

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEMENTO MECATRÓNICO DE USO
DIRECTO EN LAS ACCIONES QUE IMPLICAN EL ASEO DENTAL, PARA
PERSONAS CON DISCAPACIDAD O AUSENCIA DE MIEMBROS SUPERIORES.

Israel Garnica Bohórquez

Luis Alfonso Ortiz Pinto

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2009

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEMENTO MECATRÓNICO DE USO
DIRECTO EN LAS ACCIONES QUE IMPLICAN EL ASEO DENTAL, PARA
PERSONAS CON DISCAPACIDAD O AUSENCIA DE MIEMBROS SUPERIORES.

Israel Garnica Bohórquez

Luis Alfonso Ortiz Pinto

Proyecto de grado como requisito
para optar al título de Diseñador Industrial

Director de proyecto

D. I. JUAN CARLOS MORENO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2009

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN.....	2
3.	OBJETIVOS.....	3
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	3
3.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
4.	ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
4.1.	TÍTULO.....	4
4.2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
4.3.	ORIGEN DEL PROYECTO.....	4
4.4.	METODOLOGIA PROYECTUAL.....	7
4.5.	DEFINICIÓN TIPO DEL OBJETO.....	8
4.6.	LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	10
5.	MARCO TEÓRICO.....	11
5.1.	ANTECEDENTES.....	11
5.2.	MARCO LEGAL.....	14
5.3.	PERFIL DEL USUARIO FINAL.....	15
5.4.	INVESTIGACIÓN DE MERCADOS EXPLORATORIA.....	17
5.4.1.	Diseño de la Investigación.....	18
5.4.2.	Bases de Datos.....	21
5.4.3.	Fuentes Primarias.....	24
5.4.4.	Toma de Datos Cuantitativos.....	27
5.5.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA.....	34
5.5.1.	Conclusión de los datos obtenidos.....	47
5.6.	ESTADO DEL ARTE.....	49
5.6.1.	Elementos para la dosificación del dentífrico.....	50
5.6.2.	Cepillos de dientes.....	52

5.6.3.	Elementos de limpieza interdental.....	56
5.6.4.	Elementos con tecnología UV.....	58
5.6.5.	Sistemas dispensadores de agua.....	59
5.6.6.	Controles para los pies.....	61
5.6.7.	Ayudas técnicas para la higiene buco-dental.....	65
6.	ASPECTOS ERGONÓMICOS.....	69
6.1.	EL SISTEMA HOMBRE-MAQUINA.....	69
6.2.	FUNCIONES MENTALES PSICOLÓGICAS.....	69
6.2.1.	Requerimientos perceptivos.....	73
6.2.1.1.	Atención.....	73
6.2.1.2.	Usabilidad.....	74
6.2.1.3.	Seguridad.....	75
6.3.	FUNCIONES MENTALES EMOCIONALES.....	76
6.3.1.	Requerimientos emocionales.....	80
6.3.1.1.	Diseño Visceral.....	80
6.3.1.2.	Diseño Conductual.....	82
6.3.1.3.	Diseño Reflexivo.....	83
6.4.	FUNCIONES ANATOMO-FISIOLÓGICAS.....	85
6.4.1.	La columna vertebral.....	88
6.4.2.	Movimiento cervical.....	97
6.4.3.	Articulación temporomandibular.....	101
6.4.4.	Anatomía de la boca.....	104
6.4.5.	Higiene oral.....	109
6.4.6.	Enfermedades bucales relativas a la higiene.....	120
6.5.	DATOS ANTROPOMÉTRICOS.....	124
7.	REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS.....	128
7.1.	ERGONÓMICOS.....	128
7.2.	FUNCIONALES.....	129
7.3.	FORMALES.....	130
7.4.	RESTRICCIONES.....	131

8.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	132
8.1.	ALTERNATIVAS BIDIMENSIONALES	132
8.2.	EXPERIENCIA PREVIA	136
8.2.1.	Primera entrega técnica	137
8.2.2.	Segunda entrega técnica	139
8.2.3.	Entrega ergonómica	141
8.2.4.	Propuesta final	143
8.3.	REDISEÑO DEL SISTEMA	144
8.3.1.	El subsistema del Cepillo	144
8.3.2.	Medición de la fuerza del cepillo	151
8.3.3.	Comprobación informal	152
8.3.4.	Corrección de los elementos del subsistema	154
8.3.4.1.	Cálculos para el levantamiento del brazo	155
8.3.5.	Subsistema del Dentífrico	159
8.3.5.1.	Cálculos para el sistema de aplicación del dentífrico	161
8.3.6.	Subsistema del agua	164
8.3.6.1.	Luz Ultravioleta	168
8.3.7.	La carcasa	172
8.3.7.1.	Construcción Controlada de la Forma	175
8.3.7.2.	Imagen de Marca	177
8.3.7.3.	Construcción de la Carcasa	178
8.3.8.	Subsistema electrónico	180
8.3.8.1.	Secuencias de Acción	185
8.3.8.2.	Sincronización de Subsistemas	189
8.3.8.3.	Comprobación del Sistema	193
8.3.9.	Diagramas de uso	194
8.4.	PRUEBA ERGONOMICA	198
8.4.1.	Prueba n °1. Comodidad del cepillado	198
8.4.2.	Prueba n °2. Eficiencia del prototipo	201
8.4.3.	Resultados	206

8.4.3.1.	Resultados Prueba 1. Comodidad del cepillado.....	206
8.4.3.2.	Resultados Prueba 2. Eficiencia del sistema.....	209
8.4.4.	Pruebas con los usuarios finales.....	215
8.5.	CONCLUSIONES DEL MATERIAL FILMADO.....	228
8.5.1.	Resultados prueba de usabilidad.....	229
8.5.2.	Conclusiones prueba de usabilidad.....	232
9.	ANALISIS TÉCNICOPRODUCTIVO.....	233
9.1.	DIAGRAMAS DE GANTT.....	238
10.	CONCLUSIONES.....	243
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	245
12.	ANEXOS.....	248

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Secuencia de uso y aspectos técnicos relacionados.	9
Tabla 2. Dispersión de la población con discapacidades en sus miembros superiores por departamento	18
Tabla 3. Dispersión de la población nacional con discapacidades en sus miembros superiores por sexo y edades	19
Tabla 4. Población nacional con discapacidades en sus miembros superiores por sexo y edades.....	20
Tabla 5. Población nacional por rangos amplios de edad.....	20
Tabla 6. Contactos en Santander.....	21
Tabla 7. Contactos en el resto del país.....	22
Tabla 8. Base de datos de los posibles usuarios finales.....	23
Tabla 9. Base de datos de usuarios finales en el exterior.....	23
Tabla 10. Ejemplo del gráfico “Eficiencia”	27
Tabla 11. Cuadro de control para la calificación de las actividades del usuario tipo, cepillándose los dientes con normalidad.....	32
Tabla 12. Gráfica control generada por la evaluación a un usuario tipo diestro	32
Tabla 13. Gráfica control promedio, generada con los datos de la tabla anterior	33
Tabla 14. Resultados a las cuestiones recopiladas en el formato de indagación	34
Tabla 15. Puntuación de actividades para el usuario 1.....	37
Tabla 16. Puntuación promedio para el usuario 1.....	37
Tabla 17. Puntuación de actividades para el usuario 2.....	38
Tabla 18. Puntuación promedio para el usuario 2,.....	38
Tabla 19. Puntuación de actividades para el usuario 3.....	39
Tabla 20. Puntuación promedio para el usuario 3.....	39
Tabla 21. Puntuación de actividades para el usuario 4.....	40
Tabla 22. Puntuación promedio para el usuario 4.....	40
Tabla 23. Puntuación de actividades para el usuario 5.....	41
Tabla 24. Puntuación promedio para el usuario 5.....	41

Tabla 25. Puntuación de actividades para el usuario 6.....	42
Tabla 26. Puntuación promedio para el usuario 6.....	42
Tabla 27. Puntuación de actividades para el usuario 7.....	43
Tabla 28. Puntuación promedio para el usuario 7.....	43
Tabla 29. Puntuación de actividades para el usuario 8.....	44
Tabla 30. Puntuación promedio para el usuario 8.....	44
Tabla 31. Puntuación de actividades para el usuario 9.....	45
Tabla 32. Puntuación promedio para el usuario 9.....	45
Tabla 33. Puntuación de actividades para el usuario 10.....	46
Tabla 34. Puntuación promedio para el usuario 10.....	46
Tabla 35. Resultados cuantitativos correspondientes a la observación de los usuarios en el evento del cepillado.....	47
Tabla 36. Puntuación de actividades promedio para la muestra.....	48
Tabla 37. Descripción detallada de las prestaciones de cada vértebra.....	91
Tabla 38. Musculatura responsable del movimiento de la columna.....	92
Tabla 39. Movimientos del ATM y músculos involucrados.....	103
Tabla 40. Matriz QFD.....	135
Tabla 41. Fuerza del resorte flexionado.....	151
Tabla 42. Fuerza mínima en función de la anatomía de la mandíbula.....	151
Tabla 43. Requerimientos de dosis.....	169
Tabla 44. Dosis para el “E.coli”.....	170
Tabla 45. Flexión promedio tolerada.....	207
Tabla 46. Fuerza promedio tolerada.....	208
Tabla 47. Efecto de limpieza.....	209
Tabla 48. Dificultad del cepillado.....	210
Tabla 49. Dificultad del cepillado por dientes y zonas.....	210
Tabla 50. Porcentaje de la dificultad del cepillado por dientes y zonas.....	211
Tabla 51. Sensación promedio de la comodidad del usuario.....	212
Tabla 52. Comprensión promedio del usuario.....	213
Tabla 53. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 2.....	216
Tabla 54. Tabla gráfica del Confort para el usuario 2.....	216
Tabla 55. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 2.....	217
Tabla 56. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 4.....	217

Tabla 57. Tabla gráfica del Confort para el usuario 4	218
Tabla 58. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 4	218
Tabla 59. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 5	219
Tabla 60. Tabla gráfica del Confort para el usuario 5	219
Tabla 61. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 5	220
Tabla 62. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 6	220
Tabla 63. Tabla gráfica del Confort para el usuario 6	221
Tabla 64. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 6	221
Tabla 65. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 7	222
Tabla 66. Tabla gráfica del Confort para el usuario 7	222
Tabla 67. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 7	223
Tabla 68. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 8	223
Tabla 69. Tabla gráfica del Confort para el usuario 8	224
Tabla 70. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 8	224
Tabla 71. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 9	225
Tabla 72. Tabla gráfica del Confort para el usuario 9	225
Tabla 73. Tabla gráfica del Confort.promedio para el usuario 9,	226
Tabla 74. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 10	226
Tabla 75. Tabla gráfica del Confort para el usuario 10	227
Tabla 76 Tabla gráfica del Confort. promedio para el usuario 10	227
Tabla 77. Tabla promedio de la Eficiencia para los usuarios	228
Tabla 78 Tabla gráfica del Confort para la confrontación de los promedios	228
Tabla 79. Efecto de limpieza en los usuarios finales.....	229
Tabla 80. Dificultad en el cepillado por piezas dentales para los usuarios finales.....	230
Tabla 81. Dificultad en el cepillado por zonas dentales para los usuarios finales.....	230
Tabla 82. Porcentaje de dificultad en el cepillado para los usuarios finales.	231
Tabla 83. Recursos y procesos para la fabricación de un producto.....	237

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de amputación según la clasificación topográfica de Schwartz.	16
Figura 2. Dispersión de la población nacional con discapacidades en sus miembros superiores por departamento	19
Figura 3. Carga relativa de la presión en el tercer disco lumbar.	29
Figura 4. Puntajes para el tronco.	29
Figura 5. Cuestión A1.....	34
Figura 6. Cuestión B.....	35
Figura 7. Cuestión D2. Cepillo eléctrico.	35
Figura 8. Cuestión D2. Enjuague bucal.....	35
Figura 9. Cuestión D2. Ceda dental	36
Figura 10. Cuestión D2. Espejo.....	36
Figura 11. "Squeezit".....	49
Figura 12. "Allegro Medical's Tube Squeezer".....	49
Figura 13. "Gill Mechanical Co's Tube-Wringer".....	50
Figura 14. "Pasta dental Colgate Total 100 ml".....	50
Figura 15. "Sammons Preston Toothpaste model 3348".....	50
Figura 16. "X-paste".....	51
Figura 17. "Luxury Toothpaste Dispenser Tigerlane".....	51
Figura 18. "The Intelliclean System i8500".....	52
Figura 19. Cepillo cilíndrico "Tampopo".....	52
Figura 20. "Colgate Motion Whitening".....	53
Figura 21. "Sonicare".....	53
Figura 22. "Ion Dental Sonic".....	54
Figura 23. Cepillos eléctricos marca Oral b.....	54
Figura 24. Cepillo eléctrico "Tiger".....	55
Figura 25. "Toothbrush and crocodile".....	55
Figura 26. "Reach Acces Flosser".....	56
Figura 27. "Oral b Advantage Floss Picks".....	56

Figura 28. “Cepillos interdentes Oral b”	56
Figura 29. “Oral b Colibrí”	57
Figura 30. “Ultra Cordless Dental Water Jet WP-450”	57
Figura 31. “Waterpick Flosser”	57
Figura 32. “Oral-B Professional Care 7900 OxyJet”	58
Figura 33. “All While Smile 3000”	58
Figura 34. “Violight Zapi”	58
Figura 35. “Water Dog”	59
Figura 36. Grifos automáticos.	59
Figura 37. “Auto Spout”	60
Figura 38. “Kholer wall”	60
Figura 39. “Whale Fauset”	60
Figura 40. “Ripple Fauset”	61
Figura 41. “Fragpedal”	61
Figura 42. “X-keys® Foot Pedal”	62
Figura 43. “Foot control”	62
Figura 44. “Lektro-Lok Foot Control de LinemasterFoot control”	62
Figura 45. “Access Switches”	63
Figura 46. “Slammers Switches”	63
Figura 47. “Plate Switch”	63
Figura 48. “Mat Switch”	64
Figura 49. “Tapetes delgados de vinilo”	64
Figura 50. “WiiFit”	64
Figura 51. “Playful toothbrush”	65
Figura 52. “Soporte para cepillo eléctrico adaptado”	65
Figura 53. “Hydrabrush”	66
Figura 54. “Cazadores de mitos”	66
Figura 55. “Handy 1”	67
Figura 56. “ASIBOT”	68
Figura 57. Diagrama de ejecución y evaluación.....	70
Figura 58. Ciclo Postural y aspectos interventores.	85
Figura 59. Bipedestación.....	86
Figura 60. Vista lateral del campo visual.....	87

Figura 61. Vista superior del campo visual y distancias para paneles.....	87
Figura 62. Vértebra lumbar	88
Figura 63. Disco Intervertebral	89
Figura 64. Flexión y extensión.....	89
Figura 65. Rotación y Flexión lateral.....	90
Figura 66. Movilidad de la columna en sentido anteroposterior y lateral	90
Figura 67. Musculatura lumbar.....	93
Figura 68. Musculatura intervertebral.....	93
Figura 69. Musculatura abdominal y superficial posterior	94
Figura 70. Vista de corte.	94
Figura 71. Flexo-extensión lumbar	95
Figura 72. Anillo pélvico	95
Figura 73. Flexión en bipedestación.....	96
Figura 74. Atlas y Axis.....	98
Figura 75. Movimientos del complejo cervical superior.....	99
Figura 76. Movimiento lateral del cuello	99
Figura 77. Movimientos capitales y cervicales	100
Figura 78. Ejes de movimiento en los cóndilos maxilares.....	101
Figura 79. Vista superior y lateral de la mandíbula	102
Figura 80. Principales músculos de la ATM	103
Figura 81. Anatomía de la boca	104
Figura 82. Anatomía de la lengua	105
Figura 83. Anatomía dental	106
Figura 84. Corte del diente	107
Figura 85. Características de los grupos dentarios	108
Figura 86. Cepillado dental	112
Figura 87. Hilo dental	115
Figura 88. Cepillos eléctricos	116
Figura 89. Estimulador interdental.....	117
Figura 90. Cepillo interdental	117
Figura 91. Palillo.....	117
Figura 92. Irrigador bucal	118
Figura 93. Pasta dental.	118

Figura 94. Enjuague bucal	119
Figura 95. Grados de la caries..	120
Figura 96. Gingivitis.....	121
Figura 97. Periodontitis	122
Figura 98. Sensibilidad dental	123
Figura 99. Halitosis.....	123
Figura 100. Medidas antropométricas del percentil 5 para hombre y mujer	124
Figura 101. Medidas antropométricas del percentil 95 para hombre y mujer	125
Figura 102. Medidas antropométricas para usuarios en sillas de ruedas	126
Figura 103. Medidas concernientes al sistema	127
Figura 104. Alternativa 1. “Caucho”	132
Figura 105. Alternativa 2. “Garfio cepillo”	132
Figura 106. Alternativa 3. “Retenedor”	133
Figura 107. Alternativa 3. “Pistola de agua”	133
Figura 108. Alternativa 5. “Empotrado”	134
Figura 109. Diseño anticipatorio.....	136
Figura 110. Modelo del cepillo N° 1	137
Figura 111. Modelo del cepillo N° 2.....	137
Figura 112. Esquema del cepillo. Modelo N° 3	138
Figura 113. Modelo del cepillo N° 3.....	138
Figura 114. Esquema del complejo del cepillo	139
Figura 115. Complejo del cepillo	139
Figura 116. Dosificador de dentífrico.....	140
Figura 117. Subsistema del agua.....	140
Figura 118. Tablero de pruebas	141
Figura 119. Usuario tipo probando el sistema.....	141
Figura 120. Secuencia de uso y diagrama de flujo	142
Figura 121. Propuesta final de “Dento”	143
Figura 122. Elementos amortiguados para brindar libertad de movimiento	144
Figura 123. Alternativas construidas para garantizar la libertad de movimiento	144
Figura 124. Propuesta para el giro mecánico.....	145
Figura 125. Guayas	145
Figura 126. Cabezales de cepillo	146

Figura 127. Bocetos para el complejo del cepillo	146
Figura 128. Esquema del subsistema del cepillo	147
Figura 129. Subsistema del cepillo construido	148
Figura 130. Detalle del acoplamiento del cabezal del cepillo	148
Figura 131. Despiece del cabezal del brazo y del mecanismo de rotación.....	149
Figura 132. Capas en el resorte	150
Figura 133. Medición de la fuerza que opone el resorte para deformarse	151
Figura 134. Usuario 7 probando el subsistema del cepillo	152
Figura 135. Usuario 8 probando el subsistema del cepillo	152
Figura 136. Usuario 9 probando el subsistema.....	153
Figura 137. Usuario 10 probando el subsistema.....	153
Figura 138. Elementos corregidos del subsistema.....	154
Figura 139. Encoder.....	154
Figura 140. Diagrama de fuerzas del subsistema del cepillo	155
Figura 141. Diagrama de fuerzas del tornillo sin-fin corona	156
Figura 142. Válvula de vacío modificada.....	159
Figura 143. Dispensador de pasta dental.....	159
Figura 144. Válvula de membranas.....	159
Figura 145. Esquema del subsistema del dentífrico.....	160
Figura 146. Válvula de salida	160
Figura 147. Subsistema del dentífrico construido	161
Figura 148. Esquema del subsistema del dentífrico.....	161
Figura 149. Electroválvulas	164
Figura 150. Válvulas de paso	165
Figura 151. Enjuague y lavado.....	165
Figura 152. Esquema del subsistema del agua	166
Figura 153. Cámara de lavado construida	167
Figura 154. Válvula de salida del dentífrico.....	167
Figura 155. Elemento para el enjuague	167
Figura 156. Luz UVC	168
Figura 157. Espectro de luz UV.....	168
Figura 158. Espectro de luz UV.....	169
Figura 159. Tubo de luz UVC	170

Figura 160. Partes modeladas	172
Figura 161. Alternativa 1.	172
Figura 162. Alternativa 2	173
Figura 163. Alternativa 3	173
Figura 164. Alternativa 4	173
Figura 165. Alternativa 5	174
Figura 166. Alternativa 6	174
Figura 167. Alternativa 7	174
Figura 168. Construcción controlada de la forma.....	175
Figura 169. Corte de la forma base.....	176
Figura 170. Configuración Forma final	176
Figura 171. Proporciones del logotipo.....	177
Figura 172. Construcción del logotipo	177
Figura 173. Construcción del logotipo.....	177
Figura 174. Forma básica para el tallado	178
Figura 175. Ajustes para el tallado	178
Figura 176. Endurecimiento del tallado	179
Figura 177. Obtención del molde	179
Figura 178. Molde y forma final en fibra	179
Figura 179. Componente electrónico del proyecto “Dento I”	180
Figura 180. Esquema de funcionamiento básico.	181
Figura 181. Tarjetas finales del sistema “Dento 2”	182
Figura 182. Red eléctrica y electrónica del Sistema general	184
Figura 183. Secuencia de acciones del usuario y el sistema.....	185
Figura 184. Secuencia de acciones del usuario y el sistema, para el cepillado dental y el enjuague bucal	186
Figura 185. Secuencia de acciones del usuario y el sistema, para la finalización de la actividad de cepillado	187
Figura 186. Secuencia de acciones del usuario 2 y el sistema, para el recambio de los elementos removibles	188
Figura 187. Carcasa con adiciones posteriores al moldeado.....	189
Figura 188. Subsistema de dosificación del dentífrico ensamblado en la corredera	189
Figura 189. Compuerta de servicio	190

Figura 190. Compuerta de servicio	190
Figura 191. Sincronización del brazo	191
Figura 192. Sincronización espacial.....	191
Figura 193. Ajuste de las electroválvulas y la energía de entrada	192
Figura 194. Elementos finales	192
Figura 195. Prueba 1 del sistema.....	193
Figura 196. Prueba 2 del sistema.....	193
Figura 197. Encendido del dispositivo.....	194
Figura 198. Acciones del subsistema del cepillo.....	195
Figura 199. Proceso de lavado, enjuague y repuesto del dentífrico	196
Figura 200. Cambio del cabezal del cepillo de dientes	197
Figura 201. Eje de pruebas	200
Figura 202. Flexión lateral.....	206
Figura 203. Flexión frontal.....	206
Figura 204. Flexión de ascenso. Cara oclusal	207
Figura 205. Flexión de descenso. Cara oclusal	207
Figura 206. Numeración de los dientes.....	209
Figura 207. Porcentaje de dificultad por pieza dental	211
Figura 208. Numeración de los dientes.....	229
Figura 209. Porcentaje de dificultad por pieza dental	231
Figura 210. Fotografía de Javier Payares (usuario 2) con los autores.....	232
Figura 211. Acabado y pintura	238
Figura 212. Armado restante.....	238
Figura 213. Elaboración de la Carcasa	239
Figura 214. Elaboración sistema de Lavado y aplicación de dentífrico.....	239
Figura 215. Elaboración del sistema de desinfección por Luz uv-c	240
Figura 216. Elaboración del Sistema electrónico	240
Figura 217. Elaboración del Sistema de elevación y movimiento del brazo	241
Figura 218. Elaboración del Sistema hidráulico	241
Figura 219. Elaboración del Sistema de presión para la crema.....	242
Figura 220. Duración total de fabricación de un producto para una serie corta de 100 Unidades	242

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Cifras. DANE	248
ANEXO 2. Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	253
ANEXO 3. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)	259
ANEXO 4. Marco legal vigente.....	265
ANEXO 5. Perfil de usuarios contactados.....	279
ANEXO 6. CIF. Deficiencias relacionadas con el perfil de usuario	309
ANEXO 7. CIE-10. Clasificación internacional de enfermedades.	321
ANEXO 8. Carta escrita por Colgate	342
ANEXO 9. Referencias de los componentes.....	346
ANEXO 10. Datos de la prueba ergonómica.....	356

RESUMEN

TÍTULO. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEMENTO MECATRÓNICO DE USO DIRECTO EN LAS ACCIONES QUE IMPLICAN EL ASEO DENTAL, PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD O AUSENCIA DE MIEMBROS SUPERIORES.*

AUTORES. Luis Alfonso Ortiz Pinto.
Israel Garnica Bohórquez. **

PALABRAS CLAVE. Ayuda técnica, discapacitados, miembros superiores, cepillo de dientes, aseo dental, mecatrónico.

CONTENIDO.

El sistema "DENTO" es una ayuda técnica destinada a las personas con deficiencias bilaterales de sus miembros superiores, y discapacidades en la manipulación de objetos, para el evento del cepillado dental, y las tareas que implican esta actividad, como la dispensación del dentífrico, el enjuague de la boca y el lavado y desinfección del cepillo dental. El prototipo soporta las anteriores actividades mediante el control electrónico de sus elementos. Está compuesto de una unidad central adosada a la pared, un pequeño artículo que se adhiere al lavamanos, encargado de expulsar agua con el acercamiento, y las líneas de entrada y salida de agua y energía eléctrica.

La aproximación del sujeto activa las acciones de la dosificación de la pasta dental, ubicación del cepillo a la altura de la boca, giro cada 90° del cabezal de cepillado y el movimiento de las cerdas; y su ausencia resguarda, lava y desinfecta al cepillo dental. En cualquier momento, el individuo puede enjuagarse la boca. Para realizar cambios del dentífrico y el cabezal de cepillo eléctrico, desgastados por el uso, se necesita de la intervención de una persona auxiliar.

El propósito de este dispositivo es el de ofrecer autonomía al usuario en su higiene oral, favoreciendo la calidad de vida y el bienestar de la persona, una imagen positiva de sí mismo, y el sentido de pertenencia ligado a un artículo que reduce actividades y posturas incómodas.

*Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director de proyecto: DI. Juan Carlos Moreno Muñoz.

SUMMARY

TITLE. DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MECHATRONIC ELEMENT OF DIRECT USE THAT INVOLVES THE ACTIONS OF DENTAL CLEANING, FOR PEOPLE WITH DISABILITIES OR NON-HIGHER MEMBERS.*

AUTHORS. Luis Alfonso Ortiz Pinto.
Israel Garnica Bohorquez. **

KEYWORDS. Technical assistance, disabled, higher members, toothbrush, dental hygiene, mechatronics.

CONTENT.

The system "DENTO" is a technical assistance designed to aid those with impaired bilateral arms, and disabilities in the manipulation of objects, for brushing event, and tasks involving this activity, as the dispensation of toothpaste, the mouth rinse and wash and disinfect the brush. The prototype supports the above activities through the electronic control elements. It consists of a central unit attached to the wall, a small item that attaches to the sink, water charge of driving with the approach, and lines of input and output of water and electricity.

The approximation of the person actives of the dosage of the toothpaste, brush location the height of the mouth, turning every 90° head brushing and the movement of bristles; and their absence, preserves, washes and disinfects the toothbrush. In any time, the user may mouthwash. To make changes to the toothpaste and the head of electric toothbrush, worn by its use, is needed the intervention of an auxiliary person.

The purpose of this device is to offer to the user autonomy in their oral hygiene, encouraging quality of life and welfare of the person, an image positive self, and sense of belonging linked to an article that reduces activities and uncomfortable positions.

* Grade Project.

** Faculty of Physics and Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Project Director: DI. Juan Carlos Moreno Muñoz.

1. INTRODUCCIÓN

Las actuales condiciones de la población discapacitada en Colombia y el mundo han incentivado la creación de iniciativas políticas y económicas para la inclusión, la participación y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas afectadas por limitaciones físicas, a las cuales se les asigna el juicio peyorativo de minusvalías, producto de una sociedad que margina las condiciones extremas como deficientes e improductivas.

Este prejuicio no es ajeno a la academia. Durante la formación como diseñadores industriales se enfatiza en el aspecto y la funcionalidad de productos en serie destinados a mercados mayoritarios; pero el aporte social que como profesionales ejercemos queda en ocasiones relegado por el consumo masivo, desatendiendo así a las minorías. Es preciso aclarar que no se buscan finalidades altruistas. Este nicho del mercado es extenso, disperso y productivo, y requiere soluciones especializadas con tecnología local para facilitar la adquisición de las mismas.

