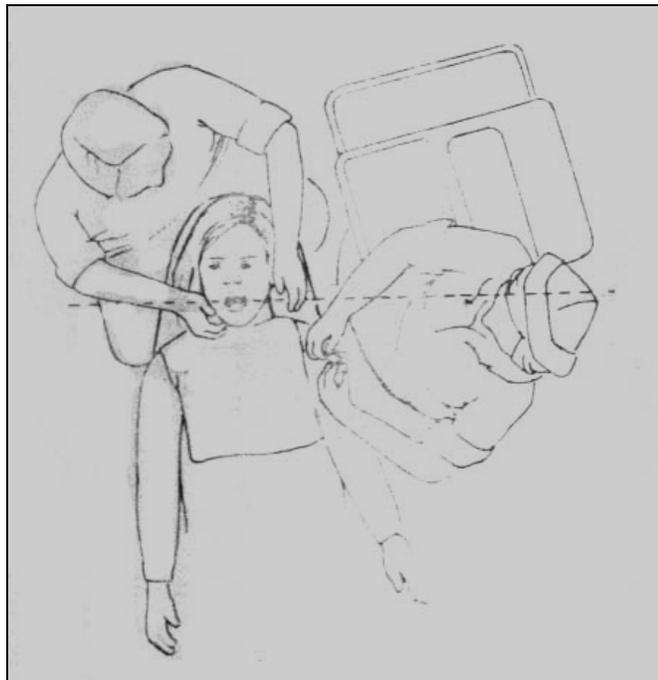


Figura 5.7. El asistente conserva la posición de las 3 del reloj mientras trabaja en todas las áreas de la boca¹⁰.



- El dorso del asistente debe estar bastante erguido, con el brazo de sostén del cuerpo ajustado para brindar apoyo a la parte superior del mismo.
- Las piernas del asistente deben estar dirigidas hacia el extremo de cabecera del sillón, con los brazos de los músculos paralelos al respaldo del mismo. Los pies deben descansar sobre el apoyo adecuado situado en la base del banco.
- Cuando el banco del asistente está colocado adecuadamente, podrá colocarse la cubierta del gabinete móvil sobre el regazo de este, con lo que los instrumentos y los materiales quedarán cómodamente a la mano.

5.6 Iluminación del campo operatorio

Las luces operatorias deben proyectar por lo menos 1.200 luxes sobre el campo operatorio a una distancia de 90 cm de la cara del paciente. La mayor parte de las luces operatorias modernas tienen esta capacidad ⁹.

En general, se recurren a posiciones elevadas de la iluminación para trabajar en las regiones maxilares inferiores, y a posiciones más bajas para las regiones maxilares superiores. Cuando el odontólogo y su asistente están colocados adecuadamente, no deben bloquear la trayectoria de la luz operatoria hacia la cavidad bucal. La inclinación sobre el paciente tanto del operador como del paciente no solo será incómoda, sino que también tenderá a obstruir la luz y a alterar la visibilidad.



Capítulo 6

Investigación ergonómica

6.1 Introducción

En este capítulo se estudiarán las posiciones que debe adoptar el operador y el paciente al momento de realizar el trabajo operatorio con el fin de disminuir las enfermedades ocupacionales inducidas por malas técnicas y posturas.

6.2 Estudio ergonómicos de la silla del odontólogo

En el ejercicio de la odontología se han realizado varias investigaciones ergonómicas con el fin de evitar lesiones y fatiga producidas por la mala adaptación del dentista al campo operatorio. Tomando en cuenta lo antes expuesto se deben considerar los siguientes puntos al momento de diseñar una unidad odontológica¹⁰, (ver figura 6.1):

- Trabajar con el plano medio del cuerpo sin darle vueltas al cuerpo o al cuello durante el trabajo y sin moverse hacia los lados.
- Columna vertebral derecha.
- Cuerpo simétrico.



- Postura que permita que los músculos estén estáticos (posición balanceada).

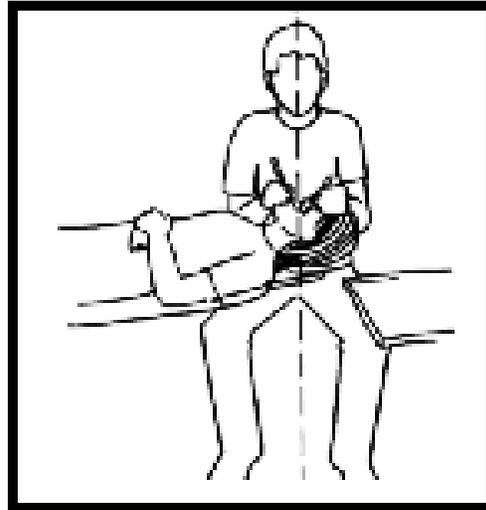


Figura 6.1. Posición correcta de trabajo¹⁰.

6.2.1 Posición reclinada

En esta posición el espaldar de asiento está un poco reclinado hacia atrás, la espina lumbar esta soportada por el resto de la espalda y generalmente es usada por el odontólogo para hablar con el paciente y cuando el área de la boca del paciente es fácil de ver, ver figura 6.2.

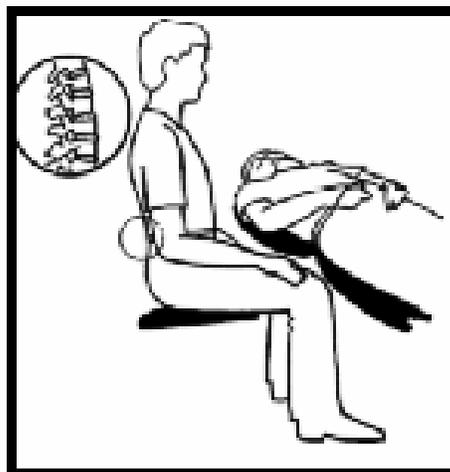


Figura 6.2. Posición reclinada¹⁰.



6.2.2 Posición levemente inclinada hacia delante

Debido a que es difícil trabajar con la espalda puesta en el respaldo de la silla convencional el odontólogo debe inclinarse levemente hacia delante con el fin de poder ver la boca del paciente, creando esto un leve peso sobre las vértebras de la columna, ver figura 6.3.

La mejor manera de mantener la curva lumbar es si se sienta con la espalda solo un poco inclinada hacia delante. Dependiendo del ángulo de inclinación entre la pelvis y el fémur el dentista puede estar sentado de 5 a 10 cm. más alto. Esto significa que el dentista con altura promedio entre 1,78 y 1,80 m debe usar una silla de unos 0,55 m de alto¹⁰.

Para que el odontólogo este bien sentado es decisivo que la silla tenga una pequeña depresión para impedir que su cuerpo se eche hacia delante.

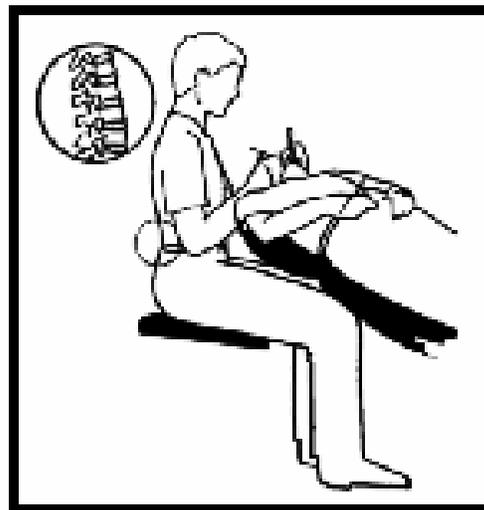


Figura 6.3. Posición levemente inclinada hacia delante¹⁰.



6.2.3 Ventajas cuando se mantiene la curva lumbar correcta

- Baja compresión de la sección frontal de los discos intervertebrales, reduciendo el alcance de los discos (hernia discal).
- La espalda está mejor balanceada y los músculos de la espalda ligeramente estirados.
- Baja compresión en la región abdominal.
- Libre movimiento de las costillas y diafragma, esto nos permite respirar más fácil.
- Cuando nos sentamos con la parte posterior redondeada se tiende a levantar los hombros lo cual podría disminuir la tensión en los mismos. Al mantener la curva lumbar es más fácil que los hombros se encuentren atrás y hacia abajo.
- Previene problemas en los discos de la espina.

El dentista debe usar dos posiciones de sentarse, una con el espaldar de la silla ligeramente reclinada y la otra con el espaldar de la silla ligeramente hacia delante.

6.3 La visión

La visión es un factor muy importante en el campo operatorio ya que de esta depende el tiempo y fatiga producidos al momento de realizar la labor operatoria. Si la visión es mala, el odontólogo tiende a tomar posiciones incómodas para lograr una visión parcialmente buena.

6.3.1 Distancia visual

Algunos dentistas ajustan el sillón de los pacientes de manera que esté en capacidad de trabajar con los antebrazos en posición horizontal. En



principio esta posición de trabajo es la ideal, el problema usual de esta posición es que la distancia de separación entre los ojos del odontólogo y la boca del paciente se incrementa dificultando que se pueda ver con la claridad requerida. Para la mayoría de las personas la distancia visual para trabajos de precisión es alrededor de los 25 cm, ahora la máxima precisión no es siempre necesaria en el trabajo odontológico¹⁰.

Como regla general una distancia aceptable para trabajos de precisión sería 30 cm, cuando la máxima precisión es requerida, la distancia de trabajo debería ser 25 cm, cuando los requerimientos de precisión son menores la distancia de trabajo debería aumentar entre 35 y 40 cm. Si la distancia visual es muy larga el dentista se inclina hacia delante para disminuir esa distancia y el resultado es una pobre posición de trabajo con el cuello y la espalda inclinada¹⁰.

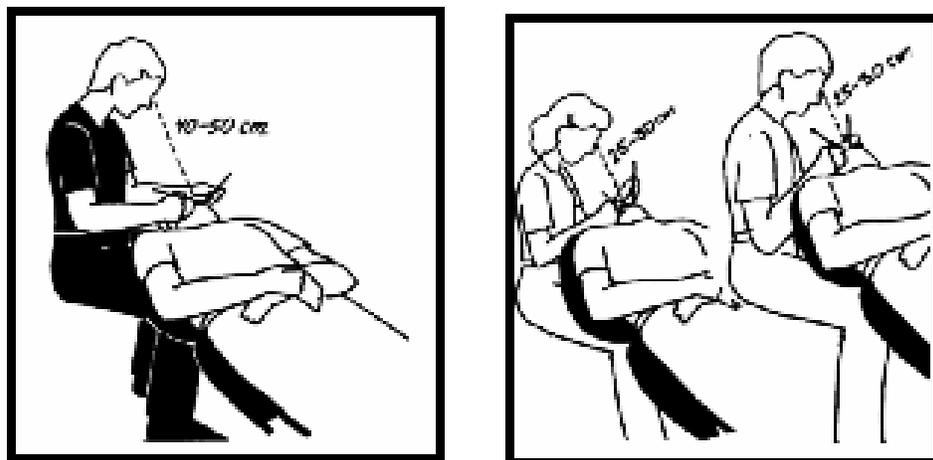


Figura 6.4. Distancia de separación entre los ojos del odontólogo y la boca del paciente¹⁰.

Una forma de mantener la distancia visual correcta sin inclinar el cuello y la espalda hacia abajo es elevando el sillón del paciente hasta que se pueda



ver con la precisión necesaria, esto significa que los dentistas con la altura entre 1,78 y 1,80 m. necesitan un sillón para el paciente que pueda ser ajustado por lo menos a 0,85 m de alto. Generalmente a esta altura el dentista tiene que trabajar con los antebrazos inclinados, a más alto el paciente más inclinado tiene que estar el antebrazo¹⁰.

6.3.2 Dirección visual

No solo es necesario sentarse bien y ver desde la correcta distancia visual, también es necesitamos ver desde la posición correcta. Cuando nos ponemos en el ángulo correcto podemos ver:

- Todas las superficies de los dientes.
- Dentro de todas la cavidades.
- Desde todos los ángulos.
- Tanto como sea posible sin necesidad de usar un espejo.
- Con la precisión necesaria.