La tarea cotidiana del cepillado dental es relevante para el caso de estudio. Por medio de la observación directa de las actividades llevadas a cabo por los usuarios con discapacidades para efectuar estas tareas, será comprendido el problema dejando atrás las especulaciones asociadas a las posibles soluciones.

La propuesta “Dento 2” es producto del seguimiento proyectual llevado a cabo en el taller de Diseño Industrial VII, en el segundo periodo académico del año 2007, donde se le nombró como proyecto “Dento”. El concepto inicial perdura con el objetivo de desarrollar una ayuda técnica que facilite a las personas con deficiencias en sus miembros superiores la limpieza de sus dientes, buscando superar las dificultades técnicas que presentó el modelo funcional del proyecto “Dento” hasta alcanzar el estado de prototipo y propuesta técnico-productiva.

2. JUSTIFICACIÓN

Se tiene presente que cepillarse los dientes no es una acción vital para el ser humano, pues una persona discapacitada puede efectuar la tarea con sus capacidades residuales, no hacerlo, o permitir que lo asistan en el evento de limpieza; sin embargo se pueden ofrecer alternativas para el usuario. Es necesario para esto desarrollar ayudas técnicas que ofrezcan autonomía y dignidad a quienes les resulta difícil la actividad, con el fin de promover una cultura de autocuidado y aporte a la autoestima en el usuario.

Las ayudas técnicas permitirían a este tipo de personas desenvolverse en sus tareas cotidianas de manera que su uso, comparado con las soluciones mal adaptadas para la tarea, sea más cómodo, eficiente y amplíe sus capacidades, sin que el elemento sea tomado como una intromisión a su independencia, sino todo lo contrario, un aporte a la misma.

El hecho de crear un producto adecuado para resolver esta limitación, hace satisfactoria y desafiante la tarea de diseño, brinda además la oportunidad de innovar en un campo poco explorado, de interactuar con los conocimientos de los profesionales de la salud y las habilidades de los ingenieros, y de ayudar en la medida de lo posible a mejorar la calidad de vida de una población marginada por una sociedad indiferente, sin compromisos serios asumidos, respecto a las problemáticas planteadas por las carencias de los discapacitados.

La búsqueda de soluciones nativas a estos problemas descubre oportunidades de negocio que podrían resolverse con tecnología local, favoreciendo al usuario final que no cuenta con los medios económicos para importar estos artefactos, con miras a la exportación de los mismos; y a la pequeña industria de la ciudad con nuevas propuestas y campos de exploración para su producción, en sectores tan variados como el ocio y la recreación, la actividad laboral y la actividad cotidiana de las personas con discapacidades.

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

Ofrecer autonomía mediante una ayuda técnica a la persona con limitaciones o ausencia de los miembros superiores durante el evento total del cepillado dental.

3.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Interactuar con el usuario primario para conocer su procedimiento y determinar parámetros y requerimientos.
- Desarrollar un prototipo cuyo accionamiento se efectúe por medio de las capacidades activas del usuario.
- Adecuar el elemento para accesorios de fácil adquisición en el mercado.
- Generar como resultado tangible un sistema que permita al usuario cepillarse, enjuagarse, y usar el dentífrico.
- Evaluar los resultados que arroje la verificación del modelo de prueba con usuarios tipo y usuarios finales para las correcciones pertinentes.
- Analizar el mercado objetivo del sistema y plantear su producción técnica para una serie corta.

4. ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA

4.1. TÍTULO

“Diseño y construcción de un elemento mecatrónico de uso directo en las acciones que implican el aseo dental, para personas con discapacidad o ausencia de miembros superiores.”

4.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Existe una población desatendida que sufre deficiencias físicas y necesita de artefactos que aporten ayuda a la realización de actividades básicas, como lo es la higiene dental. Las personas con discapacidades o ausencia de los miembros superiores presentan gran dificultad en el aseo de sus dientes, por lo que requieren un artefacto que aporte a esta actividad mayor bienestar que el que consiguen con artículos e instalaciones convencionales.

4.3. ORIGEN DEL PROYECTO

La propuesta se basó en primera instancia, en especulaciones sobre lo difícil que debe resultar el aseo de los dientes para personas con esta discapacidad, gracias a los eventos grabados y publicados en internet alrededor del mundo.

Aún así fue insuficiente esta información debido al distanciamiento cultural y demográfico, por lo que se hizo vigente la necesidad de explorar nuestro entorno local para tener evidencia tangible, más próxima, de personas con estas dificultades, con el propósito de construir una base de datos de personas con deficiencias en sus miembros superiores, para facilitar el acercamiento con cada individuo y su ubicación exacta. Se encontró no solo a una población desatendida que soluciona la discapacidad con adaptabilidad, sino además, la dispersión de la información acerca de su existencia por parte de las instituciones estatales o privadas, encargadas de prestar sus servicios para el cumplimiento de sus

derechos como población vulnerable. (ART 47 *de la Constitución Política de Colombia*).

Es necesario el conocimiento de los casos individuales y la libre circulación inter-institucional de la información, manifestando los problemas individuales que presentan y el estudio de cada caso, para el uso oportuno y óptimo de los recursos del estado, impulsando la adquisición democrática de ayudas técnicas; Sin embargo, en muchos casos ocurre que estos artefactos son costosos y se le niega al usuario la posibilidad de poseerlo, salvo por la vía de la tramitología exigida por los instrumentos públicos, o se le da un objeto más económico que no cumple a cabalidad con sus expectativas.

El desarrollo de ayudas técnicas, como medio para fortalecer poco a poco la autonomía de estas personas, tiene un gran potencial como alternativa económica para el desarrollo de la pequeña industria, promoviendo la búsqueda de tecnologías que puedan emular y sustituir los productos extranjeros, con participación permanente de la academia para la resolución y la exploración de problemas puntuales que las instituciones pasan por alto.

Las ayudas técnicas más comunes son los artefactos ortopédicos; las órtesis, que aseguran el cuerpo o partes de este en una posición conveniente, y las prótesis, que remplazan partes ausentes con fines funcional-estéticos. Pero existen objetos más específicos que solucionan problemas puntuales y serían contenidos por la siguiente definición: “Se consideran ayudas técnicas aquellos instrumentos que permiten compensar una o más limitaciones funcionales, motrices, sensoriales o cognitivas de la persona con discapacidad, favoreciendo su autonomía e impulsando su plena integración social”¹.

La problemática de las personas disminuidas físicamente se deriva como consecuencia del alto índice de violencia en Colombia; protagonistas y víctimas civiles sufren de heridas y mutilaciones, que ocasionan amputación o parálisis de extremidades superiores o inferiores. Los enfrentamientos y pugnas territoriales entre grupos al margen de la ley y fuerzas del estado han minado el territorio nacional, costado muertes y destruido la vida de los sobrevivientes.

¹ HINRISCHEN, Carlos. Aplicación del diseño concurrente en la pyme chilena. Desarrollo y manufactura de ayudas técnicas. Santiago de Chile: CDDI, 2002, p15. Formato PDF.

En nuestro medio se encuentra que las causas de este problema no han sido exclusivas del conflicto, sino resultado de un accidente industrial o automovilístico, una enfermedad adquirida o congénita. Como resultado, se ocasiona deterioro severo en la autoimagen de la persona, al enfrentarse a nuevas situaciones y obstáculos que no puede salvar por su cuenta.

En el caso de las personas con deficiencias bilaterales en sus miembros superiores, resulta difícil o imposible la adaptación para llevar a cabo tareas que requieren motricidad fina y control permanente de los movimientos; el cepillado de los dientes y las diversas tareas en las que el aseo bucal se descompone, es un reto en las primeras etapas de aprendizaje para valerse a sí mismo, y dejar a un lado la dependencia con la persona que asiste la labor.

La comprensión de cualquier problema y las posibles soluciones son lo que nos caracteriza como diseñadores industriales. “Sabemos de qué modo hay que construir objetos que sean funcionales, comprensibles y usables. Además, los objetos cotidianos deben ser usados por una amplia variedad de personas: altas y bajas, con o sin complexión atlética, que hablan y leen diferentes idiomas, que pueden estar ciegas o padecer distintos grados de sordera, o carecer de agilidad o movilidad física, o incluso no tener manos”².

Salvando las distancias, el proyecto no está contemplado para ser universal, pues para el desarrollo están excluidos los usuarios con deficiencias mentales y con lesiones medulares que no permitan movimiento alguno. Sin embargo, es necesario que las personas discapacitadas sean objeto de estudio para la elaboración de productos adecuados para su uso, aprovechando los medios locomotores de que disponen, introduciendo en el objeto ventajas de uso para la mayor cantidad de usuarios posibles.

² NORMAN, Donald. El Diseño Emocional. Barcelona: Paidós, 2005, p.99.

4.4. METODOLOGIA PROYECTUAL

Recopilación de información. Construcción del marco teórico.

- Búsqueda de testimonios en fundaciones locales.
- Conversación personal o virtual con personas que sufran esta limitación.
- Evidencias visuales (videos que detallen las soluciones existentes).
- Estado del arte.
- Datos antropométricos y anatomofisiológicos.
- Medidas estándar de la ubicación y dimensión del lavamanos.

Propuesta y evaluación de alternativas.

- Lluvia de ideas y bocetación.
- Propuesta de alternativas bidimensionales.
- Evolución de alternativa final. Única propuesta a desarrollar por costos implicados en el desarrollo de alternativas divergentes.

Construcción del modelo. Pruebas técnicas.

- Construcción de los subsistemas.
- Adecuación del conjunto funcional de subsistemas.
- Sincronización de los movimientos de los dispositivos.
- Disposición de los elementos. Interfaz de uso.
- Pruebas y correcciones.

Aspectos formal-estéticos.

- Formas asépticas.
- Ajuste de color y material real.
- Elementos finales de unión o ensamblado.
- Evitar sensaciones intrusivas respecto al tamaño.
- Elementos formales para la ejecución y evaluación. (lenguaje de uso).
- Diferenciación de los elementos y controles.

Aspectos de producto.

- Manual de instalación y de uso.
- Imagen de marca y publicidad. Empaque y embalaje.
- Análisis de mercado. Investigación contextual.

Evaluación ergonómica. Pruebas funcionales.

- Sistema final con la disposición y sincronización de las partes.
- Definición de las variables y su naturaleza de medición.
- Muestra piloto compuesta por 5 personas, respecto a los ajustes finales para la experimentación.
- Identificación de las variables cualitativas para el procedimiento de medición.
- Sujeción de las manos de los usuarios tipo.
- Ubicación graduable según la altura requerida para la prueba.
- Diseño de formato de evaluación según las variables de medición.
- Correctivos necesarios para la prueba.
- Prueba estadística integrada por 30 personas.

4.5. DEFINICIÓN TIPO DEL OBJETO. (Requerimientos preliminares)

Tipos de usuario.

- Tipo 1. Directo o primario.
- Tipo 2. Indirecto. Auxiliar o familiar.
- Tipo 3. Indirecto. Soporte técnico.

Aspectos de la interacción

- Aspectos antropométricos. Alcances. Altura de los elementos, holguras.
- Aspectos fisiológicos. Factores músculo-esqueléticos.
- Aspectos de evaluación. Pruebas de funcionamiento. Pruebas de usabilidad. Evaluaciones cualitativas.
- Aspectos formal-estéticos. Manipulación de la imagen del sistema. Lenguaje de uso. Manual de usuario. Carcasa. Imagen de marca. Empaque.

Aspectos técnicos.

Secuencia de uso	Aspectos técnicos
Estado inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación del sistema, conexión, posible graduación para la altura de los usuarios. (Usuario tipo 2, 3). • Ubicación de los elementos de desgaste; cabezal eléctrico y dentífrico. (Usuario tipo 2)
Encendido	<ul style="list-style-type: none"> • Control N°1 de encendido/apagado del sistema (motricidad activa). • Limpieza del cabezal por medio de agua. (Temporizado). • Aproximación del cabezal a la altura/holgura deseada. • Vibración de las cerdas.
Obtención del dentífrico	<ul style="list-style-type: none"> • 1. Mecanismo automático para que la pasta llegue hasta las cerdas. • 2. Mecanismo de accionamiento directo para que el usuario la obtenga por su cuenta.
Evento del cepillado	<ul style="list-style-type: none"> • Libertad de movimiento para el cabezal sin que la vibración de las cerdas se limite. • Puntos de fijación en el giro conforme el usuario requiera determinado ángulo de cepillado.
Enjuague	<ul style="list-style-type: none"> • Control N°2 de encendido/apagado del agua y su trayectoria, previamente regulado el caudal, para el enjuague de la boca. (no temporizado).
Apagado	<ul style="list-style-type: none"> • Control N°1 de encendido/apagado del sistema (motricidad activa). • Se suspende la vibración de las cerdas. • Retroceso del cabezal a su posición inicial. • Limpieza del cabezal por medio de agua. (Temporizado).

Tabla 1. Secuencia de uso y aspectos técnicos relacionados. No está contemplada en el proyecto la implementación de la ceda dental, artículos relacionados de limpieza interdental, o productos de enjuague bucal.

- Sub-sistema del cepillo. Cabezales eléctricos existentes. Elementos de elevación. Elementos de transmisión mecánica. Articulaciones y libertades de movimiento para los ángulos y las variaciones de altura en el cepillado.
- Sub-sistema del agua. Elementos de regulación y conexión hidráulica. Función de aseo para el cepillo. Función de enjuague para el usuario.
- Sub-sistema del dentífrico. Mecanismo de dosificación del dentífrico. Clase de pasta. Mecanismo de aporte al usuario.
- Sub-sistema de control. Sistema electrónico. Sistema eléctrico. Sistema mecánico.
- Planteamiento técnico-productivo. Viabilidad de procesos. Análisis de mercado. Análisis de redes pert y cpm.

4.6. LIMITACIONES DEL PROYECTO

Limitaciones del Usuario final: es impredecible la cantidad de usuarios finales que puedan contactarse; lo es también su disposición y el cambio que puedan hacer de su ubicación en el futuro inmediato; el costo que implica además establecer el contacto con estas personas, limita su número para el estudio.

Limitaciones de la máquina: los correctivos necesarios que necesite el sistema “Dento”, planteados durante el desarrollo del proyecto, requieren de experimentación y capital para su consumación, por lo que además, debe hacerse lo posible para que el usuario interactúe con el elemento en diferentes etapas de construcción. Todo esto sumado a eventos impredecibles, experimentaciones fallidas, o materiales tecnológicos difíciles de adquirir, que ocasionen mayor atraso. Por tanto, el tiempo necesario para su construcción será incierto, (aunque no mayor al de dos semestres por motivos económicos).

Alcances del Proyecto: el objetivo final es el de lograr el prototipo funcional de una ayuda técnica que ofrezca a los discapacitados de miembros superiores autonomía en el evento del cepillado de los dientes (incluyendo el acceso a dentífrico, y agua para el enjuague y para la limpieza de las cerdas) accionado por la motricidad activa de la persona, de manera que pueda en todo momento sentirse con pleno control de la acción e informado de la efectividad del sistema, hasta convertirse en una práctica cotidiana. Es decir, “Dento2” no será en su etapa final un producto para el consumo inmediato, por lo que su planteamiento técnico-productivo no será consumado. Es desconocido el monto en dinero que se requiere para la construcción del prototipo; se puede estimar entre \$ 500,000 pesos y 1,500,000 pesos.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. ANTECEDENTES

Los esfuerzos de las naciones por dignificar la condición personal de los individuos y los derechos que como seres humanos gozan, hacen posible que la sociedad mire con detenimiento el problema específico de las personas con discapacidad. El tema ha venido revisándose a partir de los paradigmas generados culturalmente, con el fin de transformarlos y atender a esta población cuya magnitud crece por diferentes factores en nuestro entorno.

“La discapacidad es vista ahora como una condición integral de la persona, y las instituciones interesadas deben generar objetivos y estrategias desde la salud, la educación, el trabajo, el bienestar familiar y social, y dirigir sus acciones más al fortalecimiento de las habilidades y potencialidades del individuo que a sus carencias”³. La Organización Mundial de la Salud (OMS) aproxima el número de personas que presentan algún tipo de discapacidad entre el 7 al 10% de la población mundial, 560 millones de personas, con una participación del 75 % para los países en vía de desarrollo; en Europa existen 37 millones, en América 84 millones, y en Suramérica 56 millones de personas discapacitadas.

Durante los años 90, la OMS clarifica los conceptos proponiendo una terminología específica para la identificación de los problemas⁴ en la clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la salud (CIF).

Las *deficiencias*, hacen referencia a las pérdidas o anomalías fisiológicas, psicológicas o anatómicas; representa la exteriorización del estado patológico.

Las *discapacidades*, reflejan los trastornos individuales de funcionamiento en la capacidad para realizar una actividad cotidiana habitual, como consecuencia de las deficiencias.

³ DANE. Información estadística sobre la discapacidad. Bogotá: DANE, Junio de 2004, p.5. Formato PDF.

⁴ IBV. Instituto de Biomecánica de Valencia. Ergonomía y discapacidad. Madrid: IMSERSO, 1997, p. 25.

Las *minusvalías*, son las dificultades que presentan las personas con deficiencias y/o discapacidades, en la adaptación e interacción del entorno y de las personas que lo habitan. La minusvalía afecta el rol social del individuo y lo ubica en situación de desventaja frente a una persona normal.

Es incuestionable que el problema de la población discapacitada ha aumentado con el número de individuos en nuestra nación, a medida que la guerra y el detrimento en los servicios de salud se han agravado. La OMS estima que en los países en conflicto hasta el 20 % de su población total puede presentar algún tipo de discapacidades.

En el censo de 1993, la población afectada era del 1.85 % del total, 681.838 personas. En dicho censo se establecieron las características de las diferentes discapacidades, entre las que se cuentan con los resultados de las personas con impedimentos en los miembros superiores: “Parálisis o ausencia de miembros superiores: cuando a la persona le faltan todos los dedos, la(s) mano(s), el(los) antebrazos y/o el o los brazos. También cuando los tiene pero ha perdido el movimiento voluntario de ellos.”⁵; representando el 8.9 % del total de la población discapacitada, es decir, 60.730 personas; 58.4 % hombres y 41.6 % mujeres.

En el reciente censo del 2005, la población afectada había aumentado a 14,9 % del total, 6,3 % con limitaciones permanentes. El 14, 9 % representan 2.618.644 personas del total de la población colombiana. El concepto de medición es ampliado en esta consulta: “Limitaciones en la movilidad de los miembros superiores: tocar, coger y manipular objetos con las manos, mover y utilizar brazos, hombros, manos, dedos”⁶. A nivel nacional, existen 390.178 individuos con limitación en el uso de brazos y manos, 52 % hombres; 256.300 personas presentan problemas de auto-cuidado, 52 % de estas son mujeres (ambos segmentos presentan cifras cercanas, abarcando aproximadamente el 0,01% de la población nacional, y el 15% de la población discapacitada)⁷.

Es claro por las estadísticas presentadas, que existe una población en constante crecimiento con múltiples necesidades por resolver, que podrían solucionarse por obras civiles, artefactos genéricos o mediante soluciones personalizadas.

⁵ DANE, op.cit., p 19 y 24.

⁶ www.dane.gov.co/CENSOS/DEMOGRÁFICAS/MI-DISCAPACIDAD-FME-01.doc. Formato Pdf.

⁷ www.dane.gov.co. DANE. Censo 2005, extraído del sistema de consulta Radatam.

Los esfuerzos para crear ayudas técnicas en la Universidad Industrial de Santander, en el entorno del taller multidisciplinario de Diseño Industrial VIII, con la participación de estudiantes de ingeniería electrónica, fortalecen la imagen de la institución como actor para la inclusión social, reconociendo los derechos de primera generación de estas personas, como la vida, la honra, la dignidad individual, y la oportunidad de desarrollo que generaría la posible producción de artículos inclusivos o universales, para suplir un mercado desatendido, generando desarrollo económico y social en la región.

Otras facultades de Diseño Industrial en el país están manejando la temática de los discapacitados con el mismo interés.⁸ La Universidad Nacional de Colombia hace cuatro años trabaja en su Taller con Énfasis en Recursos Humanos, en la dirección de proyectos “exóticos”, donde se aplican los principios de la responsabilidad social y el diseño universal.

Todas estas iniciativas pueden quedarse sin un impulso por parte del sector productivo; la falta de compromiso de la sociedad en la búsqueda de la innovación y la investigación sumado al prejuicio hacia la población discapacitada, considerada como un problema social irreparable (no cabe duda que lo es, empero, la óptica desarrollada ha sido errónea), hacen necesario el compromiso y la cooperación de todas las partes involucradas en las que todas se proyecten como beneficiarias al brindar soluciones, sean ayudas técnicas, programas laborales, de salud, etc.

El diseño industrial juega entonces un papel clave en la formulación de respuestas a las necesidades implícitas en los objetos cotidianos que utilizan las personas con deficiencias funcionales a causa de sus limitaciones, conforme han desarrollado capacidades motrices residuales, por encima de la gente común, adaptándose a artículos que no fueron pensados para tener en cuenta sus necesidades.

⁸ RAMIREZ, Carlos. Diseño Universal. En: UN Periódico. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 12, Octubre, 2008; p. 22. N° 116.

5.2. MARCO LEGAL

La legislación busca la inclusión de las personas con discapacidad en la sociedad, para tenerlos presentes en proyectos de toda índole, respetando su condición y aportando beneficios, para potenciar sus capacidades productivas y de interacción con la comunidad. En el mundo se adelantan esfuerzos conjuntos para el mejoramiento de la calidad de vida de los discapacitados. Como ejemplos podemos citar la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad de la ONU (2006), el Código de prácticas para el manejo de la discapacidad en el lugar de trabajo (2002) de la OIT, la Convención Interamericana para la eliminación de todas las formas de discriminación contra las personas portadoras de Discapacidad (1999) y el Congreso Europeo sobre Discapacidad (2003), que cuenta con programas como la TIDE (1991), iniciativa tecnológica para personas con discapacidad y mayores, el Foro Europeo para la Discapacidad, la (AAATE), Asociación Europea para el Avance de la Tecnología de la Rehabilitación, el Programa Marco para la Investigación, y la Red temática Iberoamericana en tecnologías de apoyo a la discapacidad, (RIBERDISCAP).

El país no ha sido ajeno a tales esfuerzos⁹, de manera que la constitución consagra los derechos que gozan los colombianos discapacitados, para el pleno ejercicio de su libertad y desarrollo personal, el derecho a ser asistidos y a recibir las garantías para su cuidado e integración.

Los derechos de primera generación se contemplan para todos nosotros, del ART 11 al ART 41. Los derechos de segunda generación, sociales, económicos y culturales, van del ART 42 al ART 77. Los derechos de tercera generación, o colectivos y del ambiente, van del ART 78 al Art 94.

Para la población discapacitada, la Ley 361 de 1997, basada en los artículos 13, 47, 54, y 98, reconoce la dignidad de la persona con limitaciones físicas y establece las acciones del estado en la prevención, educación, rehabilitación, integración laboral, bienestar social y accesibilidad para las personas con discapacidad. La ley 157 del 2007 y el decreto 1290 del 2008 ampara a las víctimas del conflicto. La política pública nacional de discapacidad es manejada por el ministerio de la protección social, las entidades que ayudan al pie de fuerza discapacitado, las ONG y las entidades particulares. (Ver anexo 4).

⁹ www.dane.gov.co/.../marco_legal.pdf. Recopilación efectuada por la Vicepresidencia de la república.

5.3. PERFIL DEL USUARIO FINAL

EDAD: De 15 a 60 años.

SEXO: Hombres y mujeres.

CAPACIDADES: Que pueda percibir y procesar información de sus sentidos, realizar juicios y razonar, coordinar sus movimientos ante los estímulos para lograr ejecutar una acción, libertad para cambiar su posición. Motivación y voluntad de aseo dental, además de una pérdida ligera o nula de los dientes. Capacidad socioeconómica, de estrato 1 a 3, que pueda además llevar una vida solvente.

DEFICIENCIAS: Amputaciones por encima o por debajo del codo. Defectos o malformaciones congénitas que limiten los movimientos del miembro superior de manera bilateral. Ausencia total o parcial de los miembros superiores. Enfermedades o traumatismos causales de esta deficiencia. (Ver anexo 6 y 7).

SESGOS: Limitaciones extremas. Imposibilidad de la persona de interactuar con los demás y con su entorno. Grado de dependencia máximo. Presencia de alteraciones sociales o personales, que le impidan llevar un modo digno de vida. Imposibilidad geográfica para la entrevista o insuficiencia de los datos existentes para su ubicación. Deficiencias unilaterales, que permitan al usuario la capacidad de asir el cepillo convencional con el miembro sano. Pérdida de algunos dedos, que no comprometan los dedos 1, 2 y 3.

DEFINICIÓN DE AMPUTACIÓN

Procedimiento quirúrgico que consiste en la remoción, extirpación o resección de una parte o la totalidad de una extremidad a través de una o más estructuras óseas, en forma perpendicular al eje longitudinal del miembro. Cuando se efectúa a través de una interlínea articular se desarticula. Las amputaciones pueden ser:

- Emergentes – Programadas.
- Abiertas – Cerradas.
- Trans – Desarticulados.

Pueden ser ocasionadas por incidentes Traumáticos (accidentes/conflictos bélicos/minas), o por eventos no traumáticos. Estos últimos se clasifican en:

- Disvasculares (Diabetes mellitus / Enfermedad vascular periférica).
- Infecciosas (Gangrena gaseosa / Osteomielitis crónica).
- Neoplásicas (Tumores óseos/partes blandas).
- Otras (amputaciones congénitas).

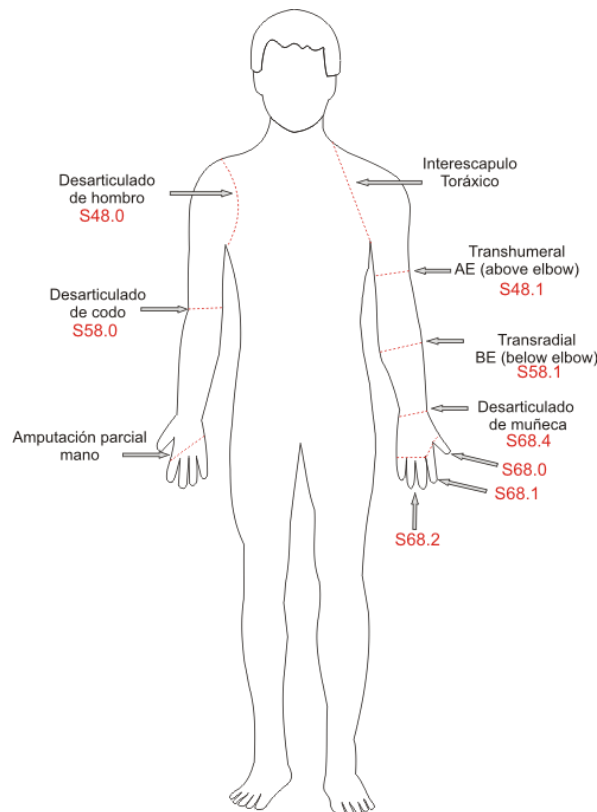


Figura 1. Niveles de amputación según la clasificación topográfica de Schwartz.

Las líneas rojas a trazos muestran la línea de corte. Los códigos en rojo, son sus respectivos códigos CIE-10.¹⁰

Las amputaciones congénitas resultan de fallas genéticas. Se diferencian dos conceptos. La amelia, cuya característica es la ausencia total del miembro; y la focomelia, que trata sobre la ausencia medial o proximal, con deformación o sin ella en la extremidad, que puede brotar de la cintura escapular y/o de la cintura pélvica. No existen datos sobre la población, pero se estima que el 0,2 % de los niños nacidos vivos, presentan malformaciones congénitas de los miembros superiores.¹¹

¹⁰ www.arcesw.com. Información extraída del sitio web, e imagen modificada por los autores.