Si se tiene un buen ángulo de ubicación no se debe movernos hacia los lados, voltear o torcer el cuello y espalda para poder ver mejor. Si la vista directa conlleva a una mala posición al sentarse, el dentista debería usar un espejo, es usado cuando no es posible obtener una buena visión y para mantener una buena posición de sentarse.

6.4 Criterios a considerar en la postura sentada.

Realizaremos un estudio de los aspectos que hay que tomar en cuenta para diseñar los banquillos de trabajo con el fin de mantener una buena posición sentada y una buena distribución geométrica respecto a los elementos de trabajo.



La posición sentada depende de una serie de factores de los cuales unos son mas modificables que otros, entre los cuales tenemos:

- Elementos de trabajo: silla, superficie de trabajo y espacio de trabajo.
- Hábitos individuales.
- Tarea a desarrollar.

6.4.1 Columna vertebral

La columna vertebral esta formada por una estructura de 32 a 35 huesos llamados vértebras¹. Tienen cinco regiones diferentes, ver figura 6.5:

- Cervical: compuesto por siete vértebras.
- Dorsal o torácica: compuesta por doce vértebras sobre las que se articulan las costillas.
- Lumbar: con cinco vértebras.
- Sacra: formada por cinco vértebras. Estas se denominan vértebras sacras y están formadas en el adulto formando unos huesos triangulares denominado sacro, que junto a los huesos de la cadera forman la pelvis.
- Coxígea: compuesta por tres, cuatro o cinco vértebras atrofiadas.

Vista de frente la columna vertebral es recta, pero vista de perfil cada una de sus regiones tiene una curva diferente. Estas son las tres curvas anatómicas normales: lordosis cervical, cifosis torácica, lordosis lumbar.

Al adoptar la posición de sentado dichas curvas normales o fisiológicas tienden a modificarse y, como consecuencia de esto, pueden sobrevenir sobrecargas es las estructuras de esta parte del cuerpo.

6.4.1.1 Columna lumbar

Conforme los músculos se flexionan a partir de un ángulo, se va



produciendo una rotación de la pelvis hacia atrás. Como consecuencia de esto la columna lumbar tiende a aplanarse y pierde su curva lordótica normal.

La causa de esta rotación se encuentra en los propios músculos isquiotibiales que traccionados por la flexión del músculo transmiten dicha fuerza hasta las tuberosidades isquiáticas, haciendo lo propio y dando como resultado la rotación progresiva de la pelvis.

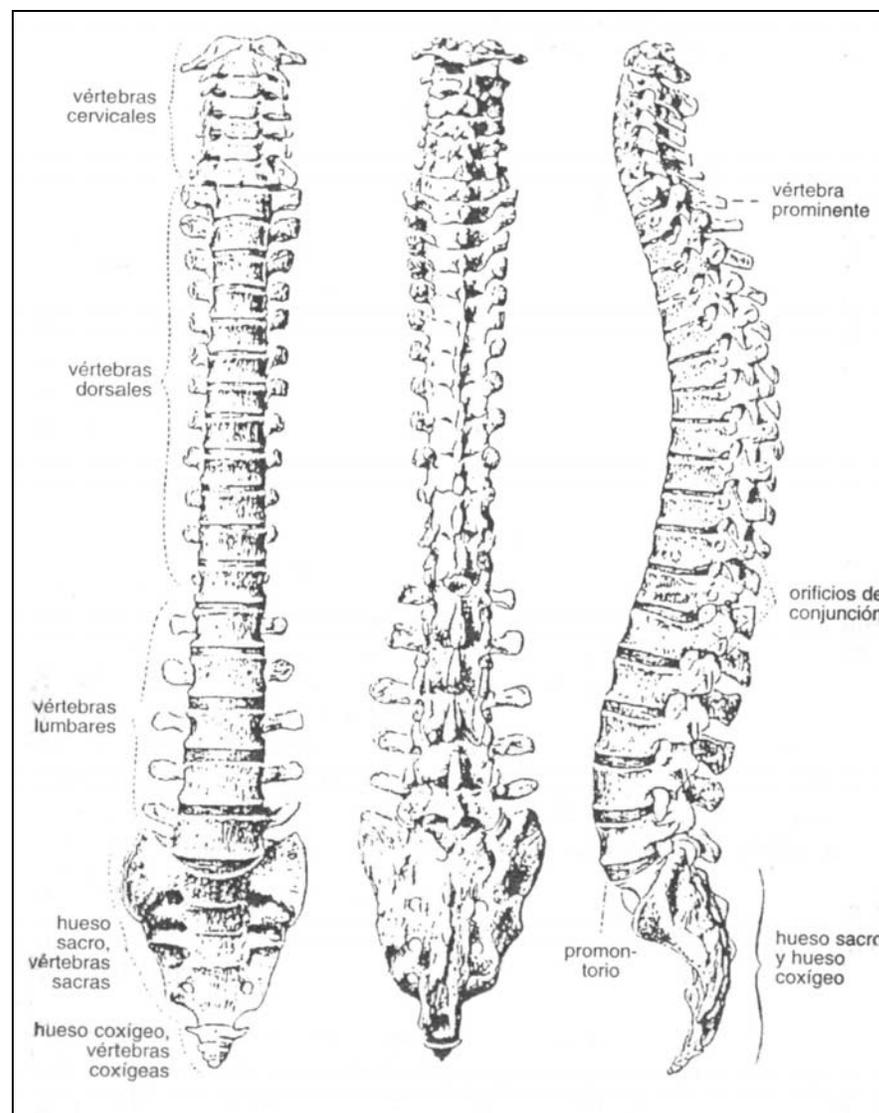


Figura 6.5. Columna vertebral ¹.



6.4.1.2 Columna cervical

Su forma depende de la posición de la cabeza que, a su vez, depende del ángulo visual mantenido. Para evitar grandes flexiones del cuello es importante que este se encuentre dentro de los márgenes recomendados. Como sabemos, el que una persona pueda ver fácilmente una imagen depende en principio de las dimensiones de su área y de la distancia desde la que es observada. Una distancia común para la lectura o visión de datos en un monitor estará en torno a los 36-46cm. Las distancias variarán, como es lógico, en función del tamaño de los objetos visualizados¹.

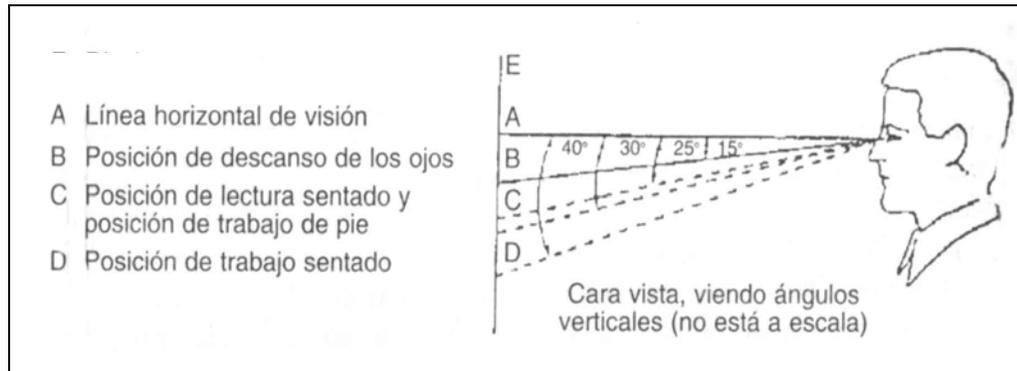


Figura 6.6. Campo visual ¹.

La rotación normal de los ojos hacia abajo desde la horizontal es de unos 15°. Este ángulo se puede mantener durante largos períodos de tiempo cuando se requiere una visión constante. Si este ángulo alcanza valores de 45° o mayores, el tiempo de visión continua disminuye debido a la fatiga muscular ocasionada. La visión por encima de la línea horizontal de la vista produce rápidamente fatiga en el cuello y en los músculos de los hombros¹.

6.4.2 **Altura del asiento**

Si superponemos la figura de varias personas en posición sedente pertenecientes a los diferentes percentiles de población adulta con mesas de



diferentes dimensiones y características, podemos comprender la dificultad que en algunas ocasiones supone la adaptación entre los diferentes elementos que entran en juego, llegando en algunas situaciones a que resulte imposible dicha adaptación.

Situando la altura del asiento de la silla en un valor adecuado podemos conseguir que se realice el trabajo manteniendo posiciones de trabajo favorables.

Las posiciones que adopten los brazos varían dependiendo de la tarea que se va a desarrollar. Si tomamos como ejemplo un puesto de trabajo en el que se realizan fundamentalmente tareas de montaje, escritura o pulsación, la posición que debe adoptarse y que normalmente tomaremos como referencia es la descrita a continuación¹, ver figura 6.7 :

- Angulo brazo-antebrazo: 85-90°.
- Abducción de los brazos 15°-20°.
- Flexión anterior de los brazos <25°.
- Músculos en posición horizontal siguiendo el contorno de la silla.
- Ángulo muslo-pierna ligeramente superior a 90°.

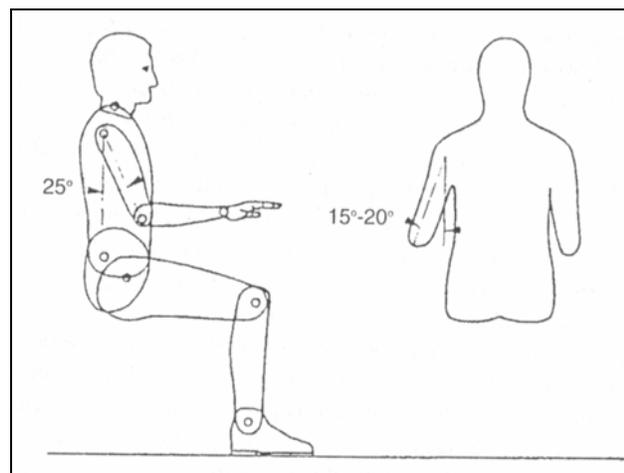


Figura 6.7. Posición que adoptan los brazos en tareas de montaje, escritura o pulsación¹.



6.5 Dimensiones fundamentales de los asientos

Las dimensiones que reciben una mayor atención en el diseño del asiento son:

- Altura del asiento respecto al suelo.
- Profundidad del asiento.
- Respaldo.

6.5.1 Altura del asiento respecto al suelo

Es la distancia existente entre la parte superior de la superficie del asiento respecto del suelo. Para poder adoptar una buena posición de sentado esta deberá coincidir con la altura poplítea (distancia tomada verticalmente desde el suelo hasta la cara inferior de la posición del muslo que esta justo detrás de la rodilla).

Si un asiento regulable pretende acomodar a personas con mayor a menor altura poplítea, el margen de alturas deberá estar comprendido entre el percentil 5 para mujeres (el más bajo) y el percentil 95 para hombres (el más alto).

6.5.2 Profundidad del asiento

Es otro punto fundamental en el diseño de la silla. La profundidad ideal del asiento para una persona es aquella que es ligeramente inferior a su longitud nalga-poplítea. Si la profundidad es exacta, el borde anterior del asiento puede comprimir la zona poplítea interrumpiendo la circulación sanguínea.

Para evitar esta situación, la tendencia es desplazar las nalgas hacia



adelanta con lo cual la espalda queda sin el apoyo debido.

Si la profundidad es escasa, además de presentar una superficie de apoyo insuficiente, provoca una sensación de inestabilidad por la tendencia del cuerpo a ir hacia delante.

6.5.3 Respaldo

El cometido del respaldo es dotar a la espalda de un soporte que recoja parte del peso del cuerpo. La finalidad de su forma está en acoplarse de la mejor manera posible al perfil de la columna vertebral. Sin embargo, se debe evitar que dicho acoplamiento impida la movilidad necesaria para realizar cambios en la posición del cuerpo. Sus dimensiones totales estarán en función del uso que se le quiera dar a la silla. El respaldo, al igual que otras partes del asiento, debe ser regulable para una mejor adaptación del usuario.

Existen otros factores como el acolchamiento, que influye decisivamente en la calidad del asiento. En este aspecto ambos extremos son negativos, es decir, un asiento excesivamente duro no contribuye a distribuir la presión que el peso del cuerpo ejerce sobre la superficie de apoyo del asiento y, por otro lado, un asiento excesivamente blando, a pesar de crear una apariencia en un primer momento muy confortable, priva del necesario apoyo del cuerpo que tiene que estabilizarse ayudado por el apoyo de los pies en el suelo, produciendo de esta forma un innecesarios incremento de la actividad muscular.



Capítulo 7

Desarrollo de especificaciones

7.1 Introducción

En este capítulo se definirán la especificaciones que debe tener cada una de las partes la unidad odontológica portátil según el análisis de usuario realizado en el capítulos 4,5,6.

7.2 El Sillón

Esta compuesto por una base, el respaldar y el posa pie. Este debe estar acondicionado para que el paciente pueda adaptar una posición tal que el odontólogo tenga buen acceso a la cavidad bucal, además esta posición debe eliminar tensiones tanto en el paciente como en el odontólogo, los cuales pueden ocasionar fatiga y enfermedades ocupacionales.

7.2.1 Especificaciones de diseño

Para dimensionar cada uno de los componentes de la unidad odontológica tomamos en cuenta las medidas antropométricas de la población



venezolana (ver capítulo 4) con el fin de garantizar una buena adaptación ergonómica. De la misma manera nos permitirá reducir a su mínima la relación peso-volumen la cual es de suma importancia para garantizar el plegado y transporte de la unidad.

A continuación se establecerá el rango de medidas que debe tener cada uno de los elementos según el tipo de usuarios.

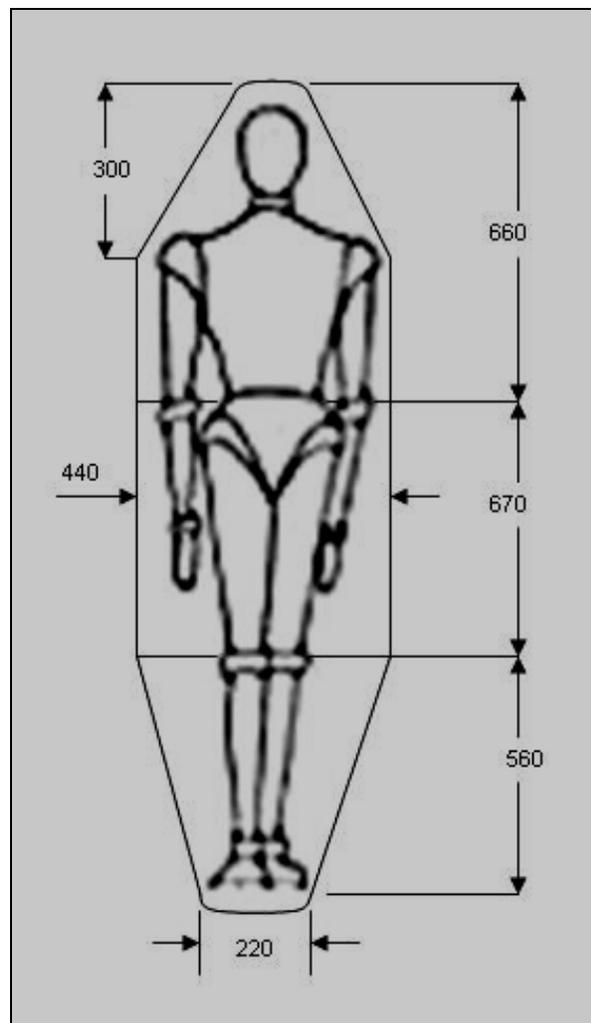


Figura 7.1. Dimensiones de diseño (mm)

7.2.1.1 Especificaciones del respaldo

Ancho	De 400 a 420 mm. en su base y disminuyendo progresivamente en su dimensión hacia la zona de la cabeza.
Largo	De 670 a 680 mm.
Material	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser liviano y resistente para que pueda soportar el peso del paciente.• Acolchado resistente al uso.• Lavable y antideslizante
Forma	Ancho en su base y disminuyendo progresivamente en su dimensión hacia la zona de la cabeza.
Otras características	<ul style="list-style-type: none">• Su diseño debe permitir los cambios de posición del cuerpo.• El ángulo de inclinación con respecto al suelo debe ser regulable para una mejor adaptación del usuario.• El ángulo de inclinación debe variar entre 90 y 180 grados.• Curvatura anatómica y continua.• No debe poseer obstáculos que dificulten la visión y creen posiciones incómodas o inconvenientes.• El dorso o respaldo del mismo debe ser liso, sin palancas, que interfieran la posición del operador.

Tabla 7.1. Especificaciones del respaldo del sillón

7.2.1.2 Especificaciones de la base.

Altura sobre el piso	De 550 a 650 mm.
Ancho	De 400 a 420 mm.
Largo	De 650 a 750 mm.
Material	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser liviano y resistente para que pueda soportar el peso del paciente.• Acolchado resistente al uso.• Lavable y antideslizante.
Forma	<ul style="list-style-type: none">• Conserva sus dimensiones de ancho a todo lo largo, es decir posee forma rectangular.
Otras características	<ul style="list-style-type: none">• Su diseño debe permitir los cambios de posición del cuerpo.• Curvatura anatómica y continua.

Tabla 7.2. Especificaciones de la base del sillón.

7.2.1.3 Especificaciones del posa pies.

Ancho	De 400 a 420 mm.
Largo	De 550 a 600 mm.
Material	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser liviano y resistente para que pueda soportar el peso del paciente.• Acolchado resistente al uso.• Lavable y antideslizante.
Forma	<ul style="list-style-type: none">• Conserva sus dimensiones de ancho a todo lo largo, es decir posee forma rectangular.• El ángulo entre el asiento y el posa pies debe estar comprendido entre 180 y 225 grados.

Tabla 7.3. Especificaciones del posa pie.



7.3 Banquillo del operador:

El banquillo del operador esta compuesto por el respaldar y el asiento, el diseño de los mismo debe permitir al profesional una buena adaptación mientras realiza la labor operatoria, disminuyendo así la fatiga y las enfermedades ocupacionales productos de las malas posturas.

7.3.1 Especificaciones de diseño

Para dimensionar cada uno de los componentes de la unidad odontológica tomamos en cuenta las medidas antropométricas de la población venezolana (ver Capítulo 4) con el fin de garantizar una buena adaptación ergonómica.

7.3.1.1 Especificaciones del respaldo de la silla

Ancho	De 300 a 400 mm. Preferiblemente con una curvatura de permita el mayor contacto con la espalda.
Largo	Mayor a 150 mm.
Material	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser liviano y resistente para que pueda soportar el peso del paciente.• Acolchado resistente al uso.• Lavable y antideslizante
Altura del asiento a la parte baja del espaldar.	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser ajustable para una mejor adaptación.• Su rango debe estar comprendido entre 80 a 130 mm.
Forma	<ul style="list-style-type: none">• Preferiblemente con curvatura semicircular para una mejor adaptación de la espalda.
Otras características	<ul style="list-style-type: none">• Su diseño debe permitir los cambios de posición del cuerpo.• Curvatura anatómica y continua.

Tabla 7.4. Especificaciones del respaldar de la silla.



7.3.1.2 Especificaciones del asiento.

Altura sobre el piso	<ul style="list-style-type: none">• Debe ser ajustable para una mejor adaptación.• Su rango debe estar comprendido entre 460 a 620mm.• Generalmente esta distancia está comprendida entre 500 y 550mm. cuando la altura no es ajustable.
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none">• Generalmente de forma circular.• Radio comprendido entre 550 y 600 mm.
Material	<ul style="list-style-type: none">• Debe tener ser liviano y resistente para que pueda soportar el peso del paciente.• Acolchado resistente al uso.• Lavable y antideslizante.
Otras características	<ul style="list-style-type: none">• Su diseño debe permitir los cambios de posición del cuerpo.• Curvatura anatómica y continua.

Tabla 7.5. Especificaciones del asiento de la silla.

7.4 Especificaciones de la caja de válvulas y la bandeja

La colocación de las válvulas se puede adaptar al espacio físico de la bandeja, considerando que estas deben ser de fácil acceso para el operador. Entre las válvulas importantes que debe tener el sistema tenemos:

- Válvula on/off para la turbina y micromotor
- Válvula on/off para la succión.
- Válvula on/off para el agua.
- Válvula reguladora del caudal de agua.
- Válvula reguladora del caudal de aire.
- Válvula reguladora de caudal en el sistema de succión.

Las dimensiones de la bandeja dependen del trabajo que se vaya a realizar y de los instrumentos y/o herramientas que vayan a colocarse sobre la misma. De forma experimental analizamos las dimensiones de las unidades



existentes en el mercado y llegamos a la conclusión que la bandeja generalmente tiene una medida estándar de 33 x 23.5 cm.

7.5 Otras especificaciones importantes

A continuación se muestran otras especificaciones que hay que tomar en cuenta al momento del diseño.

Radio del círculo de trabajo	50 cm.
Distancia entre la nariz del operador y la cavidad bucal del paciente.	35.5 a 46 cm.
Intensidad de la luz necesaria en la cavidad bucal.	1.500 unidades lux (mínimo)
Altura de la lámpara con respecto al suelo	Entre 2 y 2,5 mts. a 90cm de la cara del paciente
Presión de aire máxima	32 psi.
Flujo de aire máximo	1,9 SCFM a 30 psi
Presión de agua máxima	15 psi.
Flujo de agua máximo	25 cc/min.

Tabla 7.6. Especificaciones importantes a tomar en cuenta en el diseño.



Capítulo 8

Generación, selección y desarrollo de la solución

8.1 Introducción

En el siguiente capítulo analizaremos detalladamente las diferentes opciones y/o configuraciones que pueden tener cada una de las piezas que conforman la unidad odontológica portátil, de la misma forma seleccionaremos los materiales más convenientes para la construcción. Este análisis nos garantizará que nuestro diseño cumpla con todos los requerimientos necesarios tales como: ergonomía, resistencia, peso, confiabilidad, durabilidad, seguridad, transporte, mantenimiento, etc. Se hará un análisis funcional de las unidades portátiles existentes en el mercado y se propondrán alternativas para cada una de sus partes, para luego, por medio de una matriz de selección se escogerá el diseño más conveniente, según los requerimientos del usuario.



8.2 Descomposición funcional

Para realizar un mejor análisis y selección de cada una de las piezas que conforman la unidad odontológica portátil de deben analizar los siguientes componentes básicos:

- Sillón, este a su vez se subdivide en:
 - Base.
 - Posa pie.
 - Respaldar.
- Bandeja.
- Caja de válvulas.
- Banquillo del operador.
- Escupidera.
- Holders.
- Compresor.
- Dispositivo recolector de aguas negras.
- Dispositivo de suministro de agua potable.

El proceso de diseño que se va a implementar es la descomposición funcional y el análisis morfológico, lo cual nos permitirá establecer las combinaciones posibles de componentes y elementos que constituirán la unidad odontología.

8.2.1 Análisis Morfológico

A continuación se explicarán los parámetros seleccionados para evaluar las posibles soluciones en la tormenta de ideas. Para elegir la opción más importante dentro de nuestro estudio, es necesario tomar en cuenta aquellas variables y detalles del diseño en cuestión, para lo que se realizará una ponderación de los parámetros según su importancia y apoyándonos en encuestas realizadas a personas involucradas con el proceso de una u otra



manera y así poder llegar a la solución más acertada del problema planteado.