¹¹ CARVAJAL, Florangel. Et al. Malformaciones Congénitas de Los Miembros Superiores. Artículo publicado en el sitio web: www.ilustrados.com/.../multimedia/2211065.gi.

5.4. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS EXPLORATORIA

NECESIDAD DE INFORMACIÓN

Aunque las cifras que el DANE presentó y publicó acerca de los discapacitados en Santander serían suficientes para justificar el esfuerzo que requiere diseñar este tipo de ayuda técnica, la labor de planeación podría ser defectuosa si no se cuenta con la participación del usuario final. El problema radica en que este instituto no puede revelar los datos específicos respecto a la ubicación de las personas de interés, y aunque el número sea elevado, este representa a todo el espectro posible de discapacidades; los casos de deficiencias bilaterales son raros en Bucaramanga, y es costosa la búsqueda de estas personas; como muestra se buscaran y evaluaran a 10 personas.

Hipótesis a comprobar: “todos los discapacitados bilaterales de los miembros superiores presentan dificultad extrema en las tareas que involucran el ritual común de aseo dental, de manera que se adaptan a los artefactos existentes causándole prejuicios a corto y largo plazo” (enfoque procústeo)¹². La palabra “extremo” se refiere a una dificultad permanente y observable en la continuidad del evento.

OBJETIVO GENERAL.

Obtener datos primarios sobre las necesidades del usuario final en las acciones que implican el aseo dental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información de las entidades involucradas con atención a discapacitados y ortopedia, en Colombia y Bucaramanga.
- Recabar datos sobre la existencia y la ubicación de personas que cumplan con el perfil.
- Filmar el evento del aseo bucal y determinar el rendimiento comparativo de las distintas tareas en que se desglosa.
- Identificar variables de diseño para tomar en cuenta en el planteamiento del sistema.

¹² IBV. Instituto de Biomecánica de Valencia. Ergonomía y discapacidad. Madrid: IMSERSO, 1997, p.16.

5.4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

FUENTES SECUNDARIAS.

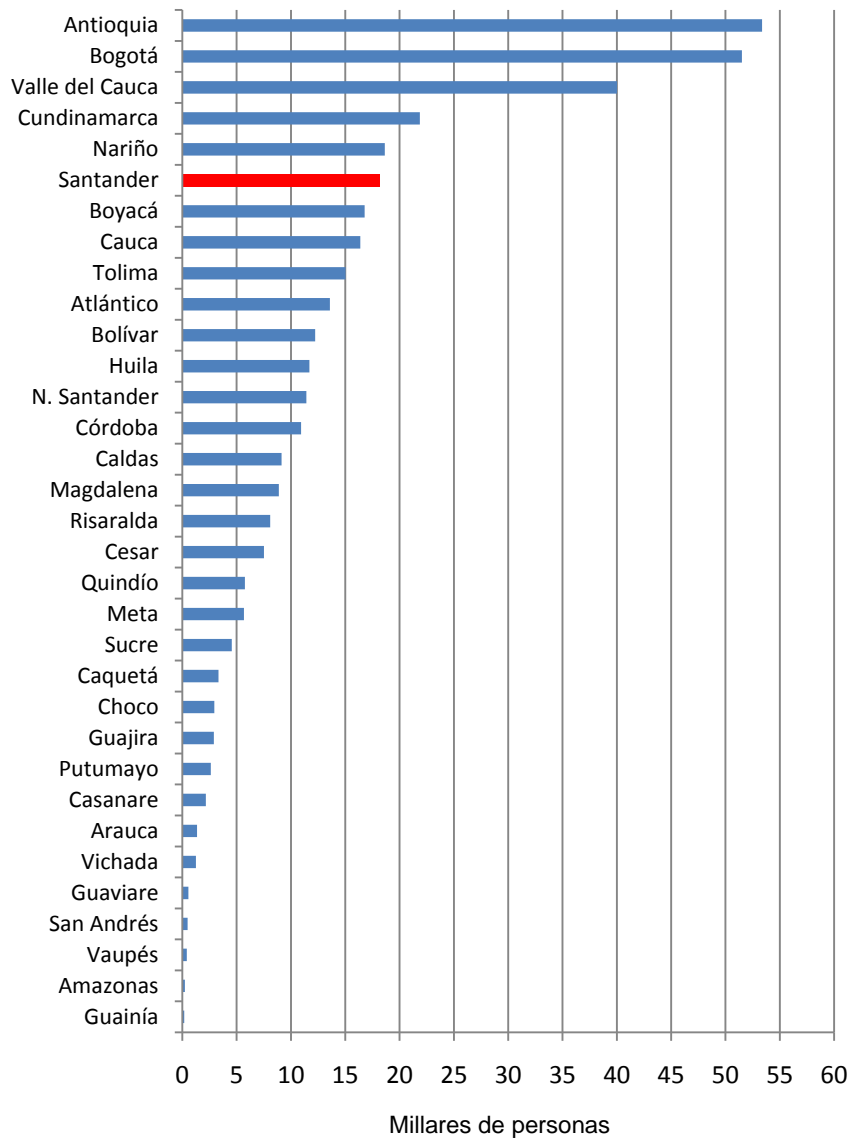


Tabla 2. Dispersión de la población con discapacidades en sus miembros superiores por departamento. Datos fuente¹³. (Ver anexo 1).

¹³ www.dane.gov.co. Población con discapacidades en los miembros superiores. Reporte ampliado. Tabla producida por los autores.

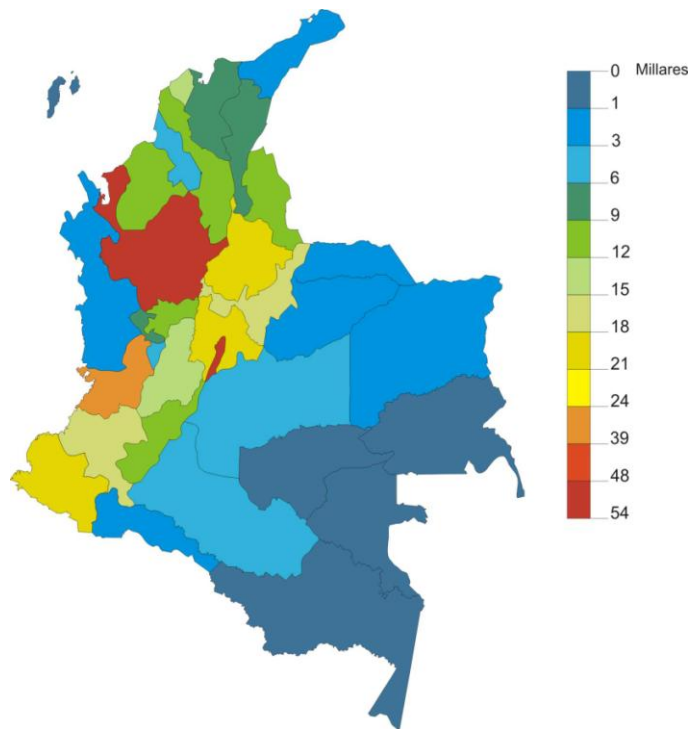


Figura 2. Dispersión de la población nacional con discapacidades en sus miembros superiores por departamento. Datos fuente¹⁴. (Ver anexo 1).

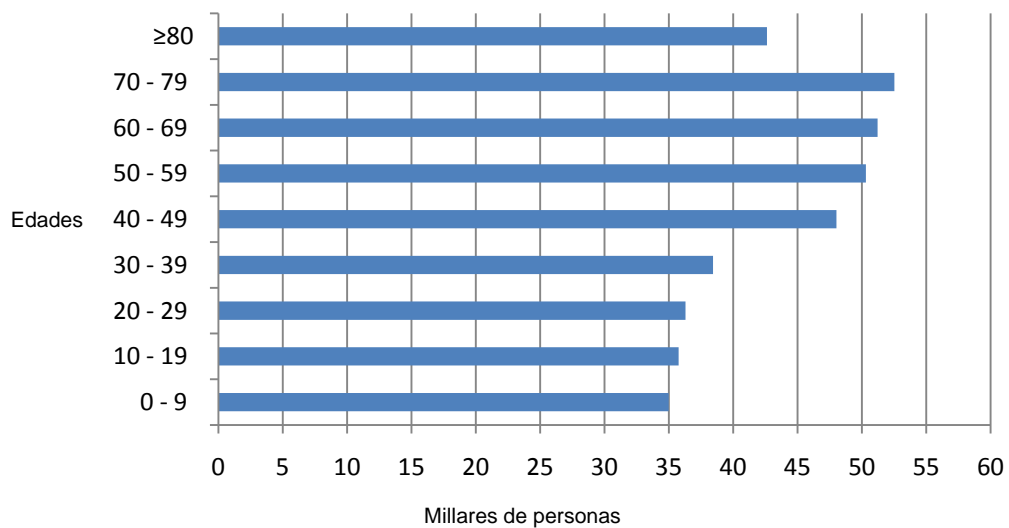


Tabla 3. Dispersión de la población nacional con discapacidades en sus miembros superiores por sexo y edades. Datos fuente¹⁵. (Ver anexo 1).

¹⁴ Ibid., figura de los autores.

¹⁵ Ibid., reporte valor absoluto básico. Tabla producida por los autores.

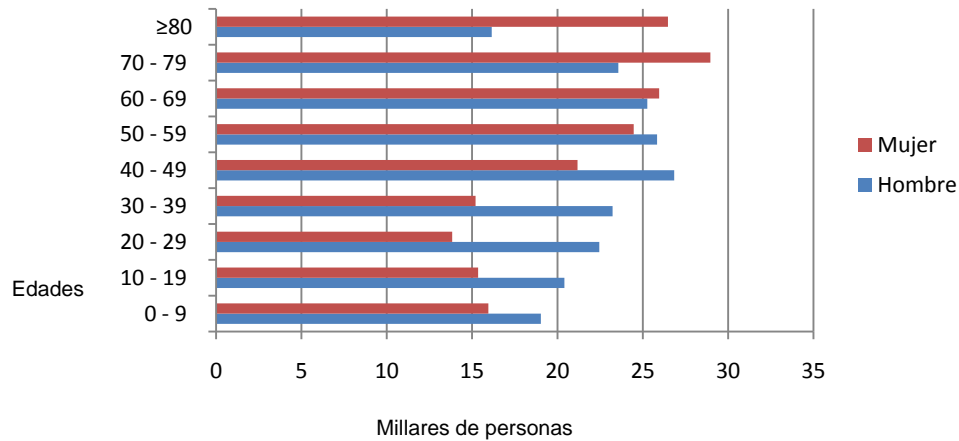


Tabla 4. Población nacional con discapacidades en sus miembros superiores por sexo y edades.¹⁶ (Ver anexo 1).

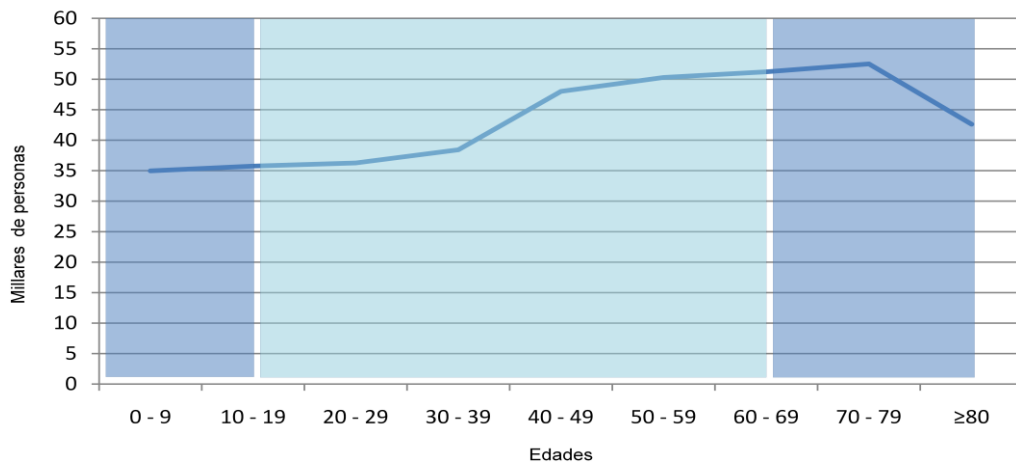


Tabla 5. Población nacional por rangos amplios de edad. 0-14 años, 10.8%. 15-64 años, 56.8%. y >65, 32.4%. Datos fuente.¹⁷ (Ver anexo 1).

En Colombia existen 379.746 personas (dato muestral corregido) con discapacidades en sus miembros superiores, 51.4 % hombres y 48.6% mujeres. En Santander, según el censo de 1993, había 2.808 personas; en el censo del 2005 se registraron 18.190; de estas, 11.845 revelan problemas de auto-cuidado y 2.076 tienen dificultad para llevar o mover objetos con sus manos; 4,394 del total departamental residen en la ciudad de Bucaramanga. El 95 % de ellos están ubicados en los estratos 1, 2, y 3 y el 45 % se encuentran en un rango de edad entre los 19 y los 45 años.

¹⁶ *Ibíd.*, tabla producida por los autores.

¹⁷ *Ibíd.*, tabla producida por los autores.

5.4.2. BASES DE DATOS.

Búsqueda de los diferentes centros de rehabilitación e instituciones relacionadas que posean una base de datos, o información sobre los usuarios que pudieron haber auxiliado y cumplan con el perfil.

MÉTODO. Entrevista presencial de modo informal a la persona que representa el estamento (en la ciudad de Bucaramanga). Petición escrita vía “mail” solicitando información pertinente (por fuera de la ciudad, facilitando posibles contactos).

	INSTITUCIÓN. (Bucaramanga)	CONTACTO	PERSONA ENCARGADA
✓	Fundación Jesús de Nazaret		Romí Carvajal
✓	Representante Org Colombia sin minas	3103221612	Guillermo Gil
✓	Fundación Unicornio	www.ladiscapacidad.com	Mª del Pilar Pinzón
✓	Orthosander	3112290545	Juan Gamboa
✓	Asodispie (Piedecuesta)	asodispie@hotmail.com	Henry Tabares
x	Escuela de Fisioterapia UIS	escruso@hotmail.com	Esperanza Cruz
x	Frapon	3158947820	Oscar Sadder
?	Asopar		Ludy Cabezas
✓	Asodisplay (Playón)		Pedro Pabón
x	Secretaría de salud. Oficina plan de acciones colectivas.		Marta Díaz Ardila
x	Gobernación de Santander. Oficina de paz y derechos humanos.	3153746211	Rosmira Castro
✓	Cruz Roja. Oficina para la atención a víctimas de minas antipersonales.	3157297192	Jorge Correa
✓	ACNUR	3115166642	Giovanni Rojas
?	(Barrancabermeja)	3123066626	Marta Yaneth Torres
?		6340880	Boris Ávila
?		3163327089	Edgar Mogollón
?	IDEALES.	mariamev@hotmail.com 6428123.	Mª Mercedes Pinilla
x	Quinta Brigada. Centro de salud militar.		
?	Unidad de Rehabilitación. HUS.		Luis Homero Alvares

Tabla 6. Contactos en Santander. (✓) Información pertinente. (x) Información desconocida. (?) Contacto no establecido. Se especifican solo los lugares que no corresponden a Bucaramanga.

	INSTITUCIÓN	CONTACTO	PERSONA ENCARGADA
√	OEA. Of de Asistencia para víctimas. (B).	jgacha@aicma-ec.org	Andrea Gacha
√	Fundación de pintores de boca y pie. (B).	apbpventas@cable.net.co	
?	Club ASCOPAR. (B).	Ascopar@impsat.net.co	Orlando Pión
?	Fundación Fe. (B).	fundafe@colomsat.net.co	Blanca Inés Cabal
?	Fundación Teletón. (B).	diana.gdp@teleton.org.co	Diana Gutiérrez
?	Fundación IDEAL. (B).	Fundaideal@epmbog.net	Sofía Eugenia Gómez
?	Instituto Tobías Emanuel (C).	Tobiasemanuel@telesat.com.co	Rosa Nidia Salcedo
?	Fundación IDEAL. (C).	ideal@telesat.com.co	Martha Cecilia Jaramillo
?	CRRV. (C).	crrv@telesat.com.co	Francia Pizarro
?	Comité Regional de Rehabilitación de Antioquia. (M).	comité@epm.net.co	Libia Henríquez
?	Fundación Integrar. (M).	integrer@epm.net.co	Patricia Gaviria
?	Instituto de Capacitación Los Álamos. (M).	losalamos@epm.net.co	Mery Velandia
?	Asociación Amigos de los limitados físicos de Antioquia. (M).	amigolimitado@epm.net.co	Alba Doris Rojas
?	Fundación REI para la rehabilitación Integral IPS. (Cartagena).	funrei@epm.net.co	Yesi Caballo
?	Instituto de terapia integral. (Cartago).	intei@uniweb.net.co	Dora Cadavid
?	Asociación de personas con discapacidades. (Ma).	desbaratado@hotmail.com	Álvaro Gutiérrez
?	Corporación Alberto A. Restrepo. (Ma)	ceder@epm.net.co	Irene Villegas
?	Fundación centro para la prevención y rehabilitación integral. (Pereira).	cides@uolpremium.net.co	Marta García

Tabla 7. Contactos en el resto del país. (√) Información pertinente. (x) Información desconocida. (?) Contacto no establecido. (B) Santa Fe de Bogotá. (C) Cali. (M) Medellín. (Ma) Manizales.

Con la información recopilada, en la que se pedían los datos personales del individuo, las características de su limitación física e información respecto a la ubicación, aclarando de antemano el propósito de la información, fue posible determinar la viabilidad de la visita en el lugar de residencia, habiendo antes concretado la disponibilidad de los potenciales entrevistados.

Nº		NOMBRE	UBICACIÓN	TEL	LIMITACIÓN M.S.
1	✓	Néstor Niño	Piedecuesta	✓	Bilateral. Bajo el codo.
2	✓	Javier Payares	Llano de Palma	✓	Bilateral. Bajo el codo.
3	✓	Elkin Mendoza	Piedecuesta	✓	Bilateral. Bajo el codo.
4	c	Joaquín Plata	Bucaramanga	✓	Bilateral. Bajo el codo.
5	✓	Carlos Celis	Bucaramanga	✓	Bilateral. Bajo el codo.
6	✓	Pedro Ortiz P.	Playón	✓	Bilateral. Bajo el codo.
7	✓	Gladys Z. Rueda	Bucaramanga	✓	Athetosis.
8	¿	Jesús David...	Bucaramanga. (?)	?	Tetra-amelia.
9	c	Heriberto Prada.	Bucaramanga. (?)	✓	Bilateral. Bajo el codo.
10	c	Giovanni Rojas	Bucaramanga	✓	Bilateral. Bajo/ Sobre codo.
11	✓	Gerson Niño	Piedecuesta	✓	Artritis reumatoide.
12	✓	Henry Tabares	Piedecuesta	?	Cuadriplejia.
13	✓	Diana Gutiérrez	Bogotá	✓	Bilateral. Amelia / focomelia.
14	¿	Fabio Yate	Paipa. (?)	?	Bilateral. Sobre el codo.
15	¿	Diego Usma	Medellín. (?)	?	Amelia bilateral.
16	✓	Mauricio Lugo	Piedecuesta	✓	Focomelia bilateral.

Tabla 8. Base de datos de los posibles usuarios finales. (✓) El sujeto acepta ser filmado / último dato conocido. (C) Contacto establecido, pero el sujeto rechaza el acercamiento. (¿) Contacto no establecido. (?) Dato exacto desconocido. (MS). Miembros superiores.

Nº		NOMBRE	País	LIMITACIÓN Miembros Superiores
17	✓	Nick Vucijic	Australia	Amelia en brazos. Focomelia en piernas.
18	✓	Eva Thompson	USA	Amelia en miembros superiores.
19	✓	Stacey McInroe Conner	USA	Amelia en miembros superiores

Tabla 9. Base de datos de usuarios finales en el exterior. (✓) El sujeto filmado ha publicado el evento del cepillado dental en la web. La información del video puede ser analizada, conforme los lineamientos que se establezcan para el análisis de los registros, salvo si el material se considera defectuoso, sea por el ángulo de filmación, o por suprimir tomas en la edición.

5.4.3. FUENTES PRIMARIAS.

Filmación de las actividades del usuario final en la comodidad de su hogar, de manera que el evento de cepillado se desarrollase de la mejor manera posible, la habitual para la persona.

METODO: Aproximación contextual. Indagación en el contexto.

Los entrevistadores tomarán un tiempo inicial (de 10 a 30 min) para el acercamiento hacia el sujeto, de manera que se acostumbre a su presencia y se sienta a gusto respondiendo cualquier inquietud y brindando sus opiniones y comentarios; en este periodo se dialogará en torno al propósito de la entrevista, los datos personales, la experiencia de vida en labores cotidianas en su hogar, en su trabajo, en su tiempo libre, es decir, como se ha adaptado, y la disposición para un futuro acercamiento.

Preguntas de tipo informal. Las preguntas se adecuan a las metas de la visita, siendo registradas por los entrevistadores en papel a modo de encuesta. Solo será filmada la actividad del cepillado, para el posterior análisis de las actividades.

Metas de la entrevista. Datos personales. Nombre. Edad. Estatura. Sexo. Ocupación. Tipo de discapacidad, causa, limitaciones en otras partes del cuerpo.

Datos relativos al estudio.

- (A). Grado de independencia y asistente.
- (B). Autonomía en el evento del cepillado.
- (C). Ayudas técnicas usadas para la labor¹⁸.
- (D). Observaciones de las acciones en el evento del cepillado y los recursos utilizados por el usuario.
- (E). Opinión respecto al proyecto.

Datos cuantitativos (D). Mediante comparación con los datos de un usuario tipo. Diferencial semántico.

- Variable 1. Eficiencia. Tiempo de la tarea.
- Variable 2. Confort. Cambio postural adoptado por tarea.

¹⁸ Objeto tecnológico que aporte ayuda motriz en el momento de la acción.

FORMATO PARA LA INDAGACIÓN

PROYECTO DENTO V2. Este formato es de uso exclusivo de los entrevistadores, con el propósito de lograr una mejor comprensión del problema y de las actividades del usuario. La información recopilada tiene finalidades académicas y por tanto no serán divulgadas. El usuario es libre de rechazar el encuentro o la filmación. Presentar referencias que posibilitaron la ubicación.

Nombre _____ Edad _____ Estatura _____
Ocupación _____ Estrato _____ Sexo M / F
Tipo de discapacidad _____
Otra(s) limitaciones _____ Causa _____

(A) 1. Considera que en su hogar necesita ayuda para las tareas diarias.

- Nunca
- Algunas veces
- Muchas veces
- Siempre

2. Persona que auxilia. _____

(B) Puede cepillarse los dientes por su cuenta. Frecuencia diaria _____

- Si
- No

(C) Usa prótesis, órtesis o alguna ayuda técnica para la adaptación que le permita ejecutar la limpieza dental.

- Si
- No

Observaciones _____

(D) 1. Dificultades manifestadas en el momento del aseo bucal.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES
1. puede aferrar el cepillo de dientes.		
2. limpia el cepillo.		
3. accede al agua para la limpieza.		
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.		
5. maneja los ángulos de cepillado.		
6. limpia la espuma de su boca.		
7. limpia el cepillo.		
8. coloca en su sitio el cepillo.		

Durante la filmación no se harán preguntas, a menos que la situación lo amerite.

*. Columna para otra secuencia o los valores, si la hay, o para anotar los valores (✓, R, X), bien, regular, difícil.

2. El usuario utiliza. (Marcar con X si el elemento es usado). ¿Porque no?

- Cepillo eléctrico. _____
- Enjuague bucal. _____
- Seda dental. _____
- El espejo al cepillarse. _____
- Toalla para la limpieza. _____

(E) 1. Opinión respecto al proyecto.

Muchas gracias por la atención prestada y el tiempo que nos ha facilitado.

¿Conoce algún otro caso de personas con limitaciones físicas parecidas?,

¿Participaría en la comprobación del sistema? _____

5.4.4. TOMA DE DATOS CUANTITATIVOS.

Debido a la variedad de las limitaciones encontradas, las actividades que se deben evaluar se enfocarán de manera general, con el fin de cobijar a todos los individuos sin importar el orden secuencial con que efectúen las tareas.

VARIABLE 1. EFICIENCIA.

Detección de actividades ineficientes, respecto al usuario tipo; el tiempo medido es solo el válido para la acción; los tiempos intermedios no se medirán.

- A. Manipulación del cepillo. Tiempo en que el usuario se demora en tomar el cepillo para llevárselo a su boca.
- B. Obtención del dentífrico. Tiempo desde que se hace contacto con el envase del dentífrico, con el propósito de abrir la tapa y dosificarlo, hasta que la pasta dental llega a la boca por cualquier medio.
- C. Acceso al agua. El mayor tiempo desde que se interactúa con los medios de acceso hasta que la actividad finaliza.
(C1). Enjuagar las cerdas. (C2). Enjuagar la boca.
- D. Cepillado dental. El mayor tiempo en el que la persona usa el cepillo de dientes dentro de su boca, desde que comienza el cepillado hasta que lo interrumpe con la intención de terminar la tarea.

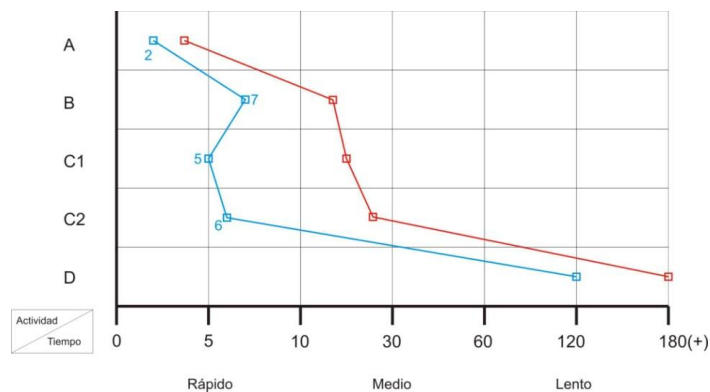


Tabla 10. Ejemplo del gráfico “Eficiencia”. Especulación del comportamiento presentado por el usuario estudiado en rojo, respecto a la línea control de color azul que representa al usuario tipo.

El tiempo en segundos, que transcurre para cada actividad es diferente y relativo a la condición de cada persona. La actividad D por ejemplo, requiere la sensación de limpieza o el hábito para terminarla. Se recomienda en los textos para esta actividad máximo 2 minutos. La eficiencia relativa es difícil de discernir; se concluiría con cada punto de control, más no con el comportamiento de la gráfica total. El tiempo “rápido” corresponde al rango de 0 a 10 segundos. El tiempo “medio” comprende al rango de 10 a 60 segundos. El tiempo “lento” corresponde al rango de 60 a 180 segundos o más.

VARIABLE 2. CONFORT.

Detección de situaciones incómodas durante las actividades enunciadas. Esta es la variable que presenta mayores dificultades de medición debido al espectro de las deficiencias físicas en los miembros superiores de los usuarios. Se toma como base el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), y el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), por evaluar las posturas y los movimientos articulares con una escala de valor ordinal de acuerdo al riesgo musculoesquelético (Ver los anexos 2 y 3) para cada situación postural que presenten los usuarios durante el evento del cepillado.

Sin embargo, se modifica el método de evaluación, ya que los anteriores no cobijarían a las personas que no poseen determinadas partes de los miembros superiores, lo que equivaldría a un 0 para las tablas (situación que no está contemplada por los autores), y un menor nivel de intervención final en el índice de los métodos, en caso de evaluar los puntajes globales sumándolos.

Por ello, se tomará como referencia la escala de valoración del método RULA, replanteando y agregando algunas puntuaciones del método REBA, para confrontar los resultados de cada persona (de la postura más desfavorable y/o frecuente para la parte comprometida durante cada actividad), en una tabla gráfica, junto a los arrojados por el usuario control sin discapacidades.

MÉTODO PARA EVALUAR EL CONFORT

El evento total del aseo de dientes observado durante la indagación debe ser filmado para su posterior análisis. Una vez se detecte el espacio temporal que ocupan las actividades evaluadas, se procede a examinar minuciosamente el video, con el fin de encontrar las posturas más frecuentes o molestas. La escala de valoración básica será la propuesta por el método RULA, pero estos puntajes se sumarán; a continuación, se describirán los cambios propuestos.

1. Puntuación para el tronco. Existen dos posturas que no toman en cuenta el método RULA y podrían intervenir en el evento del cepillado. Sedente con flexión de 0° a 20°, y bipedestación con extensión del tronco. Esta última es inusual en el evento del cepillado, pues se evita a toda costa ya que mantenerla requiere gran esfuerzo muscular. Se propone adoptar la puntuación REBA para la extensión. La postura sedentaria con flexión del tronco es en cambio muy común, para tareas en las que no se tiene un apoyo para los brazos o un plano de trabajo. Se propone una puntuación de 3, debido a que las presiones sobre el disco vertebral L3 son mayores a las registradas cuando el tronco está totalmente erguido¹⁹. Según las tablas que muestran el porcentaje de estas acumulaciones, se debe corregir el orden de puntuación RULA, como se hizo en el método REBA.

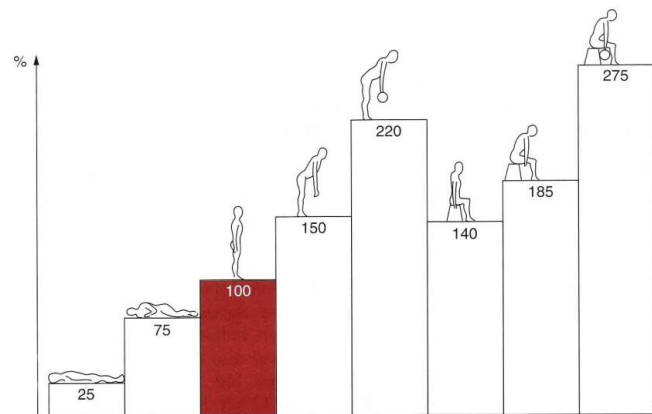


Figura 3. Carga relativa de la presión en el tercer disco lumbar.²⁰

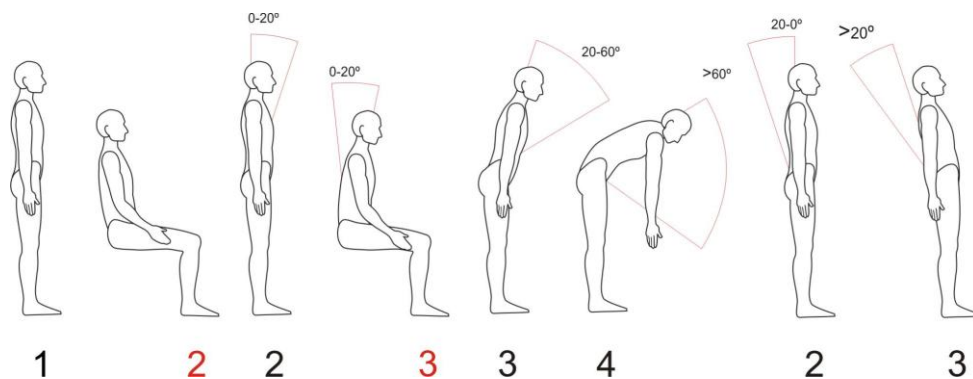


Figura 4. Puntajes para el tronco. Los puntajes en rojo indican las posturas modificadas de los métodos originales.²¹

¹⁹ CRITES, Michael. Et al. Musculoskeletal Disorders in the workplace. Ed: Mosby, 1997, p.275.

²⁰ EVERETT, Toni. Human Movement, an introductory text. Ed: Churchill Livingstone. 2001. p. 209. Imagen extraída.

²¹ IBV. Ergonomía y discapacidad. Madrid: IMSERSO, 1997. p.135. Imagen modificada.

2. Puntuación para los brazos. Como referencia se tomará la puntuación RULA, determinando como 0 si faltan la mano, antebrazo o brazo, en el grupo de la derecha y de la izquierda.
3. Puntuación para las piernas. Como referencia se tomará la puntuación REBA; ambas piernas como conjunto.
4. Puntuaciones de corrección RULA. Solo se tomará la puntuación de la actividad muscular.
5. Puntuación para el grado de discapacidad.

Los índices de Katz y Barthel²² acerca de la independencia y el auto-cuidado no son aplicables a la situación de estudio, por lo que se basan en la observación y el juicio del observador con una escala ordinal ambigua.

Existen métodos más específicos para medir las aptitudes funcionales de los discapacitados de extremidades superiores²³, como el sistema AMI, para deficiencias neuromusculares, y el método ERTOMIS, para la reinserción profesional de los discapacitados. Estos protocolos son adecuados para un perfil global del sujeto, pero demandaría mucho tiempo el análisis exhaustivo de cada actividad respecto a los miembros afectados.

Para dar una valoración a la capacidad que presentan los usuarios finales, es necesario crear un punto de comparación con el usuario tipo que permita la inclusión del mayor número de usuarios posibles en la actividad del cepillado dental, por medio de una escala ordinal que describa el grado de bienestar que el usuario presenta en las actividades con sus capacidades, discapacidades y limitaciones²⁴, teniendo en cuenta la causa de la limitación y otras estructuras afectadas. Estos factores influyen en el desempeño del aseo dental y explicarían la razón de las deficiencias encontradas.

²² Para mayor información consultar el sitio <http://www.hipocampo.org>

²³ IBV, óp.cit., p. 152 y162.

²⁴ Ibíd., p. 158. Perfil de aptitudes. Miembros superiores y uso de las manos.

SEVERIDAD. (S). Corresponde a la facilidad o dificultad de la persona para completar cómodamente las tareas del aseo dental, de acuerdo a la deficiencia o ausencia de las partes comprometidas y al grado de adaptación que se permite.

- (0). Miembros superiores saludables. (No aplica).
- (1). Dedos de una o ambas manos. (Ligero).
- (2). Una sola mano o un solo brazo. (Moderado).
- (3). Las dos manos a nivel de la muñeca. (Medio).
- (4). Bilateral bajo el codo. (Importante).
- (5). Bilateral sobre el codo. Bilateral total. (Muy importante).

CAUSA. (C). Generalizadas. Se refiere al tiempo en que aparecen las causas, directamente proporcionales al grado de adaptación adquirido de la persona a lo largo de su vida, en la resolución de las actividades que implican el aseo dental.

- (0). Individuo sano. (No aplica).
- (1). Congénita. Mayor tiempo de adaptación. (Ligero).
- (2). Adquirida durante la infancia o la adolescencia. (Moderado).
- (3). Adquirida tardíamente. Edad adulta. (Medio).
- (4). Enfermedades degenerativas. (Importante).
- (5). Adquirida como adulto mayor. (Muy importante).

OTROS SISTEMAS FUNCIONALES AFECTADOS. (O). Generalizados. Se consideran las limitaciones de otras funciones corporales, las cuales influyen negativamente en la ejecución de la actividad del individuo discapacitado de sus miembros superiores.

- (0). Individuo sano/ ausencia severa de la dentadura. (No aplica).
- (1). Sistemas sensoriales. Un ojo, el tacto, el gusto, el olfato, el oído. Con excepción del sistema del equilibrio. (Ligero).
- (2). Articulaciones. Efecto negativo en la movilidad residual. (Moderado).
- (3). Ceguera. (Medio/importante).
- (4). Control neuromuscular. Movimientos involuntarios. (Importante).
- (5). Extremidades inferiores. Individuo en silla de ruedas. Tetrapléjico. (Muy importante).

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	1+1	1	2	1+1	1+1
	A	1	1+1	1+1	1	1
	M	2+1	1+1	1+1	2+1	2+1
PA(Der)	B	2+1	1	2	2+1	3+1
	A	2+1	1+1	1+1	2+1	2+1
	M	3+1	2+1	1+1+1	3+1	3+1+1
PB	C	2	2	1	2	1+1
	T	1	1	1	2	1
	P	1	1	1	2	2
Mu		0	0	0	0	1
Discapacidad	S	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	0	0
	O	0	0	0	0	0
Tiempo (s)		2	7	5	6	120

Tabla 11. Cuadro de control para la calificación de las actividades del usuario tipo, cepillándose los dientes con normalidad. La carga o fuerza externa presente en el método RULA sería para el estudio 0, por lo que esa casilla no se tomará en cuenta, al igual que el puntaje de agarre para el método REBA. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

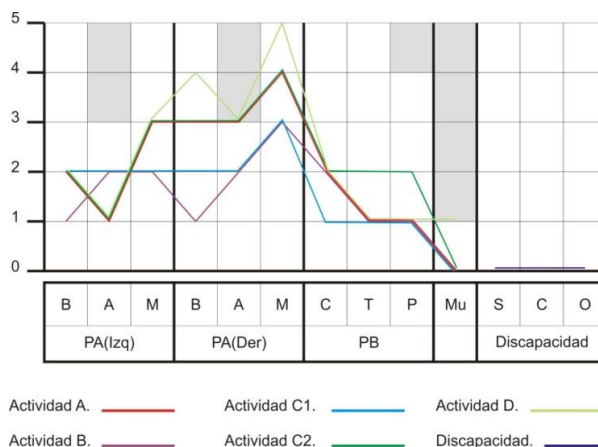


Tabla 12. Gráfica control generada por la evaluación a un usuario tipo diestro. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados. La gráfica que corresponde a la Discapacidad no se llenará por actividad, solo se hará una vez; en el caso del usuario tipo, la gráfica muestra el valor 0 como constante, con una actividad musculo-esquelética importante en el brazo derecho. Los cuadros grises limitan la puntuación máxima de cada columna; por ejemplo, para (A) antebrazo, la puntuación máxima que se puede conseguir es de 3, mientras que las columnas sin cuadros grises no tienen restricción, y la puntuación máxima es de 5.

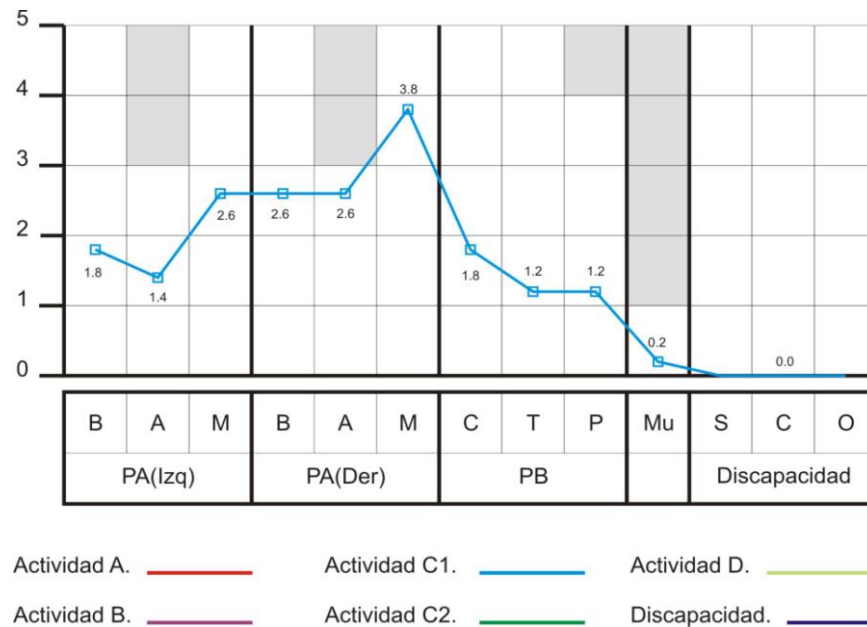


Tabla 13. Gráfica control promedio, generada con los datos de la tabla anterior. Los datos sobre discapacidad no serán promediados. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados. Los cuadros grises limitan la puntuación máxima de la columna; por ejemplo, para (A) antebrazo, la puntuación máxima que se puede conseguir es de 3, mientras que para las columnas que no poseen cuadros grises, no hay restricción, y la puntuación máxima es de 5.

Las conclusiones que se esperan conseguir con estas tablas serán las de determinar qué tipo de personas son aptas para ser eventuales usuarios; en otras palabras, cada gráfica permitirá predecir un patrón de comportamiento en lo que concierne a la actividad postural de los segmentos corporales, detectando así los aspectos que debe salvar la ayuda técnica, para lograr que la curva correspondiente al usuario primario se aproxime a la del usuario tipo, o baje su valor, en las zonas corporales comunes.

El propósito de esta evaluación consiste en detectar posibles causas de traumatismos músculo-esqueléticos, y tomar medidas correctivas para que las situaciones de malestar se eviten a corto, mediano y largo plazo. Una vez sistema alcance el estado de prototipo, el método cambiará para darle prioridad a las percepciones de los usuarios.

5.5.RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

Usuario	Cuestión A1				Cuestión A2	Cuestión B			Cuestión C1		Cuestión D2						
	N	Av	Mv	S		Si	No	#	Si	No	Ce	Eb	Sd	E	T		
1			x		Sobrina, Hermano	x		3		x	√	√	√	x	√		
2		x			Esposa, hijo	x		3		x	x	x	x	√	√		
3		x			Padres, hermanos	x		2		x	x	√	x	√	√		
4			x		Padres	x		3		x	x	√	x	x	√		
5		x			Madre	x		3		x	x	√	x	√	√		
6			x		Madre, hermana	x		3		x	x	x	√	√	√		
7		x			Hermana, padre	x		2		x	x	√	x	x	√		
8			x		Esposa, hijos	x		2	x		x	√	x	√	√		
9	x				Madre	x		3		x	x	√	x	√	√		
10			x		Padres, hermanos	x		2		x	x	√	x	√	√		
% Total	10	40	50	0	100 % familiares	100	0	1	0	10	90	Si	10	80	20	70	100
								2	40			No	90	20	80	30	0
								3	60								

Tabla 14. Resultados a las cuestiones recopiladas en el formato de indagación. (N) Nunca. (Av). Algunas veces. (Mv) Muchas veces. (S) Siempre. (Ce) Cepillo eléctrico. (Eb) Enjuague bucal. (Sd) Seda dental. (E) Espejo. (T) Toalla.

Cuestión A1. Considera que en su hogar necesita ayuda para las tareas diarias. La gran mayoría aún solicitan el auxilio de alguna persona para actividades como contestar el teléfono, usar ropa con cierres y botones, amarrarse los zapatos, etc. Por esto, la autonomía les hace sentir orgullo, de comunicar lo que son capaces y como lo han aprendido.



Figura 5. Cuestión A1.

Cuestión A2. Persona que auxilia en el hogar.

En todos los casos son familiares; este tipo de discapacidad condiciona a la persona para que no se separe de su grupo familiar; sin embargo, la familia empuja a la persona para hacer las cosas por sí mismo, en periodos avanzados en los que se percibe la desidia por ayudar en todo momento.

Cuestión B. Puede cepillarse los dientes por su cuenta. Frecuencia diaria.

El total de las personas tiene la capacidad de valerse por su cuenta en la actividad del cepillado dental y las relacionadas con la misma. La frecuencia diaria en el evento varía pues es relativa al hábito, aunque los textos recomiendan 2 veces al día.

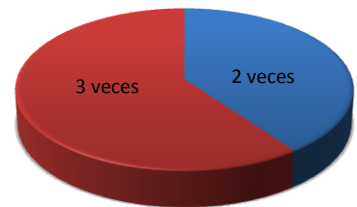


Figura 6. Cuestión B.

Cuestión C. Usa prótesis, órtesis o alguna ayuda técnica para la adaptación que le permita ejecutar la limpieza dental. Cinco personas requieren el uso de prótesis para sus antebrazos; de ellos, solo uno utiliza las mismas para la actividad del cepillado dental. Todas manifestaron su incomodidad y los inconvenientes al usarlas.

Cuestión D1. Dificultades manifestadas en el momento del aseo bucal. La mayoría ha balanceado sus carencias con la sobrecapacidad de otras partes del cuerpo. Este cuestionamiento es atendido con mayor detalle más adelante.

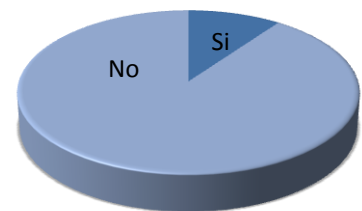


Figura 7. Cuestión D2. Cepillo eléctrico.

Cuestión D2. Otros objetos usados por el usuario. Cepillo eléctrico. La mayoría de las personas no han utilizado el cepillo eléctrico porque nunca lo han intentado, o consideran que el convencional hace bien su labor. La única persona que lo usa lo encuentra eficiente, un cepillo eléctrico Oral B delgado.



Figura 8. Cuestión D2. Enjuague bucal.

Enjuague bucal. Se utiliza el más difundido en el mercado, "Listerine", y se considera como un aditamento útil para el mal aliento. Sin embargo se usa rara vez. En general las personas prefieren usarlo una vez al día. Esta actividad no fue filmada.

Ceda dental. La limpieza interdental es un inconveniente frecuente que tiende a ser evitado. La mayoría manifiesta que hace lo posible solo con el cepillo, y logran sacar restos de comida enjuagándose; incluso una persona, con amputación bilateral media, ha conseguido usar molda dientes y otra, ha optado por amarrarse la ceda, utilizando mucha cantidad para lograrlo. La limpieza interdental de los métodos convencionales exige mucha precisión, por esto ha sido omitida como prioridad, ya que la complejidad del sistema se incrementa al tener en cuenta las discapacidades más extremas.

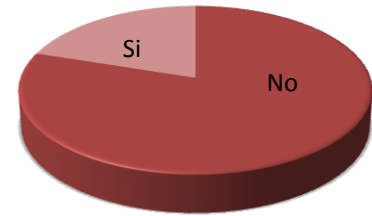


Figura 9.Cuestión D2.
Ceda dental.

Espejo. La gran mayoría lo utiliza, pero son inconscientes de su importancia como elemento de retroalimentación; más bien reafirman su uso por la costumbre, por el hábito. Los que no lo usan, poseen problemas de visión, o lo hacen por el contexto del evento del cepillado.

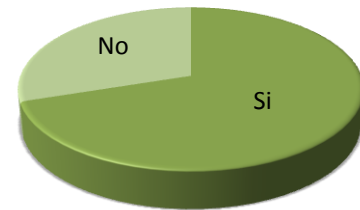


Figura 10.Cuestión D2.
Espejo.

Toalla. Todas las personas la utilizan para secar las partes comprometidas. Existen dos usuarios con deficiencias extremas, que manifestaron que la toalla se encuentra siempre en un lugar determinado, colgada en la pared, para facilitar el acceso.

Es importante señalar el hecho de la mayoría desconoce las sensaciones vinculadas con el uso del cepillo eléctrico; esto podría disminuir el efecto que el sistema planteado ejercería, por lo que es necesario hacer una actividad introductoria con este cepillo, y aguardar en intervalos importantes, donde podría ofrecérsele comida a las personas, que consideran dificultan la limpieza por sus fibras. Por otra parte, sería indeseable que la duración de los test sea muy prolongada.

Usuario 1. Nestor Lizarazo. Cuestión D1. (Para más detalle ver anexo 5)

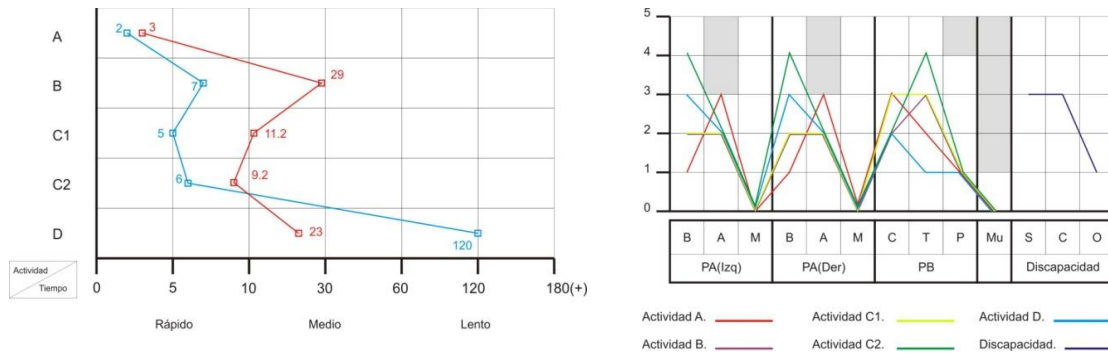
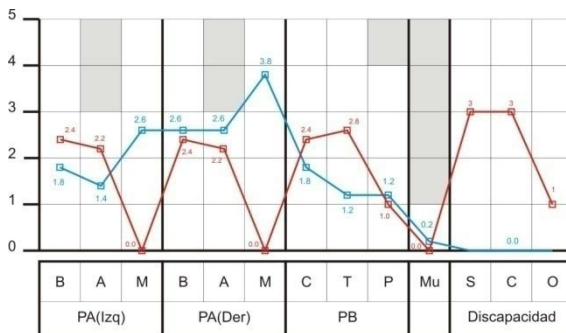


Tabla 15. Puntuación de actividades para el usuario 1. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Actividad A. Ejecución rápida. Participan activamente los antebrazos en el agarre del cepillo, y el cuello para reducir el alcance necesario al llevarlo a la boca.
Actividad B. Ejecución media. El alcance se reduce, por estar sentado el usuario mientras dosifica la pasta. Inclinación del tronco para interactuar con los brazos.
Actividad C1. Ejecución media. El usuario utiliza agua de estanque, e inclina su espalda y cuello para obtenerla con una taza y verterla en el plano del lavadero.
Actividad C2. Ejecución rápida. Una vez conseguida el agua al inclinar su espalda, eleva la taza hasta su boca irguiéndose, y escupe el agua en el plano.
Actividad D. Ejecución media. Postura erguida. Participación en el agarre, la rotación y el vaivén de los brazos y antebrazos en el cepillo de dientes.



El promedio muestra balanceo en la actividad de los brazos, ya que los dos participan durante todo el evento. En cambio el cuello y tronco presentan mayor actividad que la debida. Duración total del evento del cepillado: 75.4 segundos.

Tabla 16. Puntuación promedio para el usuario 1, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 2. Javier Payares.

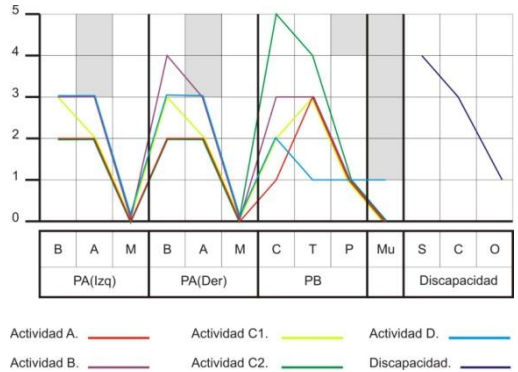
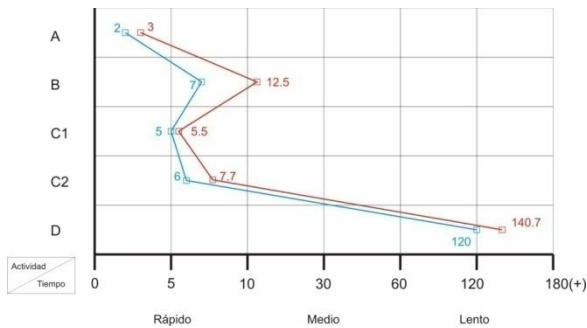


Tabla 17. Puntuación de actividades para el usuario 2. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

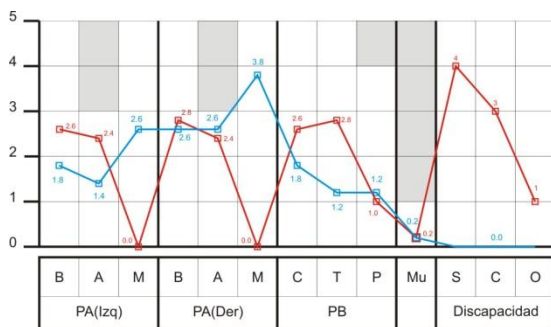
Actividad A. Ejecución rápida. Participan los antebrazos en el agarre del cepillo, y el tronco en especial, para reducir el alcance necesario para agarrarlo.

Actividad B. Ejecución media. Inclina el tronco para alcanzar el dentífrico, y del cuello para abrirlo con la boca. El brazo derecho tiene mayor nivel de amputación, y tiene que actuar con mayor inclinación que el izquierdo.

Actividad C1. Ejecución rápida. El usuario utiliza agua de la llave del lavamanos; inclina su espalda y la rota con los antebrazos.

Actividad C2. Ejecución rápida. Cuello extendido y tronco inclinado para alcanzar el agua a la altura de la fuente.

Actividad D. Ejecución lenta. Postura erguida. Participación en el agarre, la rotación y el vaivén de los brazos y antebrazos en el cepillo de dientes.



Promedio similar al comportamiento del usuario 1, con mayor esfuerzo en el cuello y el brazo derecho. El tronco presenta también actividades musculares por encima de la conducta apropiada. Duración total del evento: 2'49.4".

Tabla 18. Puntuación promedio para el usuario 2, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 3. Elkin Mendoza.

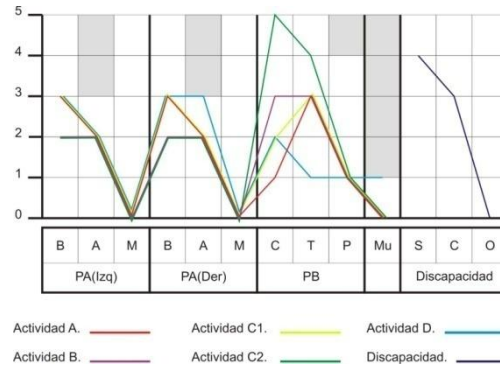
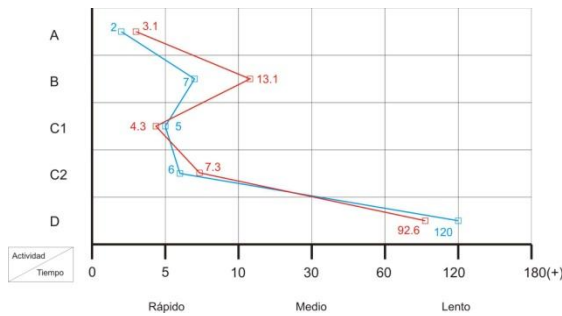


Tabla 19. Puntuación de actividades para el usuario 3. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

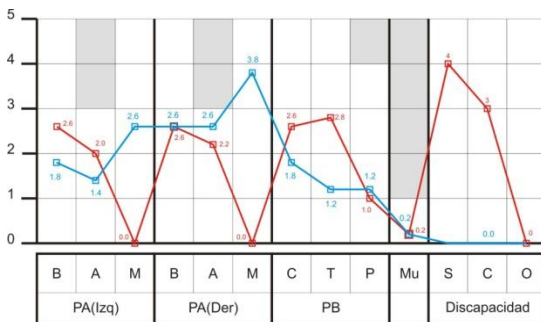
Actividad A. Ejecución rápida. Participan brazos y antebrazos en el agarre del cepillo, y el tronco en especial, para reducir el alcance necesario al agarrarlo.

Actividad B. Ejecución media. El alcance se reduce, por estar sentado el usuario mientras dosifica la pasta. Inclinación del tronco para interactuar con los brazos e inclinación del cuello para que la pasta llegue a las cerdas.