Tanto la escupidera como los holders, banquillo del operador, lámpara, válvulas, pedal, dispositivos de suministro de agua potable y recolección de aguas negras fueron adaptados a la unidad odontológica portátil, debido a que sus dimensiones son estándar en el mercado nacional. El compresor es adaptado por el usuario y debe cumplir con los requerimientos especificados al finalizar el diseño de la unidad.

Los parámetros de selección para las opciones son el punto de partida para la elección final del diseño, por lo cual deben ser bien definidos para evitar confusiones en el momento de la evaluación. Estos parámetros se detallan a continuación estableciendo un valor ponderado de acuerdo a su importancia, del 1 al 5.

Criterio	Ponderación
Resistencia	4
Ergonomía	5
Funcionalidad	4
Proceso de Fabricación	3
Peso y dimensiones	4
Estética	3
Menor costo de Fabricación	4

Tabla 8.1. Criterio ponderado para la evaluación del diseño



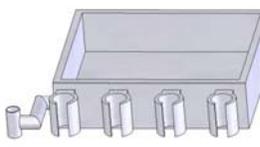
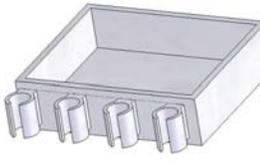
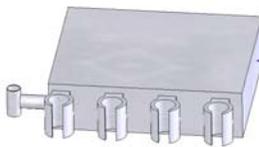
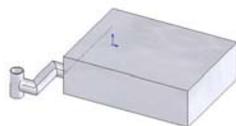
Componente	Propuesta de diseño N° 1	Propuesta de diseño N° 2	Propuesta de diseño N° 3
Base			
Posa pie			
Respaldar			
Bandeja	 Pivote en Z		 Pivote Recto
Caja de válvulas		 Pivote en Z	
Envase presurizado			

Tabla 8.2. Propuestas de diseño



Continuación:

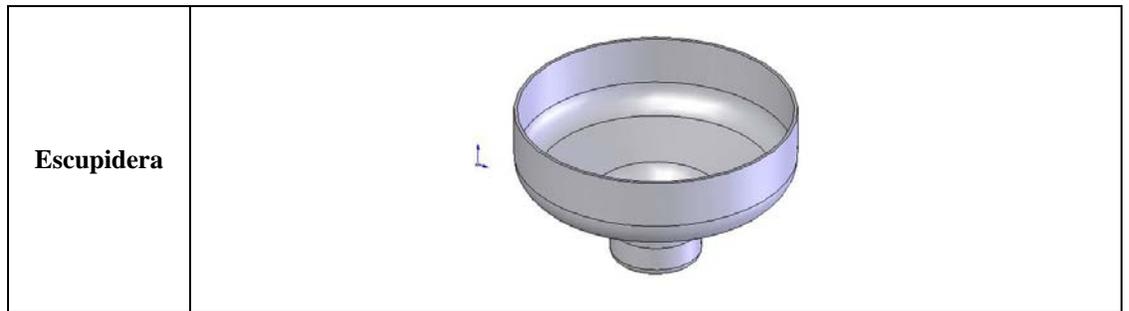


Tabla 8.2. Propuestas de diseño

8.2.1.1 Escala de Evaluación

Para la evaluación eficiente de los parámetros de selección, se utilizó una escala de una forma neutral y objetiva con el fin de escoger la opción más razonable. Esta escala plantea los siguientes niveles de estimación:

Denominación	Valor correspondiente
Excelente	5
Muy Bueno	4
Bueno	3
Aceptable	2
Deficiente	1

Tabla 8.3. Escala de evaluación para el diseño

8.2.1.2 Matriz de selección

Aplicando los criterios para los parámetros de selección y ponderándolo de acuerdo a la escala de estimación anteriormente descrita, se evaluaron cada una de las opciones propuestas de una manera objetiva, lógica y neutral, con el fin de elegir el diseño que reuniera las características que mejor se ajustarán a nuestras necesidades. Tomando como ejemplo la selección de la base:



Criterios	Ponderación	Diseño N°1		Diseño N° 2		Diseño N° 3	
		P	PP	P	PP	P	PP
N° 1	4	3	12	5	20	5	20
N° 2	5	3	15	3	15	5	25
N° 3	4	3	12	4	16	5	20
N° 4	3	5	15	4	12	4	12
N° 5	4	5	20	4	16	4	16
N° 6	3	5	15	5	15	5	15
N° 7	4	5	20	4	16	4	16
TOTAL		109		110		124	

Tabla 8.4. Matriz morfológica para la selección del diseño

De los diseños propuestos, el que mejor se adaptó a las necesidades de los usuarios según nuestra escala de evaluación en el diseño número tres.

8.3 Selección de materiales

El material es un punto muy importante que hay que tomar en cuenta en el diseño de la unidad, analizando según nuestra escala de evaluación los esfuerzos máximos aplicados, el peso y volumen más apropiado, así como otras propiedades que se deben considerar para optimizar la producción. En virtud de ello se realiza una matriz de selección para definirlo.

8.3.1 Alternativas para el material

En el mercado existen una gran variedad de materiales en los cuales podemos realizar las piezas metálicas de la unidad odontológica, por ello hemos preseleccionado las siguientes alternativas:



Aluminio: es un material de considerable importancia en la actualidad, sus propiedades permiten darle usos múltiples. Sin duda, es el metal, que después que el acero, se utiliza con mayor frecuencia¹³.

El aluminio ha conseguido una importancia muy especial en muchos dominios de la industria, a causa de poseer una serie de propiedades muy beneficiosas que lo han convertido en uno de los materiales más idóneos y ventajosos desde el punto de vista económico¹³.

Por otra parte el aluminio no presenta un límite de resistencia a la fatiga bien definido, de modo que la falla ocurre incidentalmente aún en esfuerzos muy bajos. Debido a su bajo punto de fusión, el aluminio no se comporta bien en temperaturas elevadas. Las aleaciones de aluminio tienen escasa dureza, lo que origina poca resistencia al desgaste abrasivo en muchas condiciones¹³.

Las aleaciones de aluminio forjado se dividen en dos clases: las endurecidas y las reforzadas solo con trabajo en frío y las que deben sus propiedades mejoradas al tratamiento térmico. Algunas de estas aleaciones se encuentran por envejecimiento en forma espontánea a temperatura ambiente¹⁴.

Las aleaciones más importantes endurecibles al trabajarlas son el aluminio comercialmente puro (Aluminum Association 1100) o la aleación con 1.25% de magnesio (Aluminum Association 3003). Ambas se encuentran en una amplia gama de forma de varillas, láminas, tubos, alambres y perfiles extruidos. La aleación (Aluminum Association 3003) se utiliza mucho en utensilios de cocina, tubo conduit y otros productos en los cuales se desea resistencia mecánica y dureza algo mayores que la del aluminio puro. Estas aleaciones pueden endurecerse por trabajo en frío, pero no se someten a tratamiento térmico, excepto recocido para eliminar los



esfuerzos residuales resultantes del trabajo en frío.

Cuando se necesitan aleaciones de alta resistencia mecánica, es común usar una del tipo del **duraluminio**. La más común es la aleación 2024, esta aleación se trabaja con facilidad en caliente. Se encuentra en forma espontánea a temperatura ambiente después de un tratamiento térmico de solución. Se debe someter a trabajo en frío prolongado después de transcurrir unas cuantas horas del temple por inmersión. El trabajo en frío seguido por el temple por envejecimiento, es algo más complicado de practicar, pero da la máxima resistencia que puede obtenerse con la aleaciones. En la construcción de aviones, la aleación 2017 ha sido sustituida en gran parte por la 2024, porque esta tiene mayor resistencia mecánica. Las aleaciones 6061 y 6063 tienen mejores cualidades de fabricación en la condición templada por inmersión. La aleación 6053 se utiliza por su combinación de buenas propiedades físicas y de resistencia a la corrosión. Con esta aleación se fabrica la mayor parte de los perfiles arquitectónicos extruidos. La aleación 2219 es la más fácil de soldar de las aleaciones de alta resistencia mecánica que pueden someterse a tratamiento térmico. La aleación 7178 es la de máxima resistencia mecánica, susceptible de tratamiento térmico, que se encuentra en la actualidad en el comercio y se solda con facilidad.

La mayoría de las aleaciones tratables térmicamente son menos resistentes a la corrosión que el aluminio puro o de la aleación aluminio-magnesio; la aleación 6053 es una excepción¹⁴.

Acero: Los aceros simples o de bajo carbono, son tratados térmicamente para alcanzar la estructura y las propiedades adecuadas. La estructura puede variar desde la perlita gruesa o fina hasta la bainita o la martensita revenida. Todos los tratamientos térmicos del acero están orientados a la producción de ferrita (α) y cementita (Fe_3C) o de la adecuada combinación de propiedades. Los aceros suelen clasificarse mediante los



sistemas AISI y SAE, los cuales usan una cantidad de cuatro o cinco dígitos. Los primeros dos números se refieren a dos elementos de aleación más importantes¹⁴.

Acero inoxidable: ciertas aleaciones de hierro y cromo poseen alta resistencia a la corrosión y a la oxidación a temperaturas elevadas y mantienen una resistencia considerable a esas temperaturas. Estas aleaciones, a veces contienen níquel y pequeños porcentajes de silicio, molibdeno, tungsteno, cobre y otros elementos. Este vasto y completo grupo de aleaciones se conoce como aceros inoxidables y normalmente se clasifican en tres grupos¹⁴:

- Aceros austeníticos, que contienen níquel y cromo.
- Aceros martensíticos, los cuales son aleaciones templables con contenido hasta de 18% de cromo y que al templearlos por inmersión, son martensíticos.
- Aceros ferríticos: que son aleaciones con bajo contenido de carbono que no son templables y con contenido de hasta 27% de cromo.

Material	Esfuerzo de Fluencia		Esfuerzo Último	
	kpsi	MPa	kpsi	MPa
Aluminio 6063T5	21	144	27	186
Acero AISI 1010	36	207	58	365
Acero AISI 304 (Inoxidable)	35	241	75	517

Tabla 8.5. Esfuerzos de fluencia para los posibles materiales de diseño

8.3.2 Criterios para la Selección del Material

Los parámetros de selección para las opciones son el punto de partida para la elección final del material, por lo cual deben ser bien definidos para



evitar confusiones en el momento de la evaluación. Estos parámetros se detallan a continuación estableciendo un valor ponderado de acuerdo a su importancia, del 1 al 5.

Criterio	Ponderación
Resistencia	5
Costo	5
Peso	4
Soldabilidad	4
Resistencia a la corrosión	2
Disponibilidad en el mercado	4
Acabado	4

Tabla 8.6. Criterio ponderado para la evaluación del material

8.3.3 Matriz de selección del material

Tomando como base la escala de evaluación de la tabla 8.3 y aplicando los criterios para los parámetros de selección y ponderándolo de acuerdo a la escala de estimación anteriormente descrita, se evaluó cada una de las opciones propuestas para el material de elaboración de una manera objetiva, lógica y neutral, con el fin de elegir el que reuniera las características que mejor se ajustarán a las solicitudes de diseño.

Debido a las necesidades del diseño y tomando en consideración las propiedades de cada uno de los materiales se debe tomar en cuenta que:

- El diseño debe soportar grandes esfuerzos sin que se deforme o falle.
- A pesar que el aluminio es muy ligero, las propiedades mecánicas de las aleaciones disponibles en el mercado no son óptimas para nuestro diseño, mientras que los aceros, a pesar de ser menos livianos, tienen mejores propiedades mecánicas.
- El acero comercial es fácil de soldar mediante cualquier proceso sencillo.



De acuerdo al diseño seleccionado, es necesario realizar diversas uniones soldadas, con lo cual la selección de este material beneficia la construcción de este elemento.

- Los aceros inoxidable son altamente resistentes a la corrosión, sin necesidad de ningún otro proceso de recubrimiento y/o maquinado, a diferencia de los demás materiales. Es importante resaltar que en la medida que se realicen mayor cantidad de procedimientos para la mejora del material, mayor serán los costos de producción.
- Los tres materiales se encuentran disponibles en el mercado en diferentes presentaciones, las cuales podemos ajustar de acuerdo a los requerimientos que se nos presenten.
- El aluminio es excelente para maquinar y trabajar. Sin embargo, trabajar con aceros es más económico a pesar que se deban aplicar otros procesos, tales como galvanizado, pintura electrostática, cromado y cualquier otro sistema.

Criterios	Ponderación	Acero 1010		Acero inoxidable		Aluminio	
		P	PP	P	PP	P	PP
Resistencia	5	4	20	5	25	3	15
Costo	5	5	25	3	15	4	20
Peso	4	4	16	3	12	5	20
Soldabilidad	4	5	25	4	16	3	12
Resistencia a la corrección	2	3	6	5	10	5	10
Disponibilidad en el mercado	4	5	20	4	16	4	16
Acabado	4	5	20	5	20	5	20
TOTAL		132		114		113	

Tabla 8.7. Matriz de selección del material

Donde “P” es el promedio y “PP” el promedio ponderado



Según los resultados arrojados por la matriz morfológica se seleccionó el **acero comercial AISI 1010** para la contracción de la unidad odontológica, esto ligado a su facilidad para ser soldado, su bajo costo, su alta resistencia y disponibilidad en el mercado.

8.4 Cálculos esfuerzos en las piezas del dispositivo

Una vez realizado el diseño de cada una de las piezas, se procedió a los cálculos de las fuerzas y los esfuerzos que actúan sobre cada una de ellas con el fin de garantizar la vida útil de la unidad.

De acuerdo a la proporciones de peso de cada extremidad del cuerpo humano (ver tabla 4.3), se estableció cuales serían las fuerzas que debería soportar cada una de las partes de la unidad. Tomando en cuenta que el peso máximo promedio de una persona adulta es de 75 kg (ver tabla 7.1), y adicionándole un sobrepeso del 50% calculamos:

$$\text{Peso de diseño (PD)} = 75 \text{ kg} * 1.5 = 112.5 \text{ kg}$$

$$\text{Fuerza ejercida por el cuerpo} = 112.5 \text{ kg} * 9.8 \text{ m/s}^2 = 1102.5 \text{ N}$$

Para el diseño se dividió el cuerpo humano en cinco partes (ver figura 8.2), cada una de ellas con un peso $P(x)$. Por tanto el peso total de diseño sería la suma del peso de cada una de las partes del cuerpo, como se puede ver a continuación:

$$\text{Peso de diseño (PD)} = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

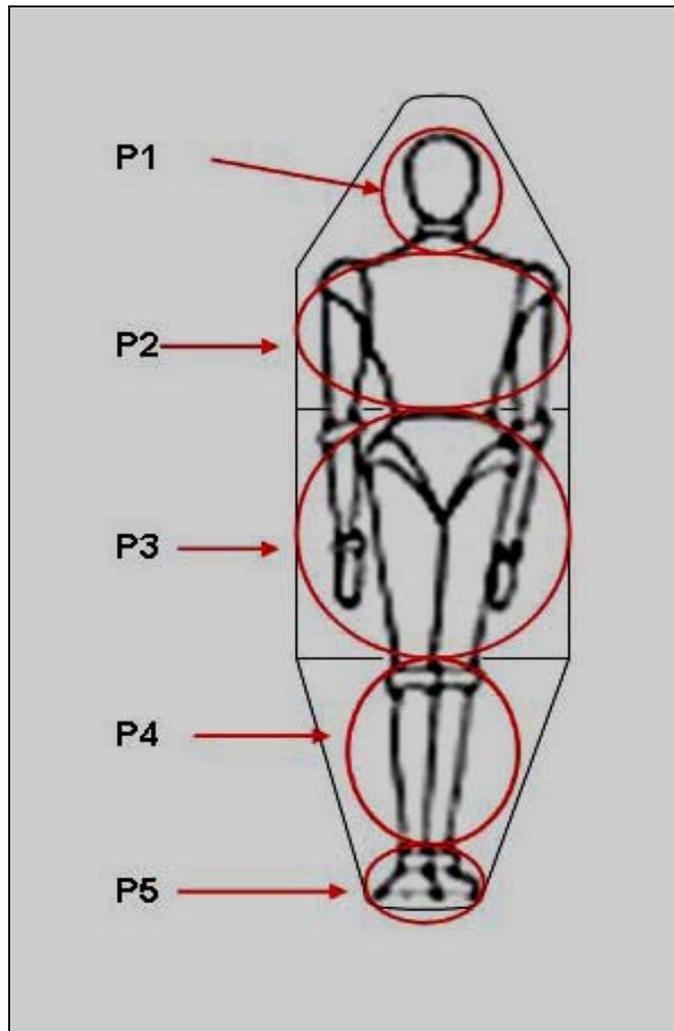


Figura 8.1. Distribución de peso.

El peso de cada una de las partes del cuerpo fue tomado de la tabla 4-3, arrojando los siguientes resultados:

$$P1 = 0,084 * PD$$

$$P2 = 0,321 * PD$$

$$P3 = 0,481 * PD$$

$$P4 = 0,086 * PD$$

$$P5 = 0,028 * PD$$



8.4.1 Cálculo de esfuerzos en el posa pie

Los cálculos de esfuerzos fueron realizados asemejando cada una de las piezas a vigas en voladizo, colocando la misma en la posición más desfavorable (en este caso horizontal) según sea el caso, tomando en cuenta que el material es isotrópico y cumple con la ley de Hooke.

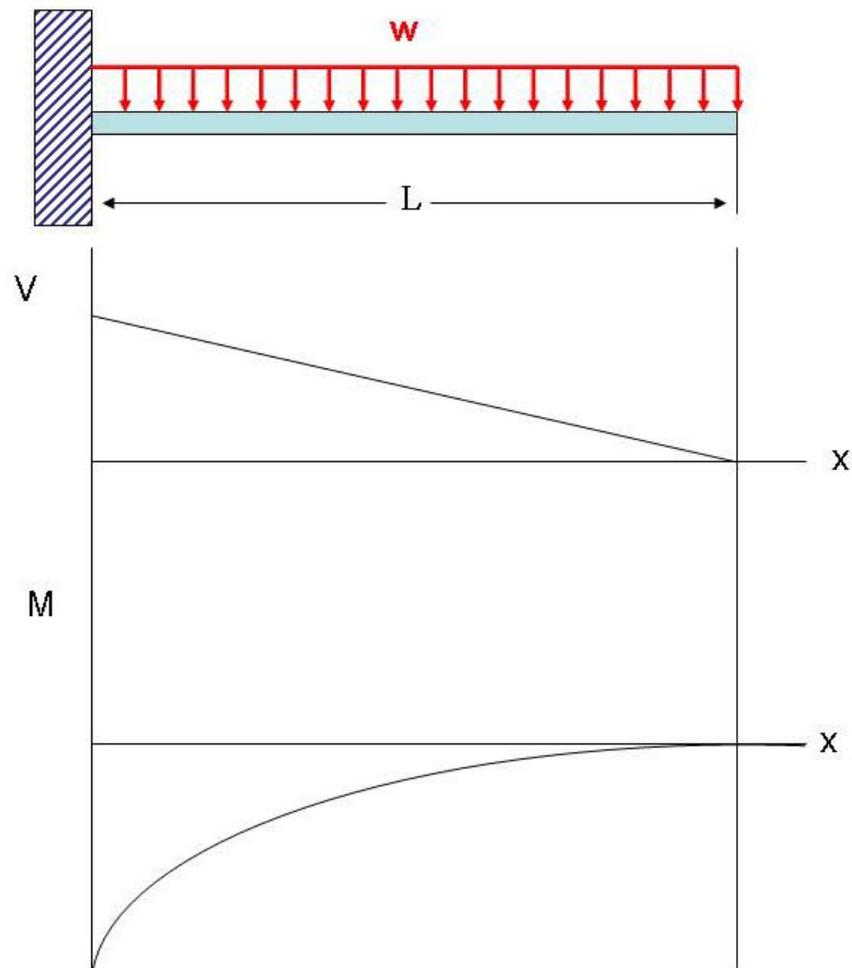


Figura 8.2. Diagrama de cuerpo libre para el respaldar.

$$L = 0,76 \text{ m}$$

$$W = 171,05 \text{ N / m}$$

$$R_{\max} = W * L = (171,05 \text{ N / m}) * (0,76 \text{ m}) = \mathbf{130 \text{ N}}$$



$$M_{\max} = (-W * L^2) / 2 = -49,4 \text{ N.m}$$

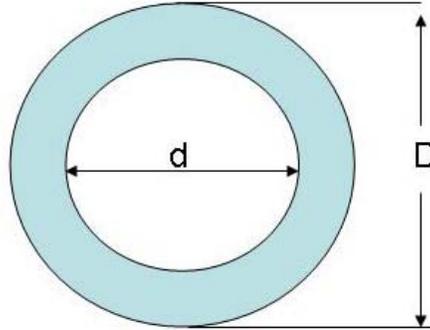


Figura 8.3. Sección transversal de la tubería.

Donde:

$$D = 0,0254 \text{ m}$$

$$d = 0,0216 \text{ m}$$

$$C = D / 2 = 0,0254 \text{ m} / 2 = \mathbf{0,0127 \text{ m}}$$

$$I = [\pi \cdot (D^4 - d^4)] / 64 = \mathbf{9,74 \cdot 10^9 \text{ m}^4}$$

$$\sigma_{\max} = (M * C) / I = \mathbf{6,44 \cdot 10^7 \text{ N} / \text{m}^2}$$

$$\mathbf{\text{Factor de seguridad}} = S_y / \sigma_{\max} = 2,061 \cdot 10^8 / 6,66 \cdot 10^7 = \mathbf{3,2}$$

8.4.2 Cálculo de esfuerzos en las patas.

Suponemos que cada pata debe soportar el 75 % del peso total de diseño por tanto la fuerza a la que esta sometida cada una de las mismas debe ser de:

$$F_p = 0,75 * 1100 = \mathbf{825 \text{ N}}$$



Para facilitar el cálculo dividimos las pata en dos zonas de estudio:

Zona 1: sometida a esfuerzos por flexión.

Zona 2: sometida a esfuerzos por compresión.

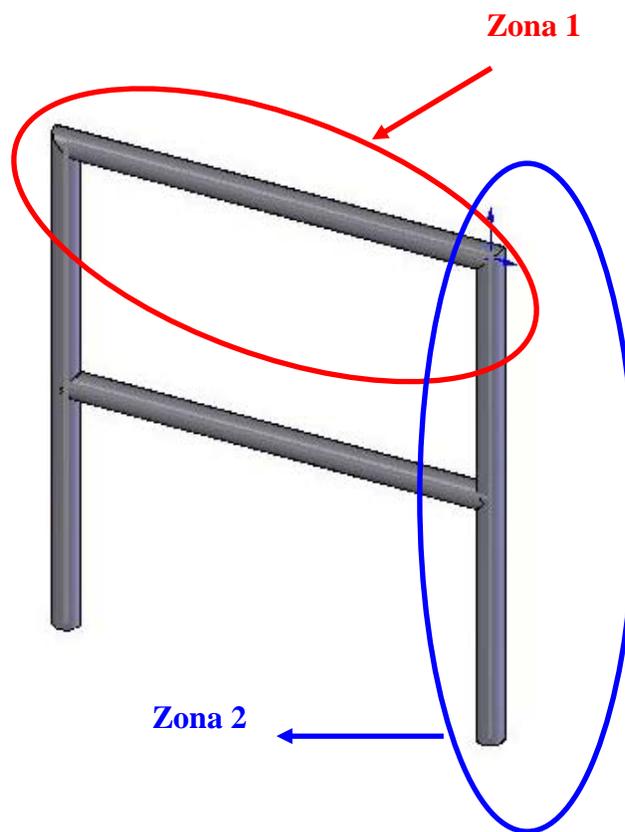


Figura 8.4. Pata del sillón.