Actividad C1. Ejecución rápida. El usuario utiliza agua de la llave del lavamanos; inclina su espalda y cuello, y la rota con los antebrazos, con el cepillo agarrado.

Actividad C2. Ejecución rápida. Cuello extendido y tronco inclinado para alcanzar el agua a la altura de la fuente.

Actividad D. Ejecución lenta. Postura erguida. Participación en el agarre, la rotación y el vaivén de los brazos y antebrazos en el cepillo de dientes.



Promedio similar al comportamiento del usuario 2; balanceo de ambos brazos y participación del cuello y el tronco en el evento del cepillado. Duración total del evento: 2'0.4''.

Tabla 20. Puntuación promedio para el usuario 3, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 4. Gladys Rueda.

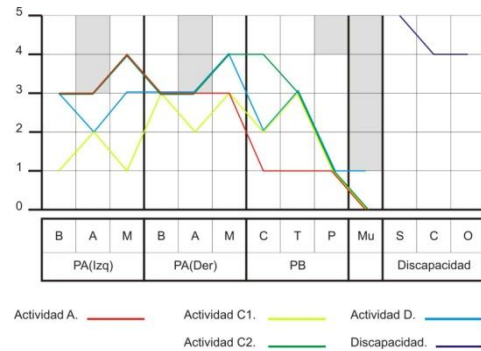
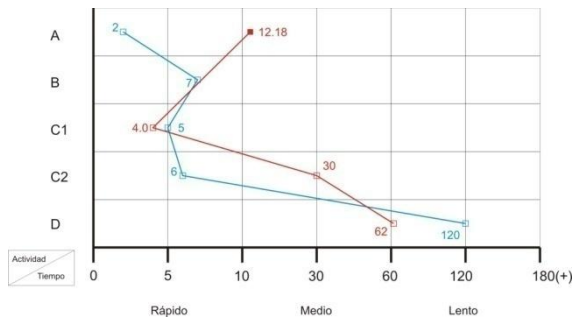


Tabla 21. Puntuación de actividades para el usuario 4. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

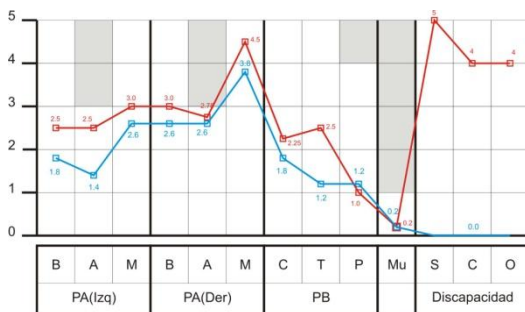
Actividad A. Ejecución media. Extremidades superiores completas. Esfuerzo en las muñecas elevado. Control errático del agarre, la elevación y la precisión.

Actividad B. Acción sin observar.

Actividad C1. Ejecución rápida. Esfuerzos importantes en el brazo derecho y el tronco, al inclinarse para llevar el cepillo a su ubicación final.

Actividad C2. Ejecución media. Las muñecas realizan el mayor trabajo, al sujetar el pocillo para llevárselo a su boca. Inclinación del tronco para llenar el recipiente de agua de estanque y escupir el agua en el plano del lavadero.

Actividad D. Ejecución lenta. Postura erguida. Agarre con la mano derecha la mayor parte del tiempo; usa ambas manos también. Vaivén del cepillo errático.



No hay compensación de las partes, aunque el comportamiento de las curvas es similar; hay mayor esfuerzo requerido por el brazo izquierdo, la muñeca derecha y el tronco. Duración total del evento: 1'48.2".

Tabla 22. Puntuación promedio para el usuario 4, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 5. Gerson Niño.

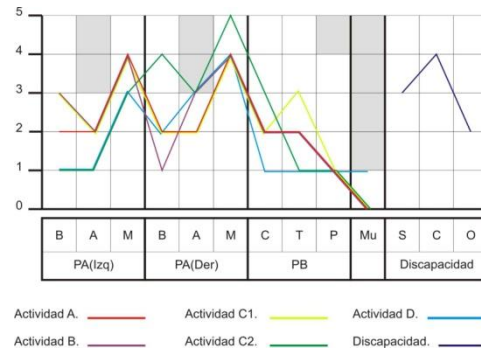
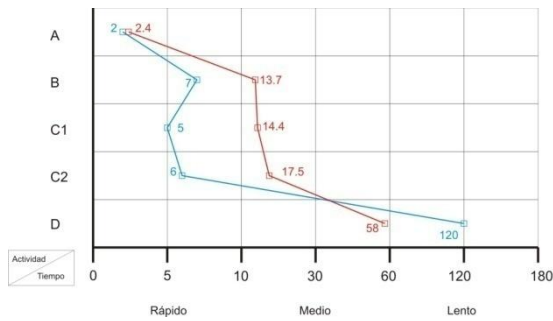


Tabla 23. Puntuación de actividades para el usuario 5. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

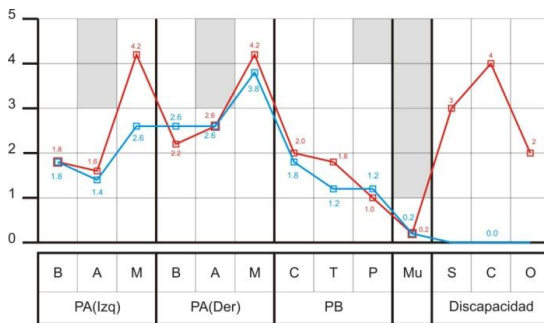
Actividad A. Ejecución rápida. Extremidades superiores completas. Esfuerzo en las muñecas elevado por rigidez articular. Sujeción con los dedos 2 y 3 de la mano derecha. Postura erguida al transcurso de toda la actividad.

Actividad B. Ejecución media. Incomodidad al dosificar e intercambiar el agarre entre el cepillo y el dentífrico; intervención de las muñecas.

Actividad C1. Ejecución media. Inclinação del tronco y estiramiento de brazos para darle alcance a la fuente.

Actividad C2. Ejecución media. Utiliza un vaso desechable para llevarlo a su boca. Inclinação para el alcance de la fuente.

Actividad D. Ejecución media. Postura erguida. Agarre con la mano derecha la mayor parte del tiempo, dedos 2 y 3.



Su condición revela dificultades en las muñecas y el tronco al estar flexionadas siempre; aumento leve en el esfuerzo del cuello. Actividades pausadas. Duración total del evento: 1'42".

Tabla 24. Puntuación promedio para el usuario 5, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 6. Henry Tabares.

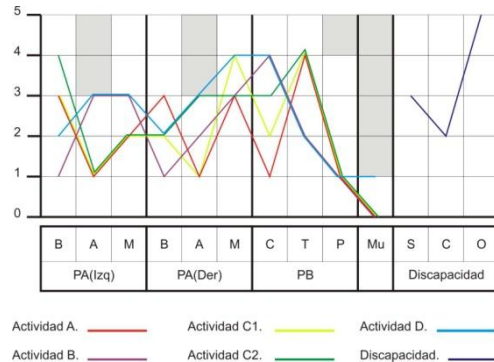
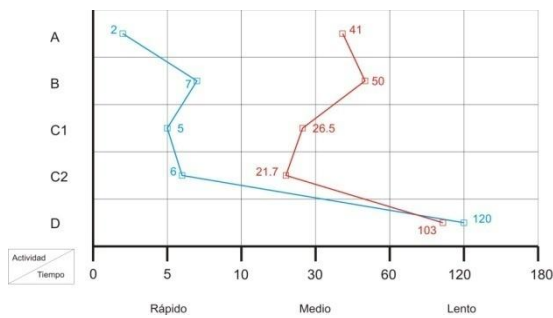


Tabla 25. Puntuación de actividades para el usuario 6. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

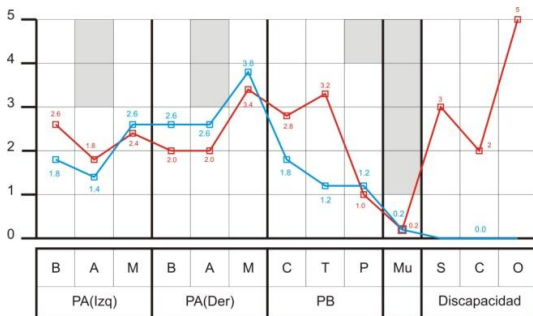
Actividad A. Ejecución media. Miembros superiores completos. Esfuerzo en las muñecas elevado. Sujeción de la mano derecha. Postura sedente siempre. Dificultad en el tronco para alcanzar el cepillo, y sujetarlo de inmediato.

Actividad B. Ejecución media. Incomodidad al dosificar el dentífrico con la flexión del codo derecho; falla en la precisión del alcance de las cerdas.

Actividad C1. Ejecución media. Inclinación y rotación del tronco, estiramiento de brazos y esfuerzo de las muñecas para abrir la llave y darle alcance a la fuente.

Actividad C2. Ejecución media. Usa su mano derecha para llevar el agua a su boca, mientras se sostiene con el brazo izquierdo al espaldar de la silla.

Actividad D. Ejecución lenta. Postura sedente sin inclinación del tronco. Agarre con ambas manos, para sostener el mango y girarlo con la izquierda y la base del mismo con la derecha. Hace el vaivén con ambas usando sus brazos.



Participación del brazo izquierdo durante la actividad; aun así, la muñeca derecha actúa más; compensación del cuello y el tronco. Duración total del evento: 3'62.2"

Tabla 26. Puntuación promedio para el usuario 6, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 7. Diana Gutierrez.

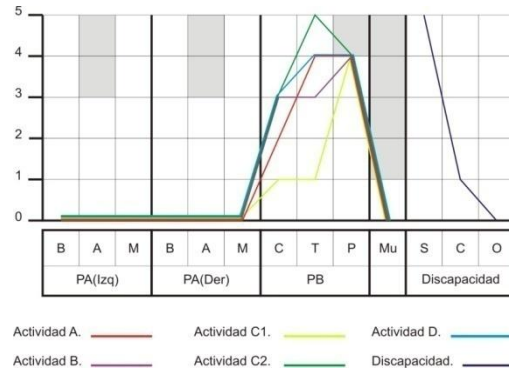
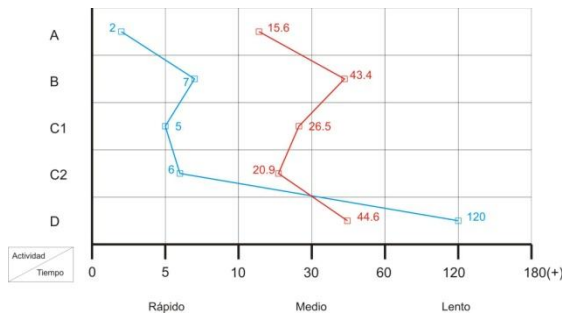


Tabla 27. Puntuación de actividades para el usuario 7. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

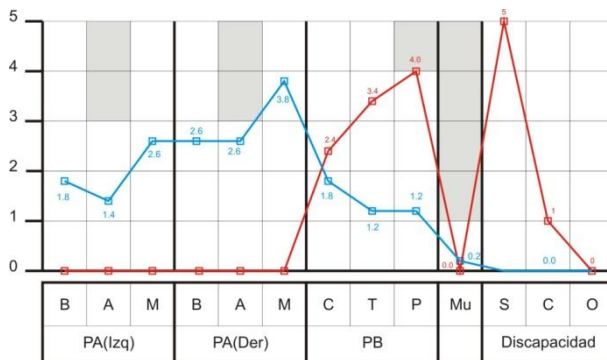
Actividad A. Ejecución media. Ausencia de miembros superiores. Esfuerzos concentrados en el grupo (PB). Sujeción del mango con el pie derecho.

Actividad B. Ejecución media. Necesita abrir el dentífrico a nivel del suelo, y elevarlo para dosificar al cepillo, sujeto en el momento por la boca.

Actividad C1. Ejecución media. Postura erguida, con la pierna derecha elevada para darle alcance a la llave, y a las cerdas para llegar a la fuente.

Actividad C2. Ejecución media. Inclinación importante del tronco con rotación del mismo. La pierna derecha continúa elevada, sosteniendo al cepillo.

Actividad D. Ejecución media. Postura erguida con inclinación del tronco y el cuello. Agarre y vaivén del cepillo con el pie derecho.



La compensación en las funciones corporales aumenta mucho más que en los demás usuarios, como producto de la ausencia de los miembros superiores. Duración total del evento: 2'31''.

Tabla 28. Puntuación promedio para el usuario 7, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 8. Pedro Pabón.

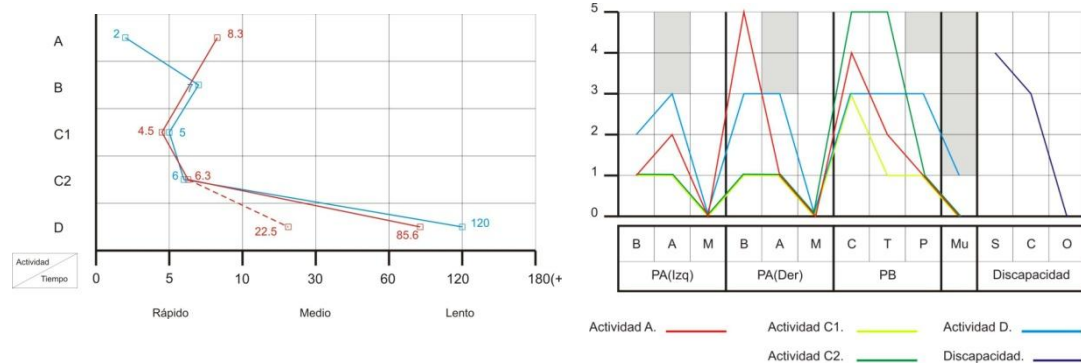


Tabla 29. Puntuación de actividades para el usuario 8. El tiempo indicado con la línea a trazos es el que en realidad el cepillo permanece en la boca. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

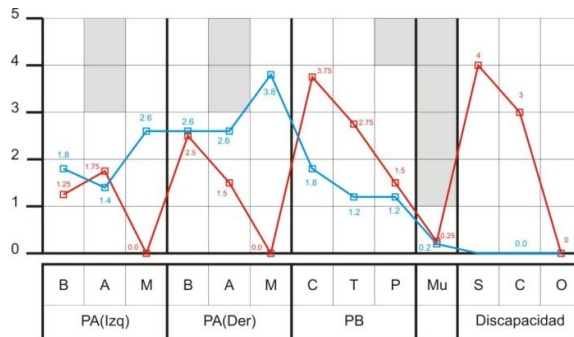
Actividad A. Ejecución rápida. Bipedestación siempre. Amputación bilateral media, uso de prótesis mecánicas, flexión del codo para abrir y cerrar la mano.

Actividad B. No observado. Ayuda de un auxiliar para la tarea.

Actividad C1. Ejecución rápida. Inclinación de la espalda para darle alcance a las cerdas. La llave no cuesta trabajo para abrir o cerrar.

Actividad C2. Ejecución rápida. Inclinación importante del tronco y cuello con rotación. El cepillo aún es sostenido.

Actividad D. Ejecución media. Postura erguida en la ejecución, salvo en la rotación del cepillo, cuando el usuario se inclina y apoya el cepillo contra el muslo. El cepillo se resbala y cae tres veces durante la filmación.



Comportamiento similar al de los usuarios 1, 2 y 3. Al parecer, el uso de este tipo de prótesis, aunque resiste mejor el agua, dificulta mucho más el evento y exigen mayor compensación. Tiempo total: 1'44.7".

Tabla 30. Puntuación promedio para el usuario 8, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 9. Carlos Celis.

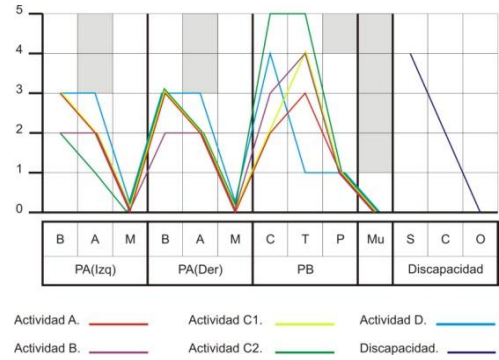
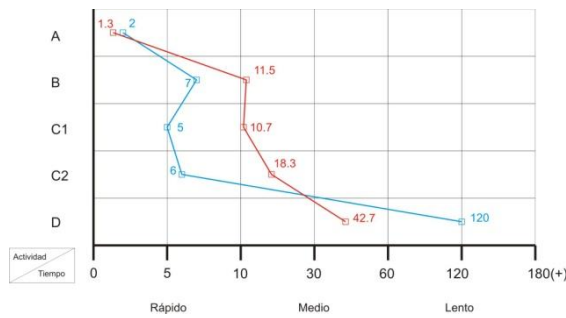
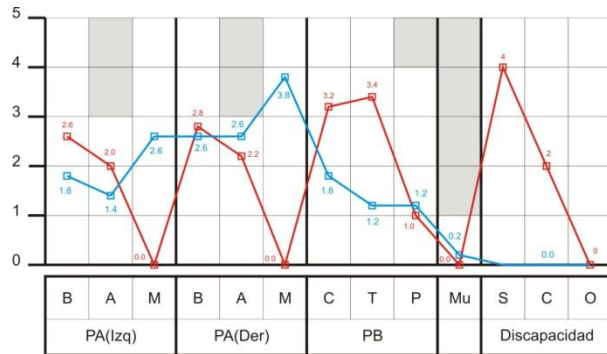


Tabla 31. Puntuación de actividades para el usuario 9. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Actividad A. Ejecución rápida. Bipedestación siempre. Amputación bilateral media. Agarre del cepillo con los muñones.
Actividad B. Ejecución media. El cepillo está sobre el lavamanos, mientras el usuario abre con la boca el dentífrico y lo dosifica, inclinando su cuello y tronco.
Actividad C1. Ejecución media. Inclínación de la espalda para darle alcance a las cerdas. Gira la llave con los muñones y deja el cepillo sobre el lavamanos.
Actividad C2. Ejecución media. Inclínación importante del tronco y cuello con rotación. El cepillo aún es sostenido.
Actividad D. Ejecución media. Postura erguida en la ejecución. Inclínación importante del cuello para facilitar el alcance con el cepillo.



Comportamiento similar al observado en los usuarios 1, 2 y 3, con una compensación más elevada del cuello y el tronco. Tiempo total del evento del cepillado: 1'24.5".

Tabla 32. Puntuación promedio para el usuario 9, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 10. Cristian Lugo.

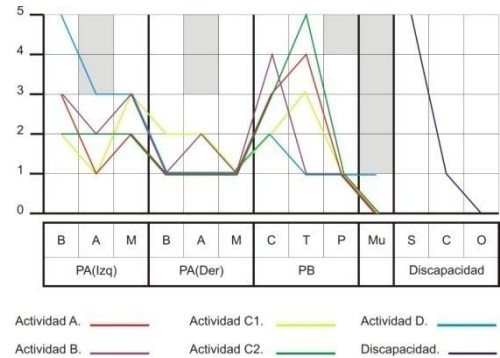
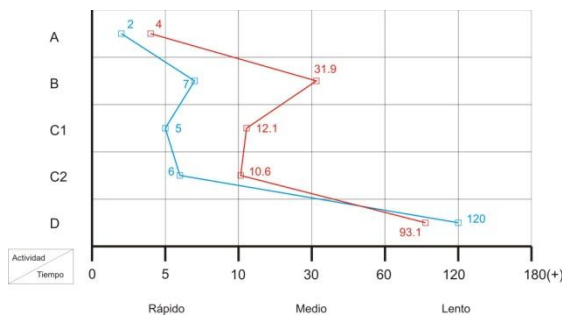


Tabla 33. Puntuación de actividades para el usuario 10. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

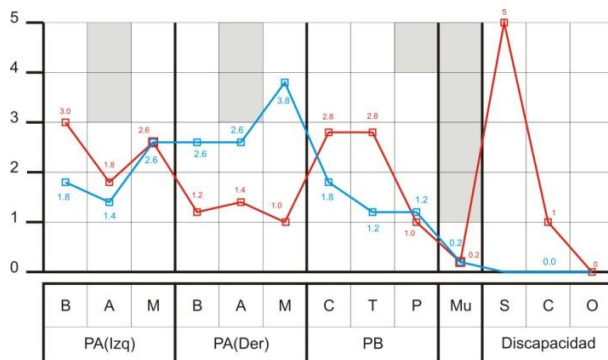
Actividad A. Ejecución rápida. Bipedestación siempre. Focomelia bilateral. Agarre del cepillo con las manos, pero manejo con la izquierda.

Actividad B. Ejecución media. El cepillo se sostiene con la mano derecha, y con la izquierda dispensa el contenido. Acción importante del cuello.

Actividad C1. Ejecución media. Inclínación de la espalda para darle alcance a las cerdas. Gira la llave con la mano izquierda y acerca el cepillo con la derecha.

Actividad C2. Ejecución media. Inclínación importante del tronco y ayuda de la mano izquierda para beber el agua. El cepillo aún es sostenido.

Actividad D. Ejecución lenta. Postura erguida en la ejecución. Uso exclusivo del brazo izquierdo y elevación del hombro.



Gráfica similar al del usuario 6, salvo por un aumento en las compensaciones del cuello, la espalda y el brazo izquierdo; el brazo derecho tiene una participación menor. Tiempo total del evento: 2'31.7".

Tabla 34. Puntuación promedio para el usuario 10, respecto al usuario tipo de color azul. (PA) Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

5.5.1. CONCLUSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS

Usuario	Actividades					PA. Izq.			PA. Der.			PB			Mu	Discapacidad	S	C	O	
	A	B	C1	C2	D	B	A	M	B	A	M	C	T	P						
1	R	M	M	R	M	2,4	2,2	0	2,4	2,2	0	2,4	2,8	1	0			3	3	1
2	R	M	R	R	L	2,6	2,4	0	2,8	2,4	0	2,4	2,8	1	0,2			4	3	1
3	R	M	R	R	L	2,4	2	0	2,4	3,2	0	2,6	2,8	1	0,2			4	3	0
4	M		R	M	L	2,5	2,5	3	3	2,7	4,5	2,25	2,5	1	0,2			5	4	4
5	R	M	M	M	M	1,8	1,6	4,2	2,2	2,6	4,2	2	1,6	1	0,2			3	4	2
6	M	M	M	M	L	2,6	1,8	2,4	2	2	3,4	2,8	3,2	1	0,2			3	2	5
7	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	2,4	3,4	4	0			5	1	2
8	R		R	R	M	1,25	1,75	0	2,5	2,5	0	3,75	2,75	1,5	0,25			4	4	0
9	R	M	M	M	M	2,6	2	0	2,8	2,8	0	3,2	3,4	1	0		4	4	0	
10	R	M	M	M	L	3	1,8	2,6	1,2	1,2	1	2,8	2,8	1	0,2		5	1	0	
%	Rápido	70	0	40	40	0	2,12	1,8	1,22	2,13	2,16	1,21	2,66	2,8	1,35	0,15	0	0	0	40
	Medio	30	80	60	60	50	Promedio										1	0	20	20
	Lento	0	0	0	0	50	Promedio										2	0	10	20
U Tipo	R	R	R	R	L	1,8	1,4	2,6	2,6	2,6	3,8	1,8	1,2	1,2	0,2		3	30	30	0
																	4	40	40	0
																	5	30	0	0

Tabla 35. Resultados cuantitativos correspondientes a la observación de los usuarios en el evento del cepillado. Cuestión D1. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

La hipótesis planteada al principio es falsa, debido al carácter general proyectado; cada persona revela condiciones especiales que ameritan atención, pero en realidad, no causan dificultad “extrema” en el evento del cepillado, ya que cada persona lo puede hacer sin exteriorizar malestar acusado. La palabra más adecuada sería “esfuerzo importante”. Sin embargo, aunque el espectro de discapacidades sea bastante diverso, se presentan condiciones desfavorables que comparten los usuarios, y ameritan un juicio global.

El promedio del tiempo empleado por la muestra en el total del evento es 2’ 11”, similar al empleado por el usuario tipo, de 2’ 15”. No obstante, el 50 % de la muestra utiliza este tiempo para cepillarse los dientes, mientras los demás restan tiempo a esta acción ocupándolo en las demás tareas involucradas.No puede inferirse el efecto que esta diferencia tiene en la higiene dental. Aferrar el cepillo y llevarlo a la boca es una acción rápida, y la gran mayoría la realiza; pero la

interacción con el dentífrico y los medios para conseguir agua son actividades que demandan mayor esfuerzo, y por ende un tiempo elevado, aunque este tiempo es afectado por el juicio propio de la limpieza.

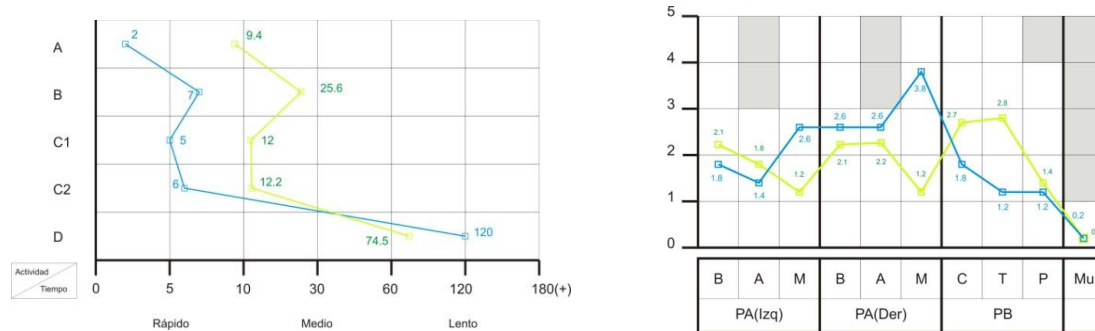


Tabla 36. Puntuación de actividades promedio para la muestra. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

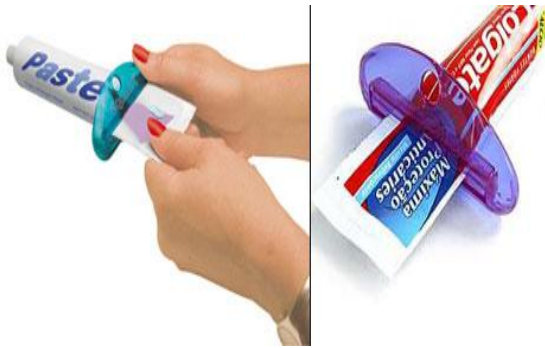
La grafica del tiempo es producto del hábito de cada individuo; revela problemas en la ejecución y el rendimiento de las tareas, respecto a la línea control generada por el usuario tipo. La gráfica de confort revela en general la tendencia de las personas a compensar las funciones de las partes corporales comprometidas, con movimientos residuales que puedan ejecutar. Este hecho tiene el efecto de sobrecargar a las partes saludables, de manera que se equilibren las funciones para conseguir ejecutar las tareas; el tronco y el cuello tienen una participación sobresaliente, mientras que los brazos quedan relegados, o su exigencia es menor.

Cada tipo de usuario revela condiciones excepcionales. Los usuarios 10 y 7 tienen discapacidad extrema en sus brazos, y necesitan medios de interacción para controlar el sistema con los pies u otras partes. Los usuarios 4 y 6 generan un comportamiento similar al usuario tipo en cuanto a confort, sin embargo, las condiciones para el usuario 4 revelan la importancia de omitir precisión en el manejo de los controles. El usuario 5 es el más bajo de todos, por estar en silla de ruedas, y merece consideración en el alcance y la altura del dispositivo, además de la forma para evitar que se moje, y mandos operados con las manos, que pueda poner en su regazo. Los usuarios 1, 2, 3, 8 y 9, se benefician de las consideraciones anteriores, pero necesitan además de la corrección de errores de ejecución en cuanto a la altura de servicio del agua, el dentífrico y el agua.