Cálculo de esfuerzos en la zona 1:

En esta zona el perfil se encuentra a compresión por tanto hacemos la siguiente similitud para facilitar el cálculo:

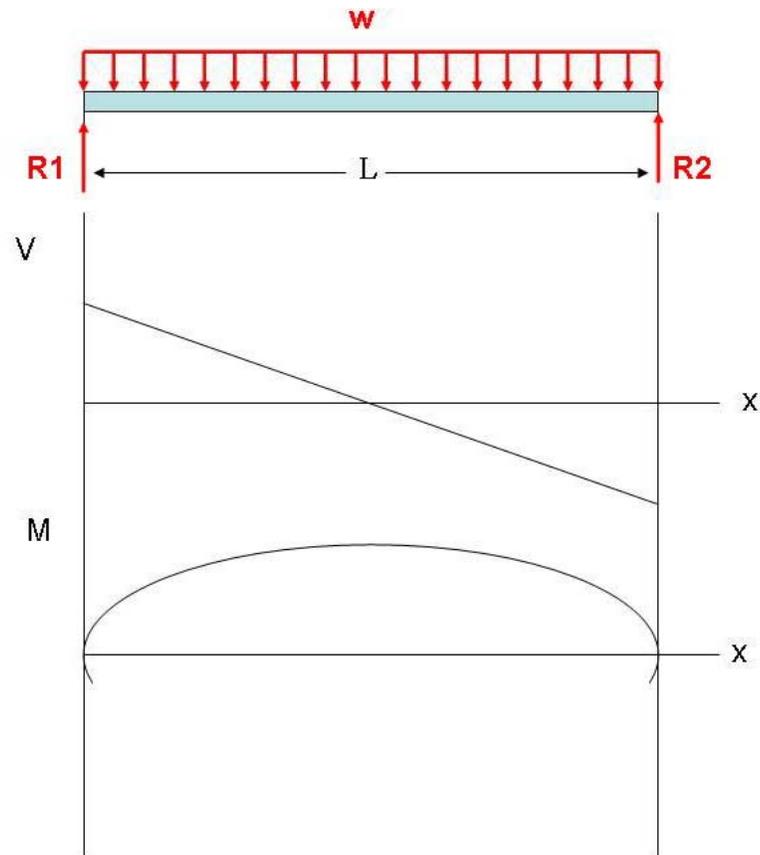


Figura 8.5. Diagrama de cuerpo libre para la pata.

$$L = 0,412 \text{ m}$$

$$W = 1833,33 \text{ N / m}$$

$$R_{\max} = R1 = R2 = 412,48 \text{ N}$$

$$M_{\max} = 46,40 \text{ N.m}$$

$$D = 0,0254 \text{ m}$$

$$d = 0,0226 \text{ m}$$

$$C = D / 2 = 0,0254 \text{ m} / 2 = 0,0127 \text{ m}$$



$$I = [\pi \cdot (D^4 - d^4)] / 64 = 7,62 \cdot 10^9 \text{ m}^4$$

$$\sigma_{\max} = (M \cdot C) / I = 7,73 \cdot 10^7 \text{ N / m}^2$$

$$\text{Factor de seguridad} = S_y / \sigma_{\max} = 2,061 \cdot 10^8 / 7,77 \cdot 10^7 = 2,66$$

Cálculo de esfuerzos en la zona 2:

Suponiendo que la fuerza total ejercida a compresión es soportada por los dos perfiles que conforma la zona 2, decimos que cada tubo debe soportar **412,5 N**

Cálculo del área de la sección transversal:

$$D = 0,0254 \text{ m}$$

$$d = 0,0226 \text{ m}$$

$$A = [(\pi \cdot D^2) - (\pi \cdot d^2)] / 4 = 105,50 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

Cálculo de esfuerzo máximo por compresión:

$$\sigma_{\max} = P / A = 412,5 \text{ N} / 105,50 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 3,9 \cdot 10^6 \text{ N / m}^2$$

$$\text{Factor de seguridad} = S_y / \sigma_{\max} = 2,061 \cdot 10^8 / 3,9 \cdot 10^6 = 52$$

Cálculo por pandeo

$$K = 0,65$$

$$L_e = K \cdot L = (0,65) \cdot 490 = 0,318 \text{ m}$$

$$I = 7,62 \cdot 10^9 \text{ m}^4$$

$$A = \pi \cdot (D^4 - d^4) / 4 = 3,14 (0,0254^2 - 0,0226^2) = 1,055 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$r = (I / A)^{1/2} = 8,49 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$



$$\text{Razón de delgadez} = L_e / r = \mathbf{37,47}$$

Constante de la columna:

$$C_c = [(2 \cdot \pi^2 \cdot E) / S_y]^{-2} = 140,73$$

Donde **E = 207 GPa**

Debido a que $C_c > L_e / r$, se asume que es una viga corta y por tanto¹⁸:

$$P_{cr} = A \cdot S_y [1 - \frac{S_y (K \cdot L / r)^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot E}] = \mathbf{21722,98 \text{ N}}$$

La fuerza crítica para que las patas fallen por pandeo (P_{cr}) es mucho mayor que la fuerza aplicada (P), por tanto no se produce la falla por pandeo¹⁸.

A pesar de que el factor de seguridad es elevado, se utilizó este perfil por razones estéticas para que exista armonía en las dimensiones del esqueleto metálico.

8.4.3 Cálculo de esfuerzos en el respaldar

$$L = 0,66 \text{ m}$$

$$W = \mathbf{674,24 \text{ N / m}}$$

$$V_{\max} = \mathbf{278,20 \text{ N}}$$

$$V_{\min} = \mathbf{235,98 \text{ N}}$$

$$M_{\min} = \mathbf{12,55 \text{ N.m}}$$

$$M_{\max} = \mathbf{41,54 \text{ N.m}}$$

$$D = \mathbf{0,0254 \text{ m}}$$

$$d = \mathbf{0,0226 \text{ m}}$$

$$C = D / 2 = 0,0254 \text{ m} / 2 = \mathbf{0,0127 \text{ m}}$$

$$I = [\pi \cdot (D^4 - d^4)] / 64 = \mathbf{7,62 \cdot 10^9 \text{ m}^4}$$

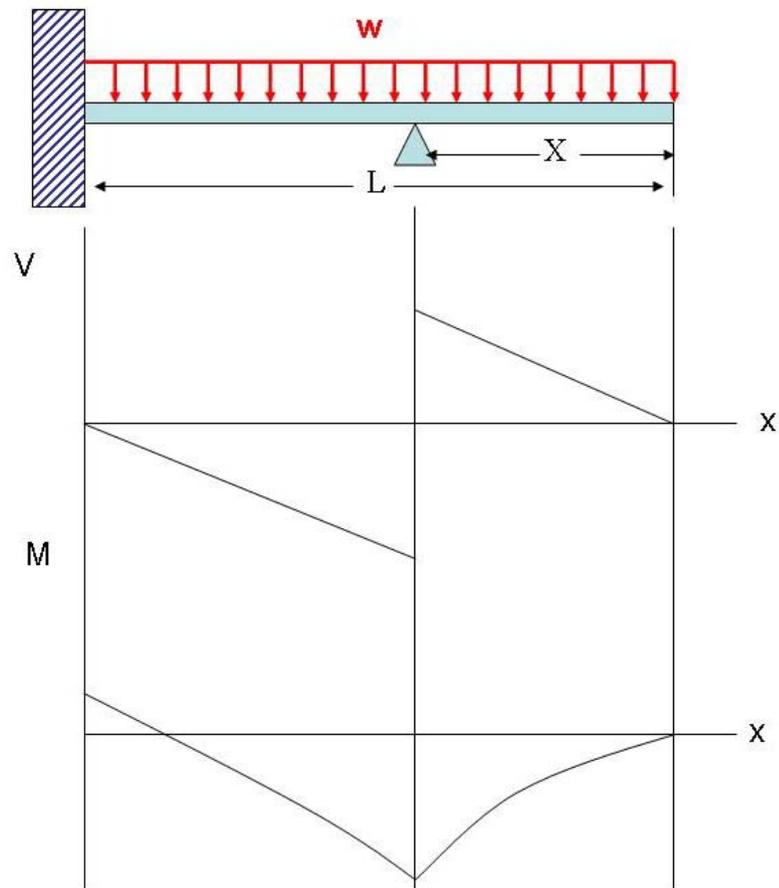


Figura 8.6. Diagrama de cuerpo libre para el respaldar.

$$\sigma_{\max} = (M * C) / I = 6,88 \cdot 10^7 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$\text{Factor de seguridad} = S_y / \sigma_{\max} = 2,061 \cdot 10^8 / 6,88 \cdot 10^7 = 2,99$$

8.5 Recubrimiento

La selección del recubrimiento, es de suma importancia para garantizar que las piezas metálicas no cambien sus propiedades mecánicas por efectos de la corrosión, de la misma manera debe garantizar una buena resistencia a los choques, rozamientos ligeros o accidentales.



8.5.1 Alternativas para el recubrimiento

- *Recubrimientos no-metálicos*: Podemos incluir dentro de éstos las pinturas, barnices, lacas, resinas naturales o sintéticas, grasas, ceras, aceites, empleados durante el almacenamiento o transporte de materiales metálicos ya manufacturados y que proporcionan una protección temporal²².
- *Recubrimientos orgánicos de materiales plásticos*: Esmaltes vitrificados resistentes a la intemperie, al calor y a los ácidos.
- *Recubrimientos metálicos*: Pueden lograrse recubrimientos metálicos mediante la electrodeposición de metales como el níquel, zinc, cobre, cadmio, estaño, cromo, etcétera²².
- *Inmersión en metales fundidos*: Zinc (galvanización en caliente), aluminio (aluminizado), etc.
- *Proyección del metal fundido mediante una pistola atomizadora*. Metalizaciones al zinc, aluminio, estaño, plomo, etc.
- *Reducción química (sin paso de corriente)*: Por este procedimiento se pueden lograr depósitos de níquel, cobre, paladio, etc. Son recubrimientos formados por modificación química de la superficie del metal. Los llamados recubrimientos de conversión consisten en el tratamiento de la superficie del metal con la consiguiente modificación de la misma. Entre las modificaciones químicas de la superficie del metal podemos distinguir tres tipos principales²².
- *Recubrimientos de fosfato*: El fosfatado se aplica principalmente al acero, pero también puede realizarse sobre zinc y cadmio. Consiste en tratar al acero en una solución diluida de fosfato de hierro, zinc o manganeso en ácido fosfórico diluido. Los recubrimientos de fosfato proporcionan una protección limitada, pero en cambio resultan ser una base excelente para la pintura posterior²².
- *Recubrimiento de cromato*: Se pueden efectuar sobre el aluminio y sus aleaciones, magnesio y sus aleaciones, cadmio y zinc. Por lo general,



confieren un alto grado de resistencia a la corrosión y son una buena preparación para la aplicación posterior de pintura²².

- *Recubrimientos producidos por anodizado*: El anodizado, es un proceso electrolítico en el cual el metal a tratar se hace anódico en un electrolito conveniente, con el objeto de producir una capa de óxido en su superficie. Este proceso se aplica a varios metales no-ferrosos, pero principalmente al aluminio y a sus aleaciones²².

Podemos incluir también entre los recubrimientos con modificación de la superficie del metal los procesos de cementación. En este proceso, se convierte la superficie externa de la porción metálica que se quiere proteger, en una aleación de alta resistencia a la corrosión. El proceso consiste en calentar la superficie metálica en contacto con polvo de zinc (sherardizado), polvo de aluminio (calorizado) o un compuesto gaseoso de cromo (cromizado). Se obtienen capas de un considerable espesor.

8.5.2 Selección del recubrimiento

Debido a que la unidad odontológica será utilizada en zonas urbanas, se selecciono un recubrimiento anticorrosivo Solintex debido a su bajo costo, fácil aplicación y disponibilidad en el mercado. Para el acabado final se aplicara una pintura esmaltada martillada, que además de brindar un acabado llamativo de gran profundidad, presenta una buena resistencia al impacto.