5.6. ESTADO DEL ARTE

No existen elementos en nuestro mercado, que se asemejen a un producto destinado al aseo buco-dental para discapacitados de los miembros superiores. Estos productos existen en otros lugares del mundo, aunque sus funciones son mucho más complejas. Sin embargo, se identifica para el desarrollo del proyecto, factores grupales que podrían aportar a la salvedad de problemas técnicos concretos.

5.6.1. ELEMENTOS PARA LA DOSIFICACIÓN DEL DENTÍFRICO.



Este elemento obliga al dentífrico a salir a medida que reduce el volumen interno del tubo. Esta acción es ejecutada por el usuario, al deslizar el exprimidor desde la parte posterior por donde se introduce, hacia la boquilla.

Figura 11. "Squeezit". ²⁵ Precio: 3,99 \$USD. (Aprox. 8.850 \$ Pesos Colombianos).



Este exprimidor consta de un elemento giratorio con una ranura longitudinal en la cual se inserta el extremo plano del tubo; este se aloja en una base con un vértice superior, que será el encargado de ir reduciendo el espacio y aplanando el tubo para ser enrollado en el cilindro giratorio, el cual imprime la fuerza para que la pasta pueda salir.

Figura 12. "Allegro Medical's Tube Squeezer". ²⁶ Precio: 6,95 \$USD. (Aprox. 15.500 \$ PCO).

²⁵ Imagen extraída del sitio web: www.core77.com.

²⁶ Ibid.



Figura 13. "Gill Mechanical Co's Tube-Wringer". ²⁷ Precio: 6,13 \$USD. (13.600 \$ PCO).

Exprimidor de calandras. No fue concebido para dosificar pasta dental, pero su mecanismo permite exprimir gran variedad de tubos metálicos o plásticos. Consta de dos rodillos ranurados a lo largo de su eje, posicionados de forma paralela en una base que les imprime presión para lograr el arrastre del tubo a exprimir, por medio de una mariposa a un costado de un cilindro.



Para lograr la salida del dentífrico, estos productos poseen un dosificador asistido por una bomba presurizada.

Figura 14. "Pasta dental Colgate Total 100 ml". ²⁸ Precio: 3,39 £ (Aprox. 11.450 \$PCO).



Dispensador de crema para tubos con bomba presurizada, destinado a personas con limitaciones en dedos, movilidad reducida de manos o limitantes visuales, facilitando el accionamiento y la certeza en la ubicación del cepillo y la cantidad de pasta aplicada.

Figura 15. "Sammons Preston Toothpaste model 3348". ²⁹ Precio: 36,95 \$USD (82.000 \$PCO).

²⁷ Ibid.

²⁸ Imagen extraída del sitio web: www.amazon.co.uk.

²⁹ Imagen extraída del sitio web: www.allegromedica.com.



Figura 16. "X-paste".³⁰ Precio: 45,00 £ (Aprox. 134.200 \$PCO).

Este elemento posee una estructura y cobertura de acero inoxidable que se puede fijar en el espejo o cualquier superficie plana, por medio de ventosas. Permite guardar en su interior tubos de crema dental de cualquier tamaño, cuyo contenido se libera al empujar el botón con el cepillo de dientes que acciona la bomba de succión. La cantidad depende de la dureza en la presión del botón. La bomba fue desarrollada por el ingeniero Stewart Robertson, con un sistema de válvulas membranosas; no requiere baterías o elementos presurizados.

El elegante dispensador del fabricante "Tigerlane", en la imagen inferior, posee un sistema de succión el cual actúa al oprimir la superficie superior del elemento, haciendo que la pasta sea aplicada sobre el cepillo, previamente posicionado en una cavidad lateral.



Se desconocen mas aspectos de su funcionamiento y de la recarga o almacenamiento de la pasta dental. Precio no publicado.

Figura 17. "Luxury Toothpaste Dispenser Tigerlane".³¹

³⁰ Imagen extraída del sitio web: www.thetoothpastedispenser.com.

³¹ Imagen extraída del sitio web: www.perdesignuk.com.



Figura 18. "The Intelliclean System i8500".³²

Desarrollado por Sonicare junto con Crest, este sistema integra una gran cantidad de componentes. Expulsa pasta dental líquida, cuyo recipiente puede renovarse; tiene cabezal intercambiable, sus baterías eléctricas son recargables, y tiene un temporizador de dos minutos para el correcto cepillado, con la posibilidad de ajustar el tiempo. El sistema para dispensar funciona por la presión de los dedos sobre el mango, alimentando de líquido a las cerdas, que lo licuan formando una espuma consistente. Por su alta velocidad de licuado, permite que esta se regule, para cepillar zonas sensibles como las encías y la lengua. El precio no está publicado.

5.6.2. CEPILLOS DE DIENTES.



El cuerpo cilíndrico de las cerdas fue desarrollado por la compañía japonesa STB Higuchi, que posee 20 veces más cerdas que un cepillo convencional, con la mitad del diámetro del filamento. Este producto se comercializa en Japón exclusivamente

Figura 19. Cepillo cilíndrico "Tampopo".³³
Precio: 500 ¥ (5,61 \$USD).

³² Imagen extraída en la dirección: <http://images.amazon.com/.../image1-intelliclean.jpg>.

³³ Imagen extraída en el sitio web: www.cylindrical-toothbrush.info/toothbrush1.jpg.



Posee un mango grueso donde se disponen todos sus componentes, incluyendo baterías, mini motor DC e interruptores. Este mango viene en una gran variedad de colores, texturas y aspectos decorativos.

Figura 20. “Colgate Motion Whitening”.³⁴
 Precio: 7,49 \$USD. (Aprox. 16,700 \$PCO)

Su cabezal es intercambiable, desacoplándose desde la base donde se fija al mango. Las cerdas vienen en dos grupos: el más grande, en el cual se alojan mayor número de cerdas acompañadas de unos segmentos centrales de goma para el masaje de las encías, y el segundo y más pequeño, se ubica en la parte más distante del cabezal y su constitución es solo de cerdas. Ambos grupos tienen un movimiento semicircular de unos pocos grados, 20 aproximadamente, en direcciones contrarias uno del otro. Los cabezales se consiguen en el comercio en parejas, con un costo de 12.000 \$ PCO.



Este cepillo genera 31.000 movimientos de cepillado por minuto, combinado con el alcance específico del cabezal de cepillado al moverse hacia delante y hacia atrás; dicha combinación sus fabricantes la denominan “fluido dinámico”, basada en movimientos de alta frecuencia y amplitud efectiva .

Su cabezal es estrecho y en ángulo, proporcionando un acceso fácil a las zonas de difícil alcance. Tiene cerdas ‘suaves’ en los bordes, ‘más suaves’ en la zona media y ‘extra suaves’ en la parte central.

Figura 21. “Sonicare”.³⁵
 Precio: 90 \$USD (Aprox. 200,000 \$PCO).

³⁴ Imagen extraída en el sitio web: www.colgate.com.

³⁵ Imagen extraída en el sitio web: www.homeandbody.philips.com.



El cepillo mostrado en la imagen es recargable, y combina la acción sónica de 3000 pulsos por minuto con la tecnología iónica para limpiar los dientes de una forma más eficaz.

El cepillo genera una carga iónica por medio de un semiconductor de oxido de titanio; cuando es irradiado por una fuente de luz natural o artificial, este elemento es contenido en el cuerpo del cepillo, muy cerca al cabezal de cepillado.

El cepillo revierte temporalmente la polaridad de los dientes, repeliendo la placa y atrayéndola hacia el cabezal de cerdas Dupont Tynex.

Figura 22. "Ion Dental Sonic".³⁶ Precio: 39,95 £ (Aprox. 119.600 \$PCO).



Figura 23. Cepillos eléctricos marca Oral b.³⁷

Oral b cuenta con una elevada gama de cepillos de dientes eléctricos. (1) El cepillo "Cross Action Power", de funciones básicas, es accionado por baterías y posee un pequeño cabezal intercambiable; se podría decir que solo se cambian las cerdas. Precio: 10,00 \$USD. (Aprox. 22,300 \$PCO).

³⁶ Imagen extraída del sitio web: www.expertverdict.com.

³⁷ Imágenes extraídas del sitio web: www.oralb.com.

(2) En segundo lugar se encuentra el modelo “Sonic Complet S-200”, recargable, de acción sónica, contando con tres velocidades, (limpieza suave y masaje); incluye un temporizador para indicar el tiempo de cepillado y sensor de presión. Precio: 59,95 \$USD. (Aprox 133,200 \$PCO).

(3) Por último, el cepillo eléctrico recargable “Triumph with Smart Guide Professional Care 9910”. Cuenta con una guía LCD de cepillado inalámbrica, que indica el tiempo de cepillado y el grupo de piezas dentales que hacen falta por cepillar. El cepillo tiene incorporado en su cabezal un microchip RFID (radio frecuencia de identificación) que envía la información a la pantalla. Precio: 97,99 \$USD. (Aprox. 218,000 \$PCO).

Los cabezales de esta marca se omitieron en el desarrollo del proyecto, debido a que los mecanismos de acople son más complejos comparados con el de Colgate.



Este producto, diseñado por Tiger Electronics para la compañía HASBRO, entona una melodía que sale de su cuerpo durante dos minutos, tiempo justo para que el niño realice una adecuada limpieza oral, antes de que la música acabe. Su duración es de seis meses y posee diferentes melodías.

Figura 24. Cepillo eléctrico “Tiger”.³⁸
Precio: 10 \$USD. (22,300 \$PCO)



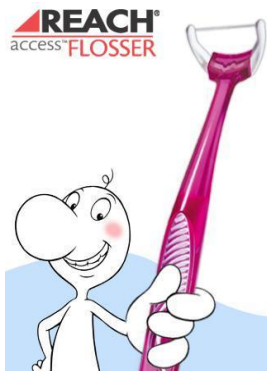
Este cepillo informa la presión ejercida sobre los dientes, por el código de colores en el extremo del cepillo. El verde indica una correcta presión, el rojo una excesiva, y el azul, junto con la vibración, indican que han terminado los 2 min de limpieza. El cocodrilo de silicona “respira” cuando el usuario usa bien el cepillo, y vibra como recordatorio.

Figura 25. “Toothbrush and crocodile”.³⁹
Precio no publicado.

³⁸ Imágenes extraídas de: http://www.nytimes.com/2007/03/01/technology/01tooth.html?_r=1&oref=slogin

³⁹ Imágenes extraídas del sitio: www.medgadget.com/archives/img/croc_brush.jpg.

5.6.3. ELEMENTOS DE LIMPIEZA INTERDENTAL.



El cuerpo de sujeción es muy similar al de un cepillo normal; en su extremo se ubica un broche para colocar y quitar el cabezal desechable, cuyo hilo es fabricado en un material que no se rompe o deshilacha con facilidad. En nuestro medio, el producto no cuenta con este cabezal; la seda se enrolla y tensiona.

Figura 26. "Reach Acces Flosser".⁴⁰
Precio: 4,98 \$USD. (Aprox. 11.000 \$PCO)



Elemento desechable provisto de un arco para la seda dental y una terminación puntiaguda en su extremo opuesto, que actúa a modo de palillo. Sabor mentolado.

Figura 27. "Oral b Advantage Floss Picks".⁴¹
Precio: 5,99 \$USD. 0,9 por unidad. (Aprox. 13.500 \$PCO).



Su función básica es llevada a cabo por medio de cerdas de nylon entorchadas en forma cilíndrica o cónica por un filamento metálico trenzado muy delgado (0,7 mm de diámetro). Estas cerdas se acoplan a un mango o a un pequeño elemento para su manipulación y soporte.

Figura 28. "Cepillos interdenciales Oral b".⁴²
(1) Precio: 6,4 \$USD. (Aprox. 14,000 \$PCO).
(2) Precio: 2,59 \$USD. (Aprox. 5,800 \$PCO).

⁴⁰ Imágenes extraídas del sitio: www.reachaccess.com.

⁴¹ Imágenes extraídas del sitio: www.oralbl.com.

⁴² Imágenes extraídas del sitio: www.oralbprofessional.com.



Aparato vibratorio, con dos accesorios acoplables e intercambiables, cabezal para seda dental o flosser y púas interdentales saborizadas. Diseñado para alcanzar los espacios entre los dientes y debajo de la línea de las encías para eliminar la placa.

Figura 29. “Oral b Colibrí”.⁴³
Precio: 13,31 \$USD. (Aprox. 29,500 \$PCO).



Jet de agua dental, diseñado para limpiar las zonas interdentales, en elementos de ortodoncia y bajo la línea de las encías. Presión graduable según sensibilidad. Su depósito de 210 ml (7 onzas) se puede llenar sin necesidad de retirarlo. Sus boquillas giran 360° y expulsar un chorro a presión entre 45 a 75 PSI.

Figura 30. “Ultra Cordless Dental Water Jet WP-450”.⁴⁴
Precio: 49,99 \$USD. (Aprox. 111,000 \$PCO).



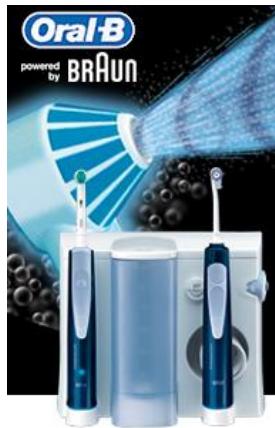
Ceda dental eléctrica diseñada para vibrar mientras el usuario introduce la punta en el espacio interdental y el borde gingival. La punta de nylon desechable es flexible y resistente, mentolada y con efecto blanqueador. Viene en presentaciones de 30 unidades. El aparato utiliza baterías desechables o recargables.

Figura 31. “Waterpick Flosser”.⁴⁵
Precio: 18,99 \$USD. (Aprox. 42,200 \$PCO).

⁴³ Imágenes extraídas del sitio: www.oralbprofessional.com.

⁴⁴ Imágenes extraídas del sitio: www.waterpik.com.

⁴⁵ *Ibid.*



Irrigador oral de micro burbuja mezcla aire y agua, luego la presuriza para generar millones de micro burbujas que son expulsadas en espiral para una mejor penetración en las diferentes regiones dentales, su presión es regulable mediante un dial y su capacidad de depósito es de 600ml.

Figura 32. "Oral-B Professional Care 7900 OxyJet".⁴⁶
 Precio: 89,99 \$USD. (Aprox. 199,700 \$PCO).

5.6.4. ELEMENTOS CON TECNOLOGIA UV.



El artículo ofrece un tratamiento profesional para el blanqueamiento dental, desde la comodidad del hogar. Para esto, utiliza un gel de peróxido de hidrógeno, activado por la unidad de laser fría.

Figura 33. "All While Smile 3000".⁴⁷
 Precio: 149,99 £ (Aprox. 450,000 \$PCO).



Desinfectante UV. Elimina en 7 minutos el 99.0% de los gérmenes que entran en contacto con el cepillo de dientes como el E. Coli y el Staphylococcus. Base antideslizante, bandeja de goteo y cese automático. Bombilla UV de larga vida, 2000 h con 3 baterías AAA.

Figura 34. "Violight Zapi".⁴⁸
 Precio: 29,95 \$USD (Aprox. 66,500 \$PCO).

⁴⁶ Imagen extraída del sitio web: www.oralbprofessional.com.

⁴⁷ Imagen extraída del sitio web: www.allwhilesmile.co.uk.

⁴⁸ Imagen extraída del sitio web: www.violight.com.

5.6.5. SISTEMAS DISPENSADORES DE AGUA.



Dispensador automático de agua. Se enciende cuando la mascota se acerca a una distancia de 3 pies, y se detiene cuando se aleja. Se rosca a una llave convencional. Utiliza 4 baterías tipo C para un año de trabajo.

Figura 35. "Water Dog".⁴⁹ Precio: 79,00 \$USD (Aprox. 175,000 \$PCO).



Figura 36. Grifos automáticos.⁵⁰ (1) Precio: 53,95 \$USD. (Aprox. 124,000 \$PCO). (2) Precio no publicado.

Estos grifos están provistos de sensores que al estimularse permiten la salida de agua, ya sea (1) infrarrojos, que detectan el movimiento de la mano al pasar bajo el grifo, o sensores de ondas sonoras, cuya activación se genera cuando el usuario emite algún sonido cercano. Permiten mayor higiene, sobretodo en lugares públicos. Brinda una gran ayuda para personas con limitantes motrices de sus manos y ahorra hasta un 70% de agua comparado con un grifo convencional.

⁴⁹ Imagen extraída del sitio web: www.waterdoginfo.com.

⁵⁰ www.made-in-china.com. www.radioustouchfreetechnology.com. Imágenes extraídas de estos sitios web.



Convierte un grifo convencional automático. El sensor se alimenta de 4 pilas AAA, que pueden durar hasta 1 año. La acción del sensor se puede anular pulsando el botón de modo manual; el agua fluirá durante 3 min, enviándose de nuevo a la opción automática.

Figura 37. "Auto Spout".⁵¹
Precio: 34,99 \$USD (Aprox. 80,500 \$PCO).



Llave de agua para la cocina, empotrada a la pared, la cual permite un mayor ajuste en el desplazamiento y la dirección del chorro. Se ofrece en múltiples colores y presentaciones, desde plástico, hasta material metálico con acabados en fibra de carbono.

Figura 38. "Kholer wall".⁵² Precio no publicado.



Acople universal para la llave del lavamanos, que redirige el flujo saliente de agua disminuyendo su caudal. El propósito del dispositivo es darles mayor ventaja a los niños, para que no se inclinen demasiado para conseguir jugar su boca.

Figura 39. "Whale Fauset".⁵³
Precio: 2,99 \$USD. (Aprox. 6,900 \$PCO).

⁵¹ Imagen extraída del sitio web: www.skfirm.com.

⁵² Imagen extraída del sitio web: www.us.kohler.com/faucets/karbon/index.jsp.

⁵³ Imagen extraída del sitio web: www.treehugger.com/files/2007/03/whale_faucet.php.



Figura 40. "Ripple Fauset". ⁵⁴ Precio no publicado.

La interfaz de uso de este artefacto brinda una oportunidad única para jugar con las posibilidades del chorro de agua. El dial posee tecnología "Touch 360", de manera que identifica la posición de la esfera metálica sobre las hondas. La presión del agua es mayor, si la esfera se acerca más al centro, y la temperatura se regula haciendo que la esfera circunde los canales; esto permite ver el cambio gradual de los colores, que informan si el agua está fría o caliente.

5.6.6. CONTROLES PARA LOS PIES.



Controles de 7"x4"x ½ " contruidos en aluminio pulido y goma dura, con base antideslizante para mantenerlos en su lugar Y puerto USB. Los 4 botones de goma son controlados por microprocesadores incorporados. Permiten personalizar su función, por ejemplo pulso, pulsar/soltar y cambiar. Contiene un chip de 32 KB de memoria interna que puede almacenar hasta 30 diferentes opciones de configuración.



Figura 41. "Fragpedal". ⁵⁵ Precio: 69,99 \$USD. (Aprox. 155,400 \$PCO).

⁵⁴ Imagen extraída del sitio web: <http://www.coolbuzz.org/entry/design-signifies-a-balance-between-creative-expression-practical-considerations-newnam/>.

⁵⁵ Imagen extraída del sitio web: www.thinkgeek.com.



Pedal reprogramable, que permite reemplazar las pulsaciones de teclado o los clicks del ratón con la acción del pie. Se pueden configurar comandos como Tab, Shift, Ctrl, Alt...etc. Puerto USB, compatible con Windows y Mac OS-X.

Figura 42. "X-keys® Foot Pedal".⁵⁶
Precio: 74,99 \$USD. (Aprox. 166,500 \$PCO).



Control de pie de direccionamiento; permite libertad de movimiento en los dos ejes, con la opción de restringir el movimiento hacia una única dirección. La presión de operación es variable según la sensibilidad que se desee. Este control fue desarrollado como una opción para el manejo sobre pantallas de interfaz grafica de usuario GUI.

Figura 43. "Foot control".⁵⁷ Precio no publicado.



Interruptor para un solo pie. Puede ser empleado para el manejo de equipo dental, microscopios, ascensores, cámaras, sistemas de comunicación PTT y depósitos de recargas para armas.

Figura 44. "Lektro-Lok Foot Control de LinemasterFoot control".⁵⁸ Precio no publicado.

⁵⁶ Imagen extraída del sitio web: www.xkeys.com.

⁵⁷ Imagen extraída del sitio web: www.planmeca.com.

⁵⁸ Imagen extraída del sitio web: www.pddnet.com.



Estos pequeños interruptores para computadores de escritorio permiten al usuario operar el ordenador con uno a mas conmutadores. Su cubierta de 2.5" de diámetro es fabricada en plástico claro de alto impacto. Su activación se logra con un ligero contacto sobre su superficie acompañada de un clic audible y su conexión se realiza por medio de un miniplug de 1/8" para teléfono.

Figura 45. "Access Switches"⁵⁹ Precio: 29,00 \$USD. (Aprox. 64,400 \$PCO).



Son interruptores de mayor tamaño, 3"x 6" en comparación con los anteriores, pero con un perfil más bajo. Su área para presionar es más grande y posee mayor resistencia para el uso con fuerza excesiva. Un clic sonoro acompaña el accionamiento.

Figura 46. "Slammers Switches"⁶⁰ Precio: 29,00 \$USD. (Aprox. 64,400 \$PCO).



Interruptor sensible al tacto. Responde a contactos muy leves. Desarrollado por TASH, Organización Internacional de Personas con Discapacidad, como un interruptor de adaptación para dar cabida a algunas acciones que pueden realizar con fiabilidad éstas personas.

Figura 47. "Plate Switch".⁶¹ Precio: 90,00 \$USD. (Aprox. 200,000 \$PCO).

⁵⁹ Imagen extraída del sitio web: www.marblesoft.com.

⁶⁰ *Ibid.*

⁶¹ Imagen extraída del sitio web: www.tash.org.

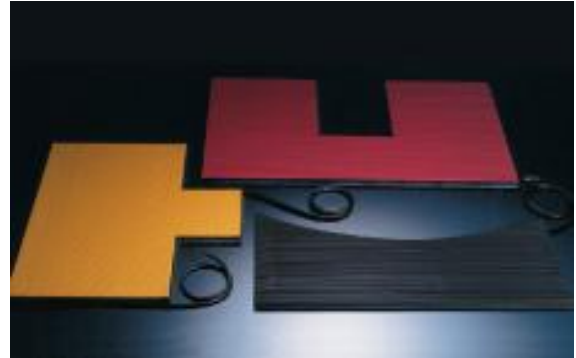
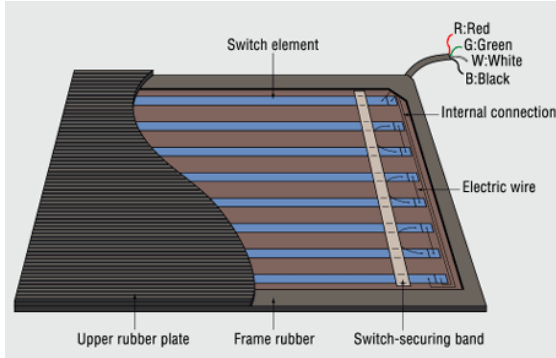


Figura 48. "Mat Switch".⁶² Precio: 40,00 €. (Aprox. 120,000 \$PCO).

Interruptores de Tokyo Sensors, empleados en aplicaciones de seguridad en zonas de peligro, en alarmas de áreas restringidas, en sistemas de seguridad para maquinaria y como activadores de puertas automáticas.



Sensor de seguridad 11"X18", de vinilo termo sellado; 5 lb de presión nominal para su activación. Se usan para la recreación, en juegos electrónicos de baile.

Figura 49. "Tapetes delgados de vinilo".⁶³ Precio no publicado.



Este control es una plataforma diseñada para la consola de juegos Wii, de Nintendo. Su propósito es el de guiar al usuario en planes de ejercicio y juegos de balanceo. Cada parte tiene cuatro sensores, que miden la masa corporal, el índice de grasa, y la buena postura adoptada.

Figura 50. "WiiFit".⁶⁴ Precio: 85,45 €. (Aprox. 256,300 \$PCO).

⁶² Imagen extraída del sitio web: www.t-sensor.co.jp.

⁶³ Imagen extraída del sitio web: www.alliedelec.com.

⁶⁴ Imagen extraída del sitio web: www.wiifit.es.

5.6.7. AYUDAS TÉCNICAS PARA LA HIGIENE BUCO-DENTAL.



Este dispositivo electrónico creado por estudiantes de la Universidad de Pekín, le informa a los niños qué dientes deben cepillarse, que tiempo emplear y los movimientos para realizar, a modo de juego. Consiste entonces en presentarle al niño los dientes virtuales sucios, para que por medio de sus movimientos y el tiempo empleado, logre limpiar los virtuales y por ende los suyos.

Figura 51. "Playful toothbrush".⁶⁵ Precio no publicado.



Este dispositivo se enfoca en facilitar el cepillado dental de personas que posean limitaciones en sus manos. Este soporte consta de un brazo flexible con un tubo de plástico montado en su extremo. Dicho tubo, alberga al cepillo dental, el cual ha sido modificado para suprimir las baterías y operar por medio de una toma residencial.



Para cepillarse los dientes, el usuario ajusta la altura de su silla de ruedas eléctrica, para que su boca este a la altura correcta. El usuario puede mover el cepillo con relativa libertad, pues este brazo no permite movimientos de rotación para cambiar el ángulo de cepillado. Para la dosificación de la pasta dental y la limpieza del cepillo, el usuario necesitará la colaboración de un asistente.

Figura 52. "Soporte para cepillo eléctrico adaptado".⁶⁶ Precio no publicado.

⁶⁵ Información e imagen extraída de la dirección: <http://mll.csie.ntu.edu.tw/.../toothbrush.jpg>.

⁶⁶ Imagen extraída de sitio: www.spinalistips.se.



Figura 53. “Hydrabrush”.⁶⁷ Precio: 29,99 \$USD. (Aprox. 66,600 \$PCO).

Este cepillo garantiza una cobertura adecuada de dientes y encías, requiriendo así solo de 40 segundos para completar el cepillado. El cabezal posee ocho microcepillos en cada actuador, con cerdas de distintas longitudes, inclinadas 45 °, para cepillar la arcada superior e inferior a la vez. Posee dos velocidades, la más baja permite un cepillado de masaje, de 690 carreras por minuto. La mayor permite 810 carreras por minuto. El sistema posee dos accesorios destinados a discapacitados. Se trata de un elemento que sostiene al cepillo en la pared, y le permite oscilar (no necesita rotar) en cuanto el usuario se mueve; y un pedal de presión conectado por cable, para accionar o suspender la actividad.



Pauta publicitaria para “Listerine” realizada por los cazadores de mitos, en la cual emplean una máquina que genera un movimiento de vaivén para el cepillado dental; por el tamaño de la unidad de mando y los conectores, se cree que el movimiento es generado por sistemas neumáticos. Al llevar esta máquina a un ámbito práctico, podría ocasionar serias lesiones bucodentales por sus rápidos y fuertes movimientos, como también incomodidad por la posición estática.



Figura 54. “Cazadores de mitos”.⁶⁸ Precio desconocido.

⁶⁷ Imágenes extraídas de la dirección: <http://www.youtube.com/watch?v=AsdsR27UnJ0>.

⁶⁸ Imágenes extraídas de la dirección: <http://www.youtube.com/watch?v=NijBxAsj2XE&feature=related>.

R.A.I.L. (Robotyc Aid for Independent living)



Figura 55. “Handy 1”.⁶⁹ Precio: 4000 \$USD. (Aprox. 9, 000,000 \$PCO).
Las dos imágenes de la izquierda, presentan los módulos para comer y maquillarse.

Este sistema fue desarrollado por la Staffordshire University, de los Estados Unidos, en el marco de su escuela de Arte y Diseño, el Centro de Robótica y el centro de Rehabilitación, junto con la compañía Rehab Robotics Ltd. El prototipo funciona con 12 V DC, y se han vendido 120 unidades. EL diseño se centra en las actividades a realizar, y las divide en módulos intercambiables que se encuentran a una altura graduable neumática, dependiendo del usuario final, quien siempre estaría sentado.

Los módulos son tres: el primero es para comer y beber, el segundo es para afeitarse y lavarse los dientes, y el tercero es para maquillarse. Los módulos pueden combinarse, pero aún así dependen del asistente de la persona para su ajuste. El usuario final es diverso, y se incluyen los siguientes factores de discapacidad: parálisis cerebral, enfermedades motoras neuronales, distrofia muscular, la esclerosis múltiple, ataque al corazón y enfermedades degenerativas de la vejez. Los mandos son adaptados según requiera el usuario; por defecto posee reconocimiento de voz y mandos para los pies.

El “efector” es el brazo extensor que manipula los elementos, y posee un mecanismo que los asegura por medio de un electroimán, y le da la libertad de rotar sin caerse. Concluye este estudio afirmando que un asistente demora solo en proveer la comida de un paciente, 3.5 horas al día. El “HANDY 1” reduce este tiempo de manera considerable, permitiendo un grado de dependencia menor, y mayor autonomía del discapacitado.

⁶⁹ Imágenes extraídas de la dirección: www.dinf.ne.jp/.../conf/tide98/13/lwash2.jpe.

ASIBOT. (Robot portable de ayuda a personas discapacitadas)

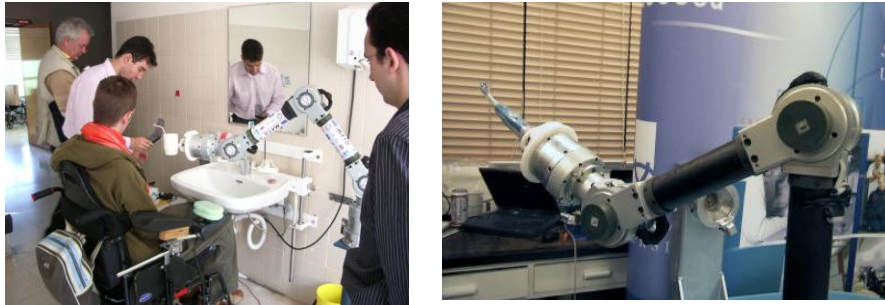


Figura 56. "ASIBOT". ⁷⁰ Precio: Aprox. 30,000 €. (90, 000,000 \$PCO)
En las imágenes el robot porta una taza y el cepillo de dientes eléctrico.

Conocido también como M.A.T.S. Mechatronic Assistive Technology System. Este proyecto fue desarrollado por la unidad de Biomecánica y Ayudas Técnicas del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo, España, el RoboticsLAB de la Universidad Carlos III de Madrid, y con el apoyo de INMERSO, entidad estatal que promueve proyectos de innovación tecnológica. Este hospital se especializa en el tratamiento de pacientes con lesión medular espinal.

Para el estudio, se seleccionaron 5 personas, que presentaban lesiones en la columna cervical (C4 a C8) y por ende afectación de los miembros superiores, por más de un año. Se excluyeron individuos con retardo mental, epilepsia, deficiencia visual, y afectación psíquica. Uno de los escenarios escogidos para la evaluación fue el del aseo, donde los usuarios se limpiarían la cara, beberían agua y se lavarían los dientes.

En los resultados, el robot salió mal librado, en especial con la primera tarea. Aun así tiene enormes capacidades: su movimiento es de 5 ejes, se alimenta con 24 V DC, su alcance es de 1,3 m y maneja 2 kg de carga útil. El accionamiento puede ser táctil, mediante un PDA, un joystick, por teclado, por pluma, o por mandos de voz. Los usuarios pueden seleccionar diferentes tipos de interacción dependiendo de sus capacidades. El brazo posee conectores cónicos en cada punta a los cuales se acoplan cabezales intercambiables según la actividad, entre los que están un vaso, una máquina de afeitar y un cepillo eléctrico, una cuchara modificada y accesorios de maquillaje. Además, puede adaptarse a las paredes, a la silla de ruedas, moverse por la casa, y acercar y asir objetos.

⁷⁰ GIL AGUDO, A. M. Evaluación funcional del robot portable de ayuda a personas discapacitadas, ASIBOT. Formato PDF. Imágenes y documento del sitio web: www.roboticslab.uc3m.es.

6. ASPECTOS ERGONÓMICOS

6.1. EL SISTEMA HOMBRE-MAQUINA

Generalmente el término hombre-máquina se relaciona con las actividades laborales que el usuario del objeto realiza para alcanzar un objetivo concreto. Para el caso de estudio la definición es análoga; la ayuda técnica que aporte bienestar y facilidad en las tareas que involucran al aseo dental, debe conseguir que el usuario alcance sus objetivos de la manera más adecuada para su limitación. "El objetivo tiene que reflejarse en la intención, que a su vez ha de convertirse en una secuencia específica de acción en la que yo pueda controlar mis músculos"⁷¹. Esto involucra al usuario primario y a las demás personas que tendrán contacto con el objeto e influirán en el desempeño del destinatario. Por ello se deben comprender los factores involucrados en la decisión final de diseño, referidos a los aspectos funcionales del ser humano, como sus facultades mentales, emocionales, fisiológicas, y antropométricas.

6.2. FUNCIONES MENTALES PSICOLÓGICAS

El sistema hombre-máquina requiere que una actividad se complete. Para ello, el hombre debe tener claro el propósito de sus acciones para que la máquina opere como la ejecución lo requiere, y observar si realmente lo ha hecho bien.

Cuando la persona discierne los actos posibles del artefacto, (por la reflexión lógica de los componentes, su topografía natural, sus limitaciones y prestaciones físicas, culturales y semánticas) los realizará con efectividad, observando que la práctica es sencilla y correcta; si esto no sucede, significa que la información que el usuario debe percibir no es evidente o es difícil de recordar; su modelo mental no cumple con las expectativas, y los errores se cometen, generando que la persona abandone la tarea o se frustre por su inoperatividad, dejando a un lado el objeto o adaptándose a una herramienta deficiente.

⁷¹ NORMAN, Donald. Psicología de los objetos cotidianos. Madrid: Nerea S.A., 1990, p.67.

Para evitar esto, se debe comprender la relación entre los sub-sistemas, las capacidades de los individuos y el amplio espectro de discapacidades, para plasmar este saber en la información que brinda la máquina y las demandas que esta exige en cualquier tipo de usuario; todo aquello, interactuando en los múltiples contextos del lugar de aseo personal.

Los subsistemas se relacionan en la imagen del sistema. Esta concepción mental es la que conecta al diseñador con el usuario. Cuando este modelo mental no es el mismo, se cometen los errores o “lagunas” por parte del usuario. Es primordial que los actos de ejecución y evaluación sean los que el diseñador previno con antelación para las fases de acción, al igual que los lapsus y equivocaciones que pudieran presentarse.

En la siguiente gráfica se describe el ciclo de las fases de acción por las que el usuario interactúa con la imagen del sistema. Cada frase completa la pregunta: ¿Con qué facilidad se puede...

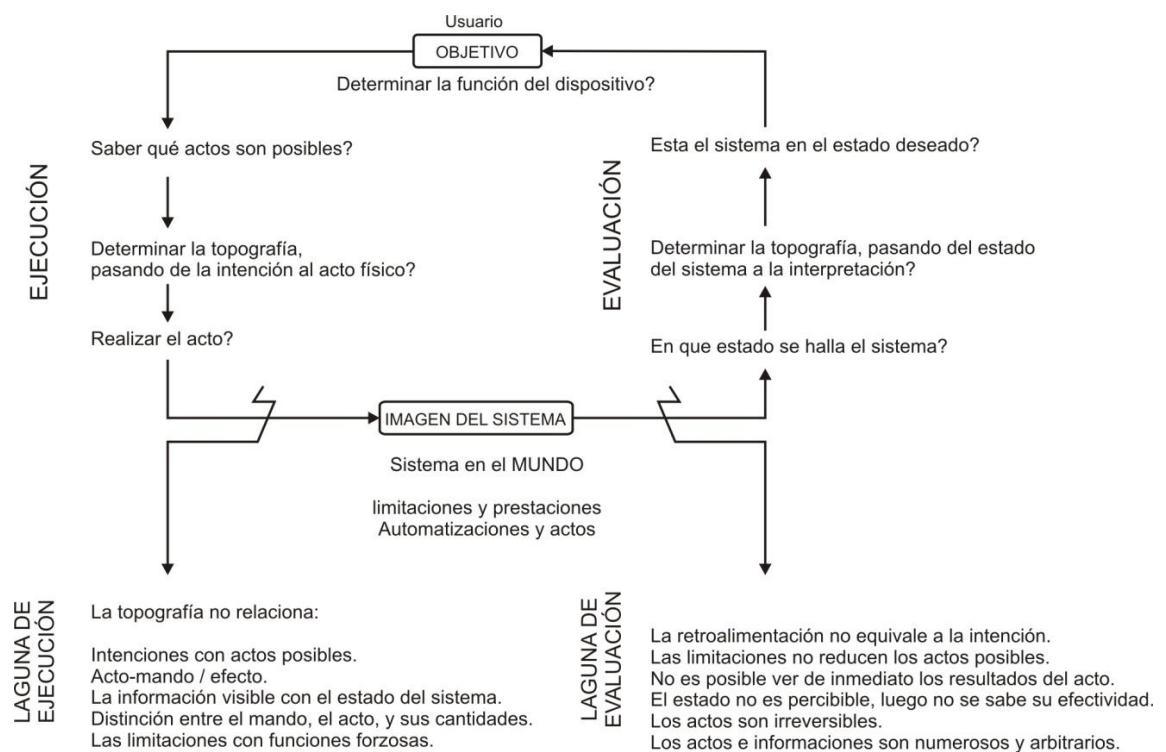


Figura 57. Diagrama de ejecución y evaluación.⁷²

⁷² Ibid., p. 68 y 74. Imagen modificada de las fases de acción, y las lagunas que interrumpen el ciclo.

La ejecución comprende en orden descendente, la intención de actuar, la secuencia de acción y la realización de la secuencia. La evaluación comprende en orden ascendente, la percepción del estado actual, las interpretaciones a esta percepción, y la evaluación del resultado.

Las lagunas son las que evidencian los errores en el diseño conceptual, e interrumpen el flujo del ciclo cuando el usuario no piensa lo mismo que el diseñador, dando lugar a la aparición de lapsus, o errores inconscientes en la realización de las acciones producto de la falta de atención; y de equivocaciones, que son errores conscientes debido a la mala interpretación que generan un objetivo de acción erróneo.

El error hace parte de nuestra relación con el mundo; es el producto del ser humano por racionalizar una anomalía, comprenderla y darle sensatez. Cuando se nos hace evidente el error, ha ocurrido sin que se haya podido predecir.

Los errores tienen que ser planificados antes de que ocurran, previendo los actos e interpretaciones posibles; y durante el desarrollo del objeto, probando el funcionamiento para detectar y corregir los que se presenten. La idea no es evitar que ocurran los errores, sino comprender sus causas y minimizar su efecto, haciendo reversible el acto y comprendiendo que la aproximación inicial del usuario será imperfecta e inexacta, siempre y cuando el error se considere desfavorable y deba tenerse en cuenta para futuras correcciones.

Este hecho influye sobre manera en el diseño de las actividades y las posibilidades que tiene el usuario; si el usuario infiere muchas, tendrá que escoger la adecuada o hacer que sus actos sean reversibles si se equivoca; empero, como la tarea que debe ejecutar es de carácter cotidiano, es preciso que la estructura de la tarea sea lo más estrecha posible⁷³, de manera que las probabilidades de error se reduzcan y la secuencia sea simple, de acción-reacción, con una profundidad acorde al número de mandos y efectos, para mejorar el entendimiento de las prestaciones y las limitaciones de la máquina.

En este orden de ideas, la máquina y la actividad deberán acercarse a una fase de acción que demande poca planificación o pensamiento (actividad mental consciente), como en realidad sucede con las actividades cotidianas, que por sí mismas, son sencillas, estrechas y someras. Esto plantea un desafío enorme. La persona, cuando se ve inmersa en una nueva situación, como lo será el contacto con la ayuda técnica, intentará resolver el problema con su memoria de corto plazo, y realizará una ponderación lenta de los actos, reflexionando y

⁷³ Ibid., p. 152, 153 y 157.

distinguiendo cada modo de ejecutar las tareas con su pensamiento consiente. Por tanto, las actividades deben reducir la curva de aprendizaje, la complejidad inherente del sistema, y ser ejecutadas de manera pragmática, con el uso del pensamiento subconsciente, identificando la disposición espacial y función formal de cada elemento de acuerdo a la capacidad personal; conforme la explicación introductoria avanza hacia la familiaridad y la regularidad, pasa de ser extraña a adquirida en la memoria de largo plazo.

Ahora bien, es fundamental que el usuario distinga las actividades propias y las automatizadas; Las primeras requerirán que la tarea sea en esencia la misma, es decir, el cepillado dental y la manera como interactuará con su boca el cepillo, el dentífrico y el agua, mientras que las segundas se refieren a actividades penosas que cuestan ejecutar con las capacidades residuales del individuo, y la máquina las realizará por su programación o por la información proveniente de los mandos de entrada. De esta manera, el usuario sabrá lo que puede hacer, lo que está pasando y cuando necesita de la intervención de otra persona para la resolución de un problema que haya detectado.

El propósito de una máquina con la facultad de ayudar al mayor colectivo posible de personas con este tipo de deficiencias físicas, es el de reestructurar la tarea inicial, aminorando la carga física, sin aumentar la demanda mental propia del evento cotidiano, teniendo presentes siempre las exigencias propias de cada usuario y su contexto de uso, de manera que el sistema sea laxo, las acciones explorables, y los componentes modificables, ajustables y graduables.

Es muy probable que el nivel de adaptación que haya alcanzado la persona le impida pensar que necesita una ayuda técnica para una labor que se convirtió en rutinaria. No obstante, “las tareas cotidianas no son difíciles por su complejidad; lo son por que exigen aprender relaciones topográficas arbitrarias y ejecuciones precisas”⁷⁴, este aspecto se cumple a cabalidad cuando la dificultad de la persona es extrema y ha sido adquirida recientemente, impidiéndole ser preciso.

⁷⁴ Ibid., p. 264.

6.2.1. REQUERIMIENTOS PERCEPTIVOS.

Para disminuir la carga mental y aumentar la atención en el uso, las máquinas se configuran para impedir errores durante las fases de acción, debidos a señales físicas y emitidas. El estado de vigilancia influye también, pues la acción del cepillado de los dientes, por ser subconsciente, depende del estado fisiológico en el momento del día, siendo menor antes del adormecimiento, y después de despertar o de almorzar.⁷⁵

6.2.1.1. ATENCIÓN.

- Componentes situados en el campo de visión primario, de acuerdo al alcance que necesita el usuario para aproximarse a la máquina.
- Atención selectiva: exploración desde el margen izquierdo superior hacia el derecho inferior; uso de contraste de brillo y color, más no de formas. Estructuración de mandos y componentes brindando discriminación.
- Darle al usuario el control de las acciones que necesite corregir y vigilar.
- Uso de estímulos visuales evidentes para mensajes complicados, para informar, dirigiendo la atención por destellos, sin ser imprevisibles, o para la configuración de símbolos y códigos análogos a las actividades a ejecutar, de acción/efecto, lleno/vacio, on/off, etc.
- Uso de estímulos auditivos para generar respuestas rápidas de atención, como información del funcionamiento de las partes, o para hacer redundante una señal visual periférica y aumentar la recepción.
- Evitar la simultaneidad de las señales organizando la información por número, tipos, secuencia de estímulos, e intervalos de larga duración, impidiendo enfocarse en una única tarea, y se rebase la capacidad perceptiva y la memoria generada por la atención simultánea. Reducción del aprendizaje aumentando la relación significativa del mando/efecto.
- Deterioro sensorial entre los 20 y los 30 años; a los 45 años la vista tiene dificultad para enfocar distancias, disminuyendo la eficiencia de tareas de precisión.⁷⁶ A los 60 años, aumenta la habilidad intelectual y la memoria, pero disminuye la fuerza, agilidad y velocidad física.

⁷⁵ Fundación MAPRE. Manual de Ergonomía. Madrid: MAPRE, 1997, p. 516 Y 523.

⁷⁶ Norman, óp.cit., p. 203.

6.2.1.2. USABILIDAD.

- Explicar previamente al usuario el modelo conceptual del sistema, para hallar incoherencias entre la intención y la interacción con la máquina.
- Visibilidad. Hacer evidentes las operaciones necesarias en el proceso de instalación, uso, mantenimiento y retiro de los componentes. De esto se encarga la topografía, referida a la configuración formal de las limitaciones, que orientan por indicios las intenciones hacia las acciones posibles, y de las prestaciones, que determinan el uso y el efecto, permitiéndole al usuario imaginar lo que hará y saber que ocurre. Reducir las posibilidades de acción del usuario esclareciendo la correcta.
- Informar por señalización dinámica el estado del sistema, el estado de los componentes visibles e invisibles, brindando retroalimentación continua.
- Evitar el uso de instructivos complejos y secuencias de acción arbitrarias que requieran la memoria del usuario. El manual de uso rara vez se lee, pero debe destacarse la información para que los tipos de usuario involucrados la comprendan a cabalidad.
- Límites de la memoria. La memoria a corto plazo puede recordar hasta 5 hechos inconexos durante 30 segundos. La memoria a largo plazo retiene la información si la topografía está estructurada, es decir, si comprendemos el modelo mental del sistema, o si nos recuerda como se habían hecho previamente los actos y que conclusiones se produjeron.
- Límites de atención. Reestructuración de la tarea (secuencia estrecha y somera) mediante innovación y diferenciación de los actos controlados y los automáticos (tareas secundarias, secuencia ancha y profunda). No se debe interrumpir la acción con una señal imprevista, brindando elementos auxiliares que recuerden la intervención oportunamente. El usuario debe sentir que tiene la situación bajo control, por lo que automatizar todas las tareas sería contraproducente.
- Reducción de la complejidad. Ocultar y organizar lo que no es pertinente, pero permitir un acceso fácil y rápido. Reducir el número de mandos.
- Compatibilidad de reacción. Analogía espacial, gráfica, numérica, o por movilidad, del mando y su efecto. Retroalimentación rápida y fácil de comprender. Pensar en todo error posible, dificultar actos irreversibles con funciones forzosas, y hacer que la corrección sea sencilla.
- Normalizar componentes conseguidos en el mercado local.

6.2.1.3. SEGURIDAD.

- Libertad de acción por parte del usuario. Asegurarle que sus actos no tendrán consecuencias nefastas sobre la integridad propia, ni la del artefacto, ni el error causado generará inconveniente alguno.
- La velocidad de los componentes debe impedir que el usuario llegue a ser sorprendido por cruzarse en la trayectoria de algún componente.
- Ocultar implementos de apariencia nociva. Componentes eléctricos, electrónicos, mecánicos e hidráulicos. Asegurarse también del aislamiento de cada componente, de manera que no afecte la integridad del usuario ni de la máquina.
- Instalaciones. Los implementos necesitan conexiones eléctricas e hidráulicas. Reducir el voltaje de entrada, en lo posible, usar solo una fuente. Implementar un fusible para la protección a sobrecargas. Material que retarde la flama. Reducir el caudal de entrada para evitar sobrepresiones y posibles rupturas. Evitar que el usuario se moje.
- Condición de asepsia. Componentes personales, sin contacto anterior al momento del uso. Impedimento para que algún animal pueda anidar en el interior de la máquina o alimentarse de la crema. Estado efectivo y visible de limpieza de los componentes, o de las cavidades que puedan albergar cultivos de microorganismos.
- Superficies. Anular el uso de ángulos agudos y de objetos irritantes que entren en contacto con la boca, las manos, los antebrazos y los pies.
- Funciones forzosas, para el cabezal, y una automática, que indique recambios o mal funcionamiento, impidan el funcionamiento en caso de falla.
- Seguimiento de los estándares nacionales para electrodomésticos, según las normas técnicas colombianas ICONTEC: NTC 2800 y NTC 2808.

6.3. FUNCIONES MENTALES EMOCIONALES

Las personas discapacitadas están rodeadas de barreras de todo tipo en las actividades de la vida diaria, que impiden o dificultan los roles personales y sociales. Esto produce efectos negativos en la persona, como la frustración, el desempleo, la dependencia y el aislamiento. Generalmente las personas en esta situación pueden solventar las limitaciones y ejecutar con sus capacidades cualquier tarea, pero esta adaptabilidad no exime a la sociedad para brindar alternativas y hacerlas asequibles.

Las ayudas técnicas no aportan conocimiento a la ciencia, parten de la tecnología y su contribución es de tipo social y emocional, en busca de soluciones a los múltiples requerimientos personales para que la persona se sienta bien consigo misma mediante el producto adquirido; este concepto se conoce como “accesibilidad integral”⁷⁷, y parte del “diseño Universal”, cuya meta consiste en que cualquier producto este destinado al mayor número posible de usuarios potenciales, en procura del bienestar común. La heterogeneidad de los discapacitados y de las características personales, impiden que un solo objeto supla las necesidades de toda la población; esto hace necesario que el objeto sea susceptible a cambios para proporcionar soluciones específicas, es decir, tenga flexibilidad⁷⁸ en cuanto a los requerimientos del cliente, partiendo de un módulo básico y un perfil general de usuario.

Ahora bien, surge un conflicto semántico entre la palabra “común”, derivada de igualdad, y “flexibilidad”, referida a lo singular. En las ciencias jurídicas la igualdad es un principio y un valor; los principios son paradigmas inevitables y necesarios, como el derecho a la vida; se desprende el concepto de “inclusión social” en este apartado, debido a que todos somos iguales y tenemos los mismos derechos. Sin embargo, se distinguen en la igualdad, la negativa y la positiva. La igualdad negativa niega a las minorías soluciones adecuadas; la igualdad positiva, se aplica con base a prerrogativas justas, es decir, en condiciones que merecen una consideración mayor, como por ejemplo, el ascenso laboral, las becas por rendimiento, y la discapacidad, indiscutiblemente.

El concepto de igualdad positiva, se acopla al de inclusión social bajo las condiciones que permitan al usuario sentirse seguro, cómodo y confiado consigo mismo, ofreciendo los medios necesarios para realizar una actividad sin que

⁷⁷ IBV. Instituto de Biomecánica de Valencia. Libro Blanco. I+D+I al servicio de las personas con discapacidad y las personas mayores, 2003. Formato Pdf. Pág. 9, 10 y 48.

⁷⁸ *Ibid.*, p. 17, 24 y 68. Norman, *óp. cit.*, p. 203.

existan barreras para hacerlo. La usabilidad es ante todo esencial para garantizar la salvedad de situaciones de discapacidad o minusvalía, de manera que el aprendizaje y el uso sean intuitivos, pero este aspecto no puede considerarse aislado. Cualquier objeto en realidad representa expectativas de toda índole, y cuando estas se cumplen, el objeto trasciende en la vida y la personalidad del sujeto, para ser tratado con indiferencia, odio o amor.

En general el usuario busca autonomía y comodidad, pero la seducción en su sentido más amplio, es un recurso que sumado a los primeros, ofrece grandes expectativas en el usuario. El objeto, más que un elemento que cumple su función, produce sensaciones de curiosidad, aprecio, orgullo, nostalgia e irritación. La ayuda técnica debe ser un objeto útil para su propietario, pero también debe ser un objeto de deseo, que transmita sensaciones de admiración al poseerlo y mostrarlo al público, y placer al ver sus formas.

Estas ideas no son nuevas, para el diseñador industrial resultan obvias; pero no lo son tanto, cuando se afirma que la estética puede afectar la usabilidad y la utilidad. Esta premisa parte de la psicología y reconsidera el papel de los mecanismos mentales lógico y emocional, en la conducta final adoptada.

La conducta esta entrelazada con los sistemas afectivos y perceptivos. El afecto es una sensación subconsciente, y consiste en la elaboración de juicios positivos o negativos, que exterioriza el estado modificando los músculos del cuerpo y de la cara. La emoción, es una sensación consciente originada en el pensamiento, y es la encargada de darle una causa al afecto, de modificarlo o de exacerbarlo. El pensamiento lógico interpreta y generaliza al mundo, le da sentido. Afecto, emoción, razonamiento y conducta apropiada o inapropiada, están vinculados con el proceso de toma de decisiones de manera, que el afecto ayuda a tomar cursos de acción rápidos, intuitivos, subconscientes, de acuerdo a la información sensorial, liberando al pensamiento consciente para que indague sobre otras cosas a la vez, para controlar las emociones o razonarlas.

“El ser humano es el más emocional de todos los animales”⁷⁹, y es la emoción la que ha modelado el instinto de supervivencia, de manera que los afectos positivos son para aprovecharlos y relajarse, y los negativos, para tensionarse y responder al peligro o al estrés para salvar la vida. La emoción domina al racionamiento en el momento justo, y cambia la operación cognitiva.⁸⁰ Las emociones positivas motivan al aprendizaje, la curiosidad y la creatividad, relajan el cuerpo y abren la

⁷⁹ NORMAN, Donald. El Diseño Emocional. Barcelona: Paidós, 2005, p. 61. ISBN 84-493-1720-0.

⁸⁰ *Ibid.*, p. 42.

mente a nuevas posibilidades o a distractores, mientras que las emociones negativas focalizan la atención, tensionan los músculos, mantienen la concentración en los detalles y cierran la mente a cursos de acción particulares y reiterativos, sin mediar en que sean correctos o erróneos. En efecto, la creatividad para encontrar soluciones y la tolerancia a las dificultades, derivan del ánimo positivo. La pulcritud, los caramelos, la diversión, el humor, la música y la estética, son algunos atributos que pueden lograr afectos amenos; un entorno estresante o un estado de ánimo negativo, requiere mayor concentración y por tanto, la información requerida para ejecutar la tarea debe estar siempre disponible, visible, clara y sin ambigüedad⁸¹, de lo contrario, los problemas del aparato tendrán excesiva importancia y esto provocará mayor contrariedad en el usuario.

Los objetos cotidianos cumplen con todo tipo de condiciones, entre las que se generalizan la estética, la usabilidad o su ausencia, y la utilidad práctica. Estos factores se reflejan en las tres dimensiones que conforman al objeto⁸²; el nivel visceral, que se ocupa de las apariencias, el conductual, que tiene que ver con el placer y la efectividad de uso, y el reflexivo, que procura la causa que tiene el objeto de poseerlo. Estos componentes afectan a su vez al funcionamiento mental, de manera que el nivel visceral y el conductual, provienen del afecto. La cognición y la emoción provienen del nivel reflexivo o contemplativo. Estos niveles compiten entre sí, en el proceso de toma de decisiones; el afecto visceral es controlado por el conductual, y estos a su vez son manipulados por la emoción o por la cognición reflexiva. En los objetos son inherentes el nivel visceral y conductual, pero el reflexivo es un aporte personal y único.

Nivel visceral: Irracional y subconsciente. Predisposiciones genéticas de las sensaciones a las reacciones corporales, que deparan afecto, comida, protección, o por el contrario, perjuicio y malestar. Esta herencia biológica puede ser controlada por la experiencia mediante gustos adquiridos, o por los niveles conductual o reflexivo, intensificando, inhibiendo o cambiando el afecto. En los objetos, es la apariencia la que involucra este nivel, sus formas, colores, olor, sabor, sonido y tacto agradables; causando una primera impresión, determinante para la sensación de placer y el sentido del deseo y de la necesidad.

Nivel conductual: Subconsciente rutinario. Este nivel otorga respuestas motoras de acuerdo a la experiencia previa y a la conducta apropiada, y controla al nivel visceral para modificar un afecto predeterminado. Es susceptible al entrenamiento cultural y al segmento de población. En los objetos, el valor conductual se deriva de una agradable y reiterativa experiencia de uso. Se distinguen cuatro

⁸¹ *Ibid.*, p. 43.