Capítulo 9

Construcción del prototipo final

9.1 Introducción

En este capítulo se explicarán los pasos y procesos de manufactura utilizados para elaborar cada una de las partes de la unidad odontológica portátil, mostrando por medio de fotografías el avance del proceso.

9.2 Proceso de fabricación de las partes metálicas

Para el proceso de manufactura de estos elementos se utilizaron las siguientes herramientas y equipos:

- Máquina de soldar.
- Esmeril.
- Un metro.
- Segueta.
- Alicata de presión.
- Prensa.
- Equipo de protección (guantes, lentes , careta para soldar).
- Tronzadora.



- Taladro.
- Compresor.
- Pistolas para pintar.
- Martillo.
- Máquina dobladora de tubos.

El procedimiento utilizado se muestra a continuación:

- Luego de adquirir los tubos de acero se procede a doblar cada uno de ellos hasta obtener el radio deseado (ver figura 9.1).



Figura 9.1 Máquina dobladora.

- Se realiza una inspección visual de cada una de las piezas (ver figura 9.2)
- Se mide y marca el largo de cada una de las piezas.
- Se coloca la pieza en la prensa y se corta a la medida con una següeta.
- Luego de realizar los cortes, se procede a soldar cada una de las partes (ver figura 9.3).



Figura 9.2. Respaldar y posa pie después del proceso de doblado.



Figura 9.3. Proceso de soldado.



- Luego de esto se utiliza un martillo y un esmeril para limpiar las uniones soldadas.
- Se ensamblan cada una de las piezas.
- Con un compresor y una pistola para pintar se aplica el fondo anticorrosivo y posteriormente el recubrimiento seleccionado.



Figura 9.4. Proceso de ensamble.



Figura 9.5. Acabado del ensamble luego aplicar el fondo anticorrosivo.



9.3 *Proceso de tapizado*

Luego de armada la estructura metálica se procede a cortar la madera que posteriormente va a ser acolchada (ver figura 9.6).



Figura 9.6. Proceso de corte de la madera.

Luego de haber cortado cada una de las tablas se procede a acolchar y tapizar cada una de ellas.



Figura 9.7. Proceso de tapizado.



Después de obtener el acabado deseado se procede a fijar el mismo en la unidad dando por concluido el proceso de manufactura.

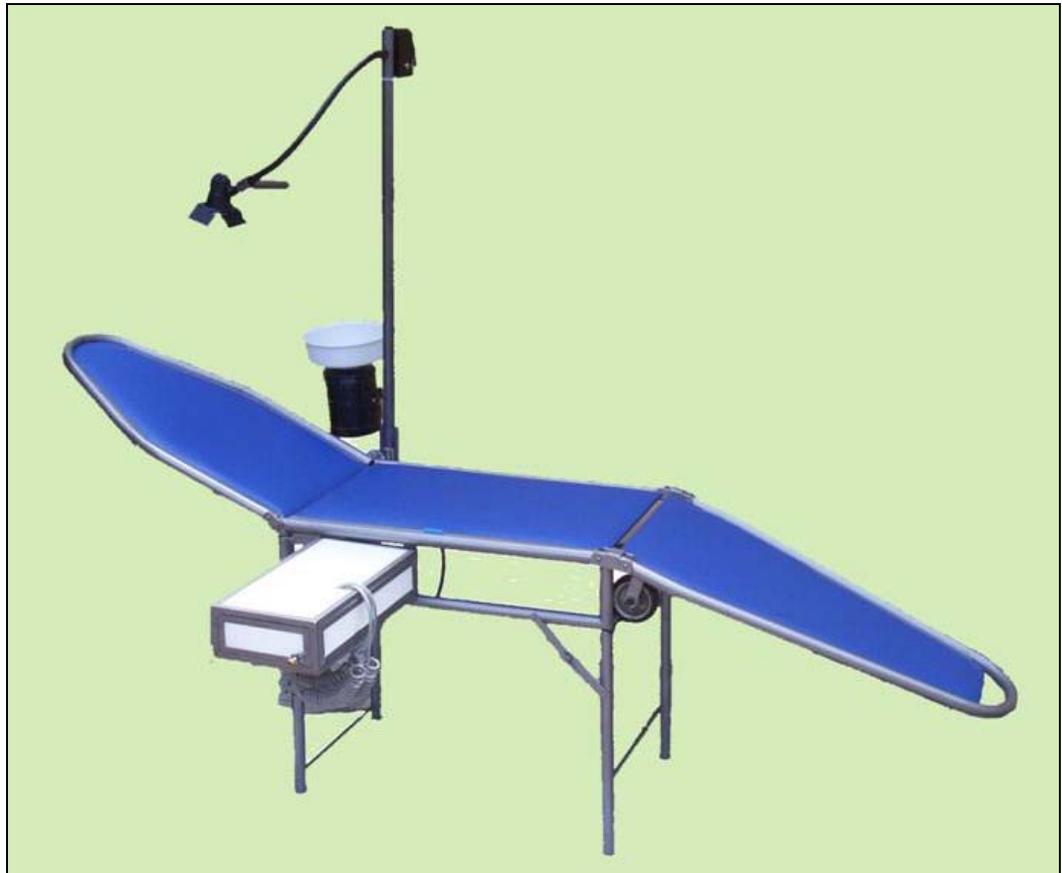


Figura 9.8. Acabado final de la unidad odontológica portátil.



Capítulo 10

Manual de usuarios y mantenimiento

10.1 Introducción

Para aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la unidad odontológica portátil se recomienda leer detenidamente este capítulo. En este se explica el uso de cada uno de los elementos que conforman la unidad portátil, su proceso de plegado para el traslado, los intervalos de servicio y las recomendaciones de mantenimiento.

10.2 Componentes de la unidad odontológica portátil

La unidad odontológica portátil, es un conjunto de varios componentes con funciones específicas que ayudan y facilitan el trabajo de la odontología. Está integrada por:

- Una caja de mando, donde están contenidos todos los controles que regulan y permiten el paso de aire independientemente a cada una de las piezas de mano, eyector de saliva y depósito de agua presurizada. Además de esto, esta provisto con cuatro holders para colocar la turbina, jeringa triple, micromotor



y la manguera de succión. La parte superior de la caja de mando sirve como bandeja para colocar los instrumentos mientras que se realiza la labor operatoria.

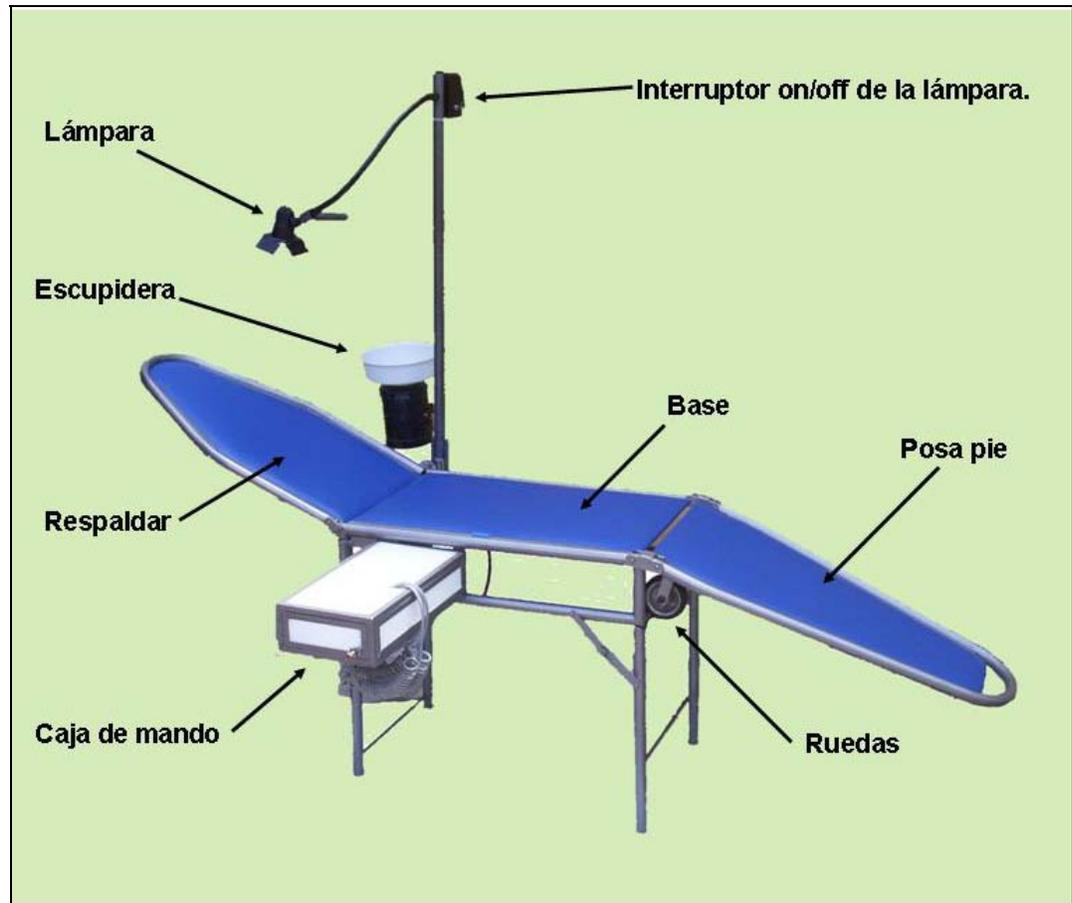


Figura 10.1. Unidad odontológica portátil (partes).

- Sillón portátil plegable, con tapicería impermeable y resistente.
- Lámpara cuello de cisne.
- Escupidera portátil.
- Bolsa para el transporte

En la figura 10.1 se detallan las partes de la unidad portátil.



10.3 Prueba del prototipo

La unidad portátil esta diseñada para permitir al usuario, la mayor comodidad y facilidad al momento de transportarla debido a su forma compacta y su reducido peso (ver figura 10.2). A continuación explicaremos de forma gráfica y sencilla los pasos que se deben seguir para ensamblar la unidad:



Figura 10.2. Unidad odontológica portátil plegada.



Figura 10.3. Paso 1: abrir el cierre mágico.



Figura 10.4. Paso 2: retirar el bolso.



Figura 10.5. Unidad portátil plegada sin forro.



Figura 10.6. Paso 3: apertura de la primera pata.



Figura 10.7. Paso 4: apertura de la segunda pata.



Figura 10.8. Paso 5: se fijan los pasadores.



Figura 10.9. Paso 6: se abre el posa pie.



Figura 10.10. Posa pie abierto.



Figura 10.11. Paso 7: apertura del respaldar.



Figura 10.12. Sillón completamente desplegado.



Figura 10.13. Paso 8: colocar el soporte del respaldar.



Figura 10.14. Paso 9: quitar el seguro de la caja de mando.



Figura 10.15. Paso 10: desplegar de la bandeja.



Figura 10.16. Paso 11: apertura de la caja de mando.



Figura 10.17. Paso 12: retiro de las mangueras, pedal y demás piezas de mano.



Figura 10.18. Paso 13: posición de las mangueras.

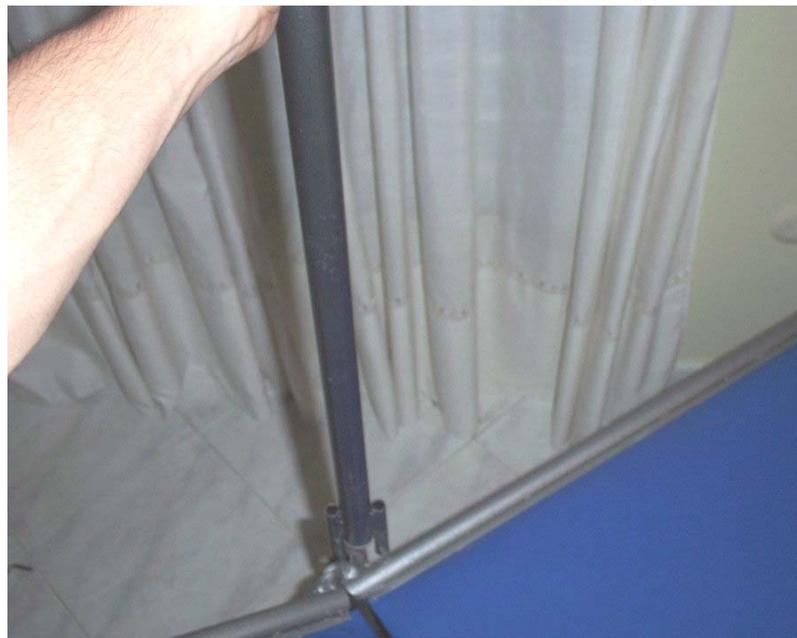


Figura 10.19. Paso 14: fijación del tubo de la lámpara.



Figura 10.20. Paso 14: fijación de la lámpara.



Figura 10.21. Paso 15: colocación de la escupidera.



Figura 10.22. Paso 16: conexión del compresor.

10.4 Manual de usuario

A continuación se detallaran los pasos para ensamblar y poner en funcionamiento la unidad portátil:

1. Se abre la cubierta desplegando el cierre mágico (ver figura 10.3)
2. Se retira la bolsa protectora (ver figura 10.4)
3. Se acuesta la unidad (ver figura 10.6) y se procede a desplegar la primera pata.
4. De la misma manera se despliega la segunda pata (ver figura 10.7)
5. Se fijan los pasadores de manera de darle estabilidad a la silla (ver figura 10.8)
6. Se apoya la unidad sobre las pata (ver en la figura 10.9)
7. Se abre el posapié (figuras 10.9 y 10.10)



8. De igual manera se abre el respaldar (figuras 10.11 y 10.12)
9. Se coloca el soporte del respaldar (figura 10.13).
10. Se saca el seguro de la caja de mando (figura 10.14)
11. Desplegar la caja de mando (figura 10.15)
12. Abrir la tapa superior de la caja de mando y saca las mangueras, pedal y jeringa triple (figuras 10.16 y 10.17).
13. Colocar as mangueras en su respectivo holders (figura 10.18)
14. Fijar el tubo de la lámpara en la base situada a un extremo del sillón (figura 10.19)
15. Se fija la lámpara al tubo de la misma (figura 10.12)
16. Se fija la escupidera (ver figura 10.21) Conecta el compresor (ver figura 10.22)

10.5 Manual de mantenimiento

A continuación se explicarán las rutinas de mantenimiento de la unidad móvil antes y después de su uso.

10.5.1 Antes de comenzar las labores:

- Conectar la alimentación eléctrica.
- Poner en funcionamiento el compresor y la unidad odontológica.
- Comprobar que el compresor haga su primer ciclo de parada: El operador debe verificar que una vez en funcionamiento el compresor debe parar automáticamente.
- Revisar el filtro de la manguera de succión (eyector), lavar la boquilla y ver si la succión es buena, hacer pasar un vaso de agua con detergente y luego agua pura.
- Revisar el funcionamiento del sillón.



- Lubricar la pieza de mano con aceite en spray. Esto a través del conducto grueso (de aire), para lubricar turbina y recámara.
- Verificar el funcionamiento de la jeringa triple.
- Verificar el funcionamiento de la lámpara: verificar que encienda correctamente, que los movimientos de acercar, alejar, subir y bajar sean correctos.

10.5.2 Al finalizar las labores:

- Drenar el compresor.
- Limpiar el sillón dental.
- Limpieza de la escupidera. Eliminar residuos del colador, enjuague y lavado total de la escupidera.
- Limpieza exterior del módulo y de las instalaciones al finalizar las labores.
- Al terminar las labores cortar la alimentación eléctrica.

10.5.3 Rutina semanal:

- Lubricar partes móviles de la lámpara dental.
- Limpiar la superficie externa del compresor.
- Realizar las rutinas anteriores.

10.5.4 Rutina quincenal:

- Lavar la pieza de mano con alcohol, removiendo la fresa y activando la pieza de mano mientras se encuentra sumergida en alcohol durante 2 minutos. Luego realizar el engrase con la jeringa engrasadora. No olvidar realizar las lubricaciones con aceite en spray y líquido descritas en las rutinas diarias y de dos veces por semana.
- Realizar todas las demás rutinas anteriores.



10.6 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de alcohol para limpiar y desinfectar las partes acrílicas al igual que la tapicería.
- Las partes metálicas se pueden limpiar con alcohol o cualquier otro componente químico.
- Se recomienda guardar la unidad en sitios frescos de y de poca humedad.
- Evitar el contacto de la misma con agua o algún otro líquido.
- Llenar la botella de agua presurizada con agua filtrada.
- Colocar a la salida del compresor un regulador de presión.
- El aire debe ser seco y lubricado.

10.7 Información técnica en la placa de la unidad

Peso	20 kg
Volumen	0,129 m ³
Presión de aire	32 psi.
Bombillo de la lámpara	15 W
Voltaje de la lámpara	110-120 V

Tabla 10.1 Información técnica de la unidad portátil



CONCLUSIONES

1. Con este diseño se ha fabricado en el país la primera unidad odontológica portátil ergonómica.
2. El modelo propuesto cumple con los requerimientos que debe tener una unidad odontológica portátil: Plegabilidad, bajo peso (18 kg), confort y ergonomía, estabilidad, facilidad para acceder a las herramientas y piezas de mano, espaldar reclinable, convirtiéndose en un mecanismo que le permite al odontólogo realizar la labor operatoria y de transporte.
3. El modelo de la unidad odontológica permite atender tanto a niños como a personas adultas y puede ser transportado a lugares intrincados, barrios y zonas rurales.
4. El proceso de manufactura, es sencillo ya que no se requiere de un alto nivel de tecnología y elevado volumen de información, por lo que la fabricación en serie sería muy sencilla y de bajo costo.
5. La metodología utilizada en este trabajo puede ser utilizada en el diseño y fabricación de productos alternos del mismo ramo como bastones médicos, muletas, andaderas, camas clínicas, barandas para camas clínicas, etc. Sustituyendo así los productos importados por los de fabricación nacional lo cual permite tener más acceso a la población de bajos recursos.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar el uso de materiales ligeros como polímeros reforzados o aluminios con el fin de lograr una disminución de peso.
2. Es importante realizar un análisis de la oferta y la demanda de estas unidades en nuestro país así como en países extranjeros, con el fin de un realizar un proyecto de producción, comercialización, distribución y mercadeo.
3. Se recomienda evaluar y analizar el diseño propuesto en campo en un período de un año en diferentes tipos de escuelas (urbanas y rurales) con el fin de plantear posibles mejoras que permitan una mejor adaptación con los diferentes tipos usuarios.
4. Hacer un análisis con métodos numéricos con el fin de analizar los detalles susceptibles a fallas por concentración de esfuerzos.



BIBLIOGRAFIA

1. Farre F; Minaya G; Niño J. *Manual de ergonomía*. Ed Mapfre SE, 1995, pp 168-171.
2. Ullman D. *The mechanical design process*. Segunda edición. Ed Mc Graw Hill, 1997.
3. Persson G; Tablante O. *Estudio y construcción de sistemas de carga tipo aplicables a modelos estructurales*, Tesis, Escuela de Ingeniería Mecánica, UCV, Caracas 1986.
4. Dende J. *Diseño y construcción de un dispositivo para inválidos que les permita transportarse con una silla e ruedas en su automóvil sin ayuda de otra persona*, Tesis, Escuela de Ingeniería Mecánica ,UCV, Caracas 1983.
5. Valores de referencia de la población venezolana , M.S.A.S, *gaceta oficial N° 35424*, 18 marzo 1994
6. Adarmes J; Correia S. *Diseño y construcción de una máquina portátil para fabricar helado*, Tesis, Escuela de Ingeniería Mecánica, UCV, Caracas 2002.
7. Denty`servi, *Instructivo de salud bucal*, 2003.
8. Moleiro V. *Manual de introducción a la clínica*. Trabajo de asenso, Fac. de Odontología UNERG, San Juan 1996.
9. Chaspeen J. *Principios de la clínica odontológica*. Ed El Manual Moderno S.A de la U.V . Segunda edición pp. 226-241.
10. Ramos A; Tegiachi M. *Ergonomía en odontología*. Ed Linus. Bacerlona, España 1991.
11. Mc Cornick E. *Human factors engineering*. Ed Mc Graw Hill.
12. Pérez M. *Diseño y contracción de una silla de ruedas*, Tesis, Escuela de Ingeniería Mecánica, Caracas 2004.
13. Hufnagel W. *Manual del aluminio*. Segunda edición, Ed Reverte S.A
14. Avanllone E; Baumeister T. *Manual del ingeniero mecánico*. Novena edición. Ed Mc Graw-Hill.



15. *Diseño estación de trabajo*,
<http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/unidad6/unidad6tema2.htm>
16. Shigley J. *Mecanismos de máquinas*. Ed Mc Graw Hill, 2003.
17. J.O Soares. *Manual del propietario compact*, 2003
18. Mott R. *Diseño de elementos y maquinas*. Segunda edición. Ed trentice hall hispanoamericana S.A, 1992.
19. *American dental equipment*, <http://www.adequip.com/ADEmpresa.htm>
20. *Fundacredesa*, <http://www.fundacredesa.com>
21. *Ergonomía*, http://www.ergonomia.cl/def_ergo.html
22. *Mas allá de la herrumbre*,
<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/masallla.htm>
23. *La ergonomía es parte del proceso del diseño industrial*,
<http://www.semec.org.mx/v3/semec/congreso/congreso5/presenta/t03.pdf>
24. *Centro Nacional de estadísticas de la salud*,
http://www.cdc.gov/nchs/about/nchs_en_espanol.htm
25. *webodontologica.com*, <http://www.webodontologica.com>



GLOSARIO

Acolchamiento: poner lana, algodón o goma espuma entre una tela y otra superficie.

Campo operatorio: se conoce como el área física en la cavidad bucal donde el odontólogo realiza trabajos puntuales.

Cánula: tubo flexible que contiene un trocal duro y puntiagudo y que puede introducirse en el organismo guiado por dicho trocal. Cuando este se retira puede extraerse el líquido corporal a través de la cánula.

Cauterizador: instrumento utilizado para solidificar la sangre.

Desbrida: eliminar el acople que existe entre dos piezas unidas.

Equipos de aspiración o succión: instrumentos utilizados para remover sangre y residuos sólidos de la cavidad bucal.

Fotocurado: cicatrización de la sangre por medio de un haz luminoso.

Holders: Pieza plástica o de cerámica utilizada para sostener las piezas de mano.

Jeringa triple: instrumento capaz de surtir, por la misma boquilla agua y aire de forma individual, es utilizado por el odontólogo para limpiar la cavidad bucal.

Maloclusiones: malformaciones en la boca.

Negatoscopio: Es un pequeño recuadro que dispone de un bombillo de luz blanca o fluorescente, sobre la cual se sitúa un vidrio blanco esmerilado. Al colocar sobre éste una radiografía, por contraste, se aprecian los distintos aspectos que ella revela.

Lordosis: Curvatura normal de la columna lumbar y cervical que se manifiesta como una concavidad anterior cuando la persona se observa desde un lado. Aumento patológico del grado de curvatura de cualquier zona de la espalda.

Reóstato: instrumento que sirve para intercalar en un circuito una resistencia eléctrica determinada, y también para medir la resistencia de los dos conductores.

Supina: posición de acostado sobre la espalda boca arriba. Uno de los distintos tipos de rotación que pueden realizar ciertas articulaciones esqueléticas tales como el codo y la muñeca que permite situar hacia arriba la palma de la mano.



Afecciones

, pulmometro, electrocauterio,

detritus

contrángulo

posición sedente

Coxígea

Cifosis

Poplítea