⁸² *Ibid.*, p. 20.

componentes básicos: La función, entendida como las actividades que permite y su finalidad. El rendimiento, que trata de la eficiencia y eficacia en el uso. La usabilidad proporciona la facilidad como el usuario comprende las funciones y el grado de eficiencia que es capaz de conseguir. Y la sensación del uso, otorgada por el control del usuario y su habilidad. Los afectos negativos ocurren con la confusión o la frustración, y los positivos se deben al uso ameno y divertido, con facilidad para conseguir lo que se propone.

Nivel reflexivo: Conciencia lógica y emocional. El pensamiento no accede directamente a la información sensorial ni a las operaciones motoras; lo que hace es contemplar los actos, generar ideas, y aprender de ellas, mientras tales actos se ejecutan. En este nivel reside la imagen propia, exteriorizada por las emociones, el estado de ánimo, y la personalidad; se encuentran también la interpretación, la comprensión, el entendimiento, el razonamiento, los recuerdos y las expectativas al futuro. El placer reflexivo depende del entrenamiento, la formación intelectual y las diferencias individuales, y es más intenso, cuando se retrocede mentalmente al acontecimiento; en el “ahora”, los niveles sensoriales dominan al razonamiento. El nivel reflexivo forma relaciones a largo plazo con el objeto, de agrado, de orgullo o vergüenza, al poseerlo, mostrarlo y usarlo, sin que medie su atractivo o uso; reafirma la identidad del propietario, aporta a la construcción de la personalidad y al convencionalismo cultural.

Algunos objetos se enfocan en un determinado nivel; si es pura apariencia, el objeto es bello, pero carecería del propósito que le da valor. Si es conductual, en el objeto prima el rendimiento, pero carece de diferenciación. Si es reflexivo, el objeto sería demasiado complejo o difícil de adquirir, y su entendimiento sería restringido. La vinculación afectiva del objeto equilibra estas dimensiones y se traduce en el poder de seducción, en la facultad que tiene para sobrepasar la necesidad y convertirla en deseo.

La necesidad se define como lo que hace falta para llevar a cabo una actividad, mientras que el deseo es una petición de lo que se querría para llevarla a cabo. Las necesidades se detectan mediante la observación directa del usuario y sus dificultades, mientras que el deseo está regido por las preferencias individuales, por el valor asignado al objeto y por lo que aporta a la autoimagen y a la aceptación social.

El deseo se ha llevado a los extremos de la moda y la publicidad, haciendo que las tendencias sean efímeras y asociativas; sin embargo, el estilo depende de la finalidad y puede perdurar, si el objeto es fundamental para la vida o el bienestar, presenta un valor de larga duración e ignora los cambios.

El objeto tiene que ser además atractivo, agradable, divertido, eficiente, comprensible, y tener un precio adecuado.⁸³ Sin embargo, aun con estas premisas, un diseño no llegará a agradar a todos; esto depende del público al que va dirigido, de las preferencias del segmento y del individuo.

La seducción⁸⁴ sobrepasa la apariencia o el precio, y crea un fuerte vínculo emocional con el usuario, basado en las experiencias agradables: la atracción que ejerce genera promesas y expectativas, el cumplimiento, hace que estas promesas sean verídicas, y la experiencia, hace que el objeto sea memorable y se afiance con cada uso. El vínculo afectivo es tan fuerte que incluso se elogia al objeto cuando ha hecho las cosas como se esperaban, o se reprende y odia, cuando no ha obedecido o se ha estropeado. La seducción está ligada a la confianza depositada y conquistada con las experiencias positivas anteriores. La confianza deriva de las promesas implícitas, como la fiabilidad, referida a que el objeto funcione una y otra vez, la confiabilidad, que demanda el funcionamiento esperado, y la integridad, que otorga durabilidad y resistencia al objeto.

6.3.1. REQUERIMIENTOS EMOCIONALES.

La ayuda técnica debe ofrecer una experiencia grata de uso, de aprecio estético y de novedad, debe ser una opción viable para la persona discapacitada, que ha resuelto el problema, pero que podrá elegir una alternativa, un objeto exclusivo que aportará a su autoimagen, a la facilidad durante el aseo dental, a la autonomía, al ego y al cuidado personal.

6.3.1.1. DISEÑO VISCERAL. Apariencia formal-estética y trato personal.

- Manejo de afectos positivos.
 - Lugares con temperatura confortable, iluminados, escépticos.
 - Sabores dulces, olores fragantes, limpios o predilectos.
 - Colores saturados para el contraste, y neutral, para la asepsia.

⁸³ Ibid., p. 76.

⁸⁴ Ibid., p. 135.

- Sonidos sencillos y melódicos. Música armoniosa o predilecta.
 - Personas atractivas, que cuiden su apariencia personal. Trato amigable, sonriente, aproximación cordial y respetuosa.
 - Personas conocidas a su lado, algún amigo o familiar, en casa u otro lugar, ayuda a sentirse seguro al momento de una prueba.
 - Grata coherencia formal. Manejo conceptual de los elementos constructivos del diseño, grafismo, control e información. Tal parece que las figuras curvas, las formas simétricas, aristas redondas y elegantes, formas orgánicas suaves y melodías serenas, transmiten sensaciones de sensualidad y sexualidad.
 - Objeto susceptible al cambio de apariencia para acoplarse a las preferencias personales.
 - Sensaciones físicas gratas. El objeto resiste el uso. La textura sentida en la boca o en los pies es agradable.
- Restricción de afectos negativos.
 - Lugares inseguros, sucios, oscuros, muy calurosos o fríos.
 - Objetos que “se vienen encima”, que podrían golpear al usuario.
 - Bordes agudos. Impresión formal de algo que pueda herir.
 - Muchos observadores. Inseguridad y sentido de juicio.
 - Olores, sabores, colores, luces desagradables.
 - Sonidos desagradables. Volumen elevado.
 - Agresión al imponer una acción, dar una orden.
 - La presentación puede dar una imagen de incosteable.

6.3.1.2. DISEÑO CONDUCTUAL. Expresivo-formal y funcionamiento.

- Manejo de afectos positivos.
 - Los componentes y sus controles comunican la función a través de la forma, la distinción y el movimiento, los códigos y las convenciones, haciendo evidente el modo en que funciona.
 - Comprensión de la imagen del sistema, entendiendo las operaciones y el modo de interacción.
 - Experiencia intuitiva adquirida una vez, para recordarla siempre.
 - Facilidad para la detección de carencias, errores o averías, referida a la información percibida y la visibilidad.
 - Respuesta continua e inmediata sobre las operaciones del sistema en beneficio de la comprensión.
 - Retroalimentación de la actividad. El espejo es fundamental para otorgarle a la persona la certeza de que se está cepillando.
 - Corrección de los errores. El usuario tiene el mando, tiene el sentido del control en las actividades.
 - Secuencia de acción. Las posibilidades son reducidas, y se conoce de antemano el efecto de la acción.
 - Funciones forzosas, para el recambio de los elementos agotados, para las instalaciones y el mantenimiento.
 - Sensación física. Placer del control por la experiencia visceral.
 - Sentido de diversión. La interacción resulta amena, novedosa, interesante y divertida.

- Restricción de afectos negativos.
 - Secuencia de acción arbitraria. Exigir a la memoria del usuario, el recuerdo de las acciones que realizara una y otra vez.
 - Información oculta, funcionamiento misterioso, daños repentinos.

- Tamaño intrusivo, agresión de la interacción.
- Frustración y enojo por la falta de comprensión, por la complejidad de los pasos a seguir o la causa incorrecta del error o la avería.
- Requerimiento de destrezas físicas especiales, para la adopción de posturas inestables o esfuerzo muscular prolongado.
- Prácticas exhaustivas y entrenamiento prolongado para llegar a comprender y operar el objeto.

6.3.1.3. DISEÑO REFLEXIVO. Comunicación expresivo-formal y personal.

- Manejo de emociones positivas.
 - El objeto posibilita variedad en la apariencia para acoplarse a la autoimagen del usuario final, a su grupo, edad, sexo, status.
 - Semántica emotiva. La adquisición del objeto tiene una razón social, que hace sentir a la persona considerada, que importa, experiencia positiva y un obsequio en agradecimiento.
 - Atracción singular. El objeto es único, exclusivo, un logro, una rareza, que comunica la importancia de la propia persona.
 - Placer y orgullo de posesión. El objeto tiene una historia, una explicación, y es grato contársela al que visite el hogar.
 - El objeto no tiene algunos atributos deseables, pero puede pasarse por alto estas deficiencias.
 - Imagen de marca. El logo DENTO tiene un tratamiento formal que refleja ánimo, diversión, la promesa de que una experiencia rutinaria y difícil será extraordinaria.
 - Seducción y confianza. El sistema, su apariencia, su rendimiento y la experiencia amena o divertida, harán que se gane el aprecio del usuario con cada uso. La comprensión de la información es veraz, rápida y divertida.
 - Servicio al cliente. Trato amigable y aprecio por las preferencias individuales, por la adaptación singular que cada caso requiere, por las características del contexto real de uso.

- Restricción de emociones negativas.
 - El objeto necesita que la atención del usuario se focalice, que la concentración sea una constante para el manejo.
 - La cacofonía en el tratamiento de las señales auditivas aturde y confunde la comprensión del usuario.
 - No se confía en el artefacto, se maneja con cuidado para que no llegue a averiarse.
 - El objeto es demasiado complejo para que una persona con un bajo nivel educativo lo comprenda.
 - El objeto se percibe como lento, tedioso y aburrido.
 - El trato con las personas es impersonal, indiferente de sus preferencias, necesidades, problemas y contexto específico.

6.4. FUNCIONES ANATOMO-FISIOLÓGICAS

El evento del cepillado, como cualquier otra acción humana, involucra el control neuromuscular consciente o subconsciente, sobre la información que se capta del entorno, que hace adoptar para cada actividad, una postura corporal apropiada. La postura es el equilibrio logrado como resultado de las fuerzas dinámicas que desestabilizan el cuerpo, y de las sinergias producidas por las articulaciones y los músculos para que el centro de gravedad del cuerpo se proyecte sobre el área de sustentación limitada por la separación de los pies.

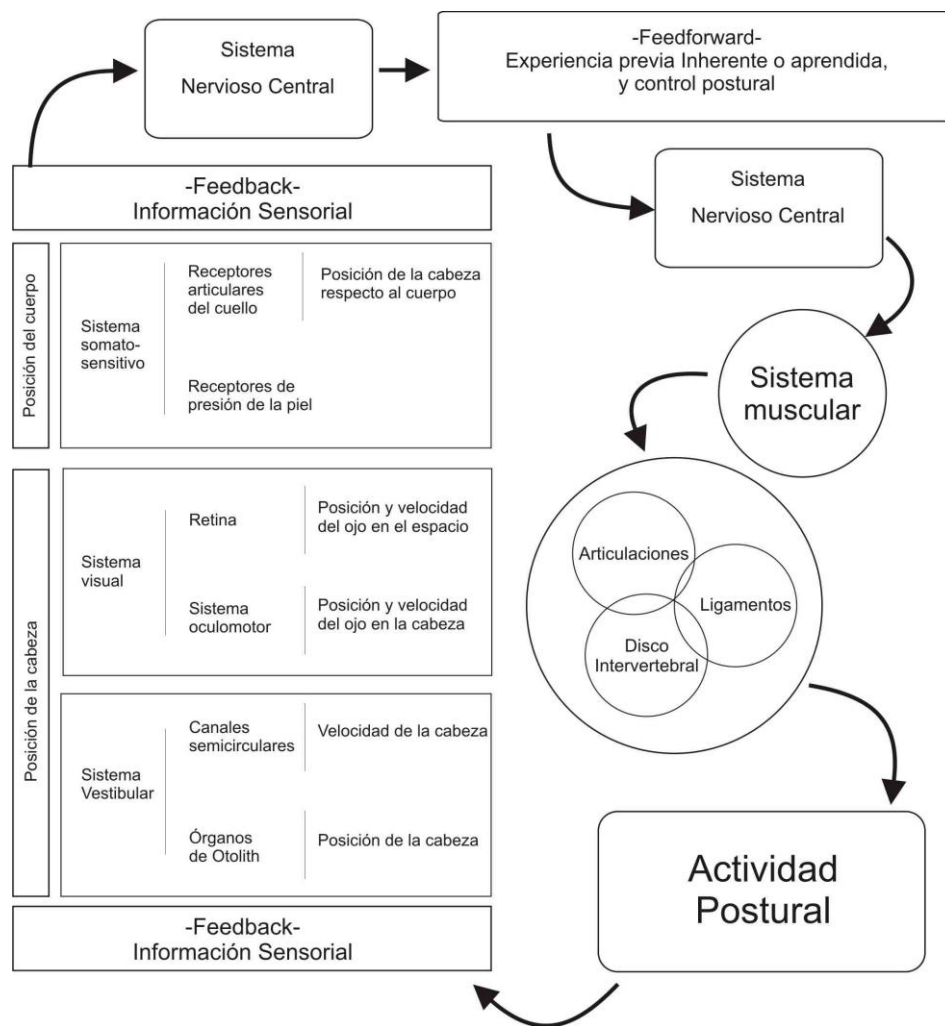
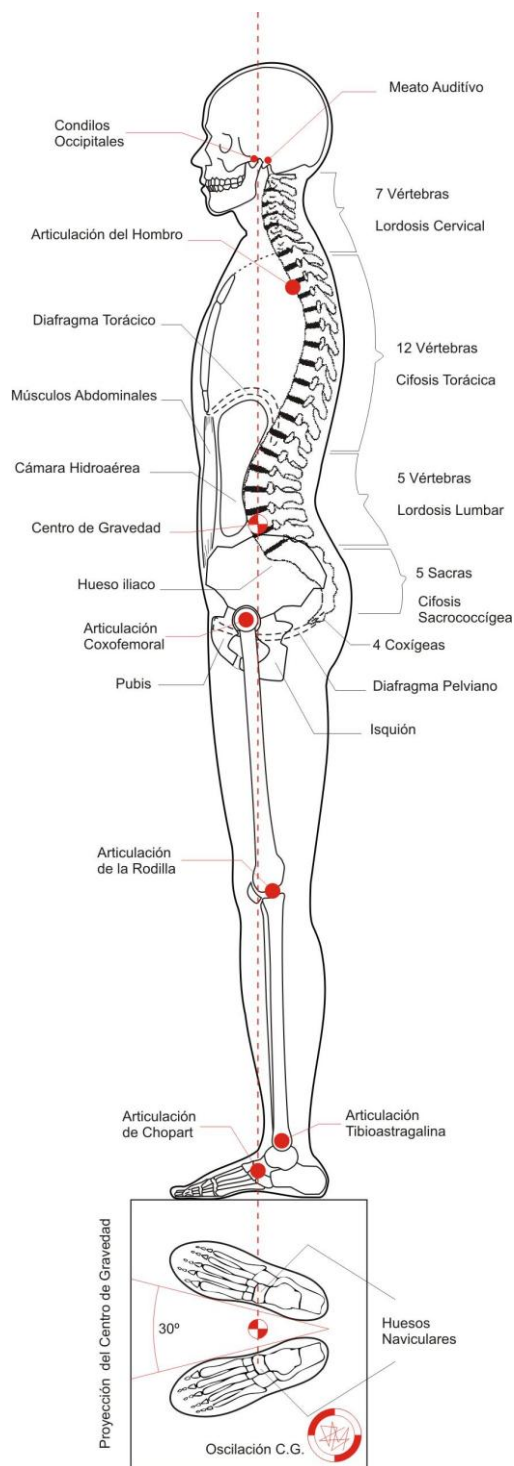


Figura 58. Ciclo Postural y aspectos intervinientes.⁸⁵

⁸⁵ EVERETT, Toni. Human Movement. An introductory text. Ed Churchill Livingstone. 2001. Pág. 233. CAILLIET, René. Anatomía Funcional, Biomecánica. Madrid: Marbán, 2006, p. 2. Información extraída y modificada. Imagen de los Autores.



No existe una definición apropiada de la postura “normal”, esto depende de la condición física de la persona, su edad, su constitución y sexo.⁸⁶ Sin embargo, con la indagación se comprueba que existe en efecto una diferencia postural significativa de los discapacitados y la persona común en el evento del cepillado.

Es improbable asegurar que las posturas adoptadas acarreen traumas musculoesqueléticos a largo plazo, debido al corto tiempo diario de la actividad y a la carga manipulada; quizá es más lógico inferir que el discomfort ocasionado por la interacción y las posturas adoptadas para facilitar el alcance, mellen negativamente sobre la eficacia del cepillado y de las demás actividades.

La bipedestación es la postura que la mayoría de las personas adopta para el evento del cepillado. El mantenimiento de la postura erguida depende del área de sustentación, el uso de uno o dos pies, de la visión en la actividad y de la flexión de la columna; estos factores alteran la posición del centro de gravedad y exigen más compensación.

Figura 59. Bipedestación.⁸⁷ La trayectoria del eje del centro de gravedad en la postura “normal” pasa por puntos anatómicos de referencia marcados en rojo. El centro de gravedad (CG) se encuentra frente a L4, y su proyección oscila por la acción dinámica sinérgica, en respuesta a los cambios del entorno; por esto nunca se consideraría estática cualquier postura.

⁸⁶ MILLARES, Rodrigo. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson S.A., p. 297.

⁸⁷ *Ibíd.*, información modificada e Imagen producida por los autores.

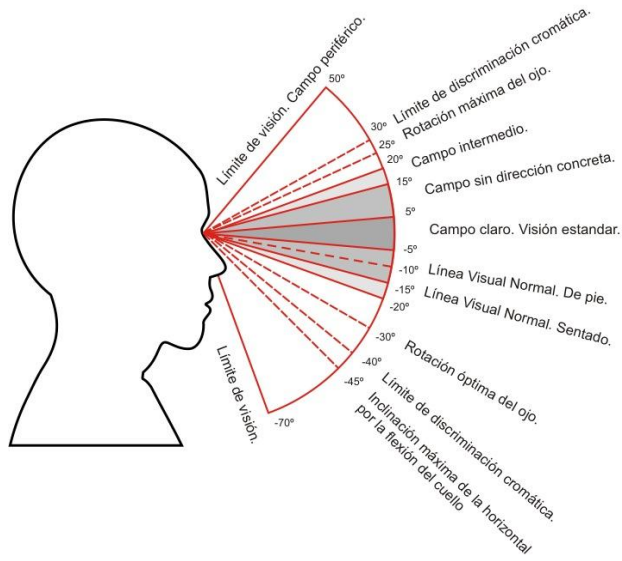


Figura 60. Vista lateral del campo visual.⁸⁸

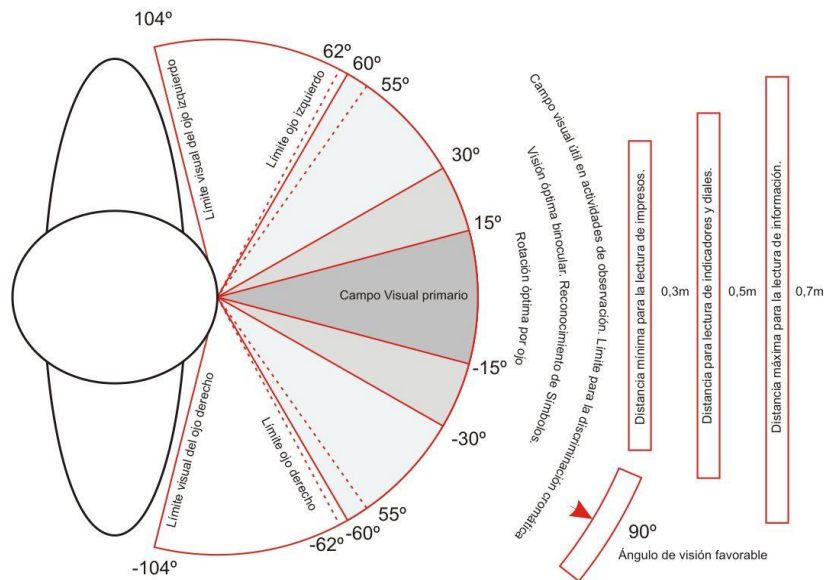


Figura 61. Vista superior del campo visual y distancias para paneles.⁸⁹

La determinación del campo visual permite a la persona situarse en el espacio, de manera que obtenga información de su entorno y pueda tomar decisiones sobre la mejor manera de actuar.

⁸⁸ PANERO, Julius. Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. Barcelona: Gustavo Gili, 1983. Sección 9.1. Conceptos Básicos. Imagen modificada por los autores.

⁸⁹ *Ibid.*, imagen modificada por los autores.

Las bases de sustentación del peso corporal son el anillo pélvico y los pies. Cuando existen alteraciones en la visión, las sinergias actúan para distribuir mayores fuerzas compresivas en áreas de contacto menores.⁹⁰ La postura adoptada para el evento del aseo dental es orquestada por músculos, ligamentos, articulaciones y huesos, especializados en contrarrestar el efecto de la gravedad para mantener el cuerpo equilibrado. Las estructuras encargadas de ello son la columna, la pelvis, y las extremidades inferiores; aunque, para el análisis no se puede olvidar el trabajo que realiza en particular el maxilar inferior.

6.4.1. LA COLUMNA VERTEBRAL.

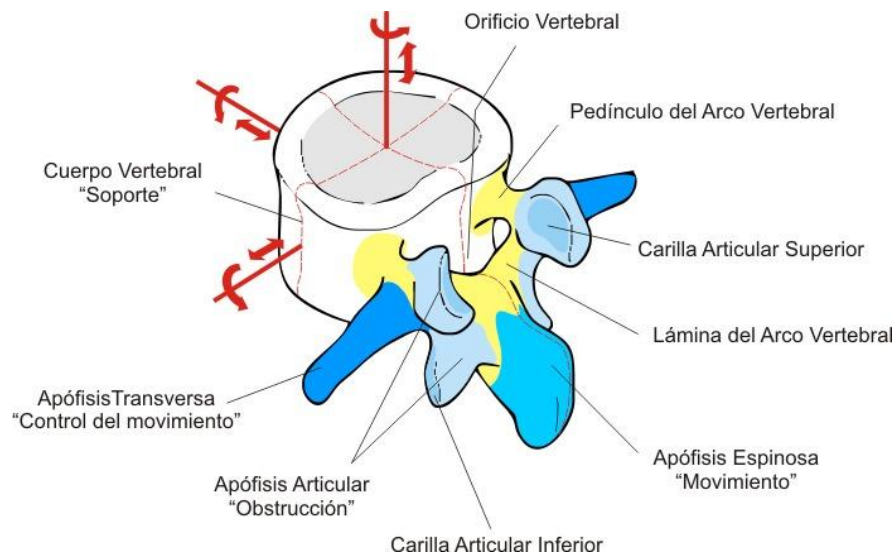


Figura 62. Vértebra lumbar.⁹¹ Las comillas indican la función de la parte señalada.

La columna es un sistema dinámico compuesto por 33 vertebras rígidas de hueso esponjoso, y por elementos elásticos que permiten su movimiento; los ligamentos, músculos y discos intervertebrales. La columna se encarga de proteger y canalizar el flujo nervioso, además de distribuir el peso del cuerpo hacia la pelvis, economizando esta energía con la adopción de las curvas naturales cifosis y lordosis, tendencia adquirida durante la evolución de la bipedestación. La columna se mantiene y sujeta gracias a la intervención de los músculos del tronco, el abdomen, la pelvis y las extremidades inferiores; y a la acción de la cámara hidroaérea, si se requiere presión interna para tareas de gran demanda física.

⁹⁰ HERNÁNDEZ, Norberto. Morfología Funcional Deportiva. La Habana: Científico-técnica, 1987, p. 61.

⁹¹ EVERETT, Toni. Human Movement. An introductory text. Ed Churchill Livingstone. 2001, p. 219. Imagen extraída y modificada por los autores.

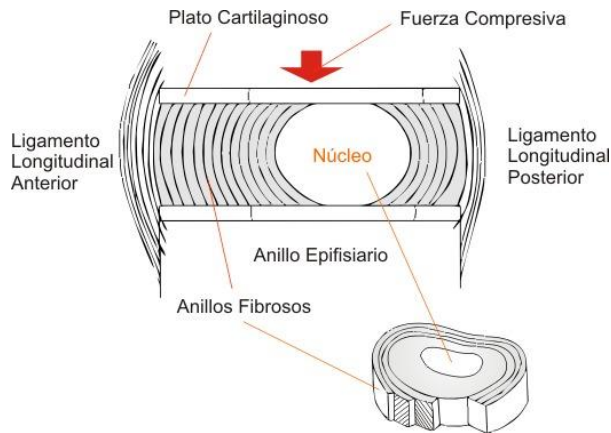


Figura 63. Disco Intervertebral.⁹²

Articulación intersomática que separa las unidades vertebrales, salvo por el Atlas y el Axis. Está constituido por un núcleo pulposo cartilaginoso, rodeado por capas alternadas llamadas anillos fibrosos. El disco intervertebral amortigua las cargas de la columna y mantiene tensos los anillos fibrosos con la presión ejercida por el desplazamiento del núcleo.

El cuerpo vertebral constituye la primera línea de defensa contra la fuerza de la gravedad. Estos cuerpos, unidos a los discos intervertebrales por los ligamentos longitudinales, conforman el Pilar Anterior de la columna, encargado de transmitir los esfuerzos en las zonas de curvatura lórdica. En la cifosis torácica, este trabajo lo realiza el Pilar Posterior de la columna, conformado por la unión de la apófisis articular superior de una vértebra, con la inferior de la siguiente; esta articulación sinovial gira respecto a las carillas articulares, cada una de las cuales está rodeada por una cápsula fibrosa, y esta a su vez, por el ligamento amarillo, como protección ante la flexión e hiperextensión.

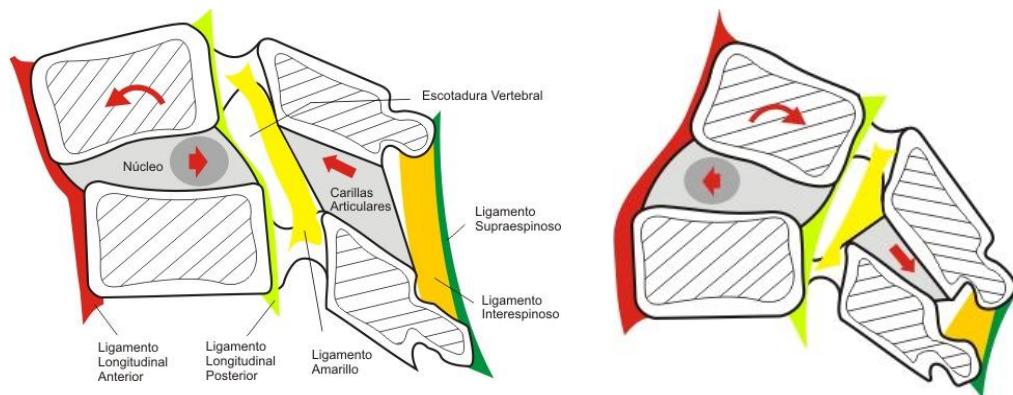


Figura 64. Flexión y extensión.⁹³ Los movimientos de la columna vertebral presentan limitaciones mecánicas en su trayecto. El disco intervertebral y las carillas articulares se deforman, y los ligamentos compensan o soportan el movimiento, tensionándose o relajándose. Este modelo representa la situación cervical, análoga a las demás vertebrales, salvo para C1 y C2.

⁹² *Ibíd.*, p. 207 y 208.

⁹³ CAILLIET, René. Anatomía Funcional, Biomecánica. Madrid: Marbán, 2006, p.102 y104. Información extraída y modificada. Imagen de los Autores.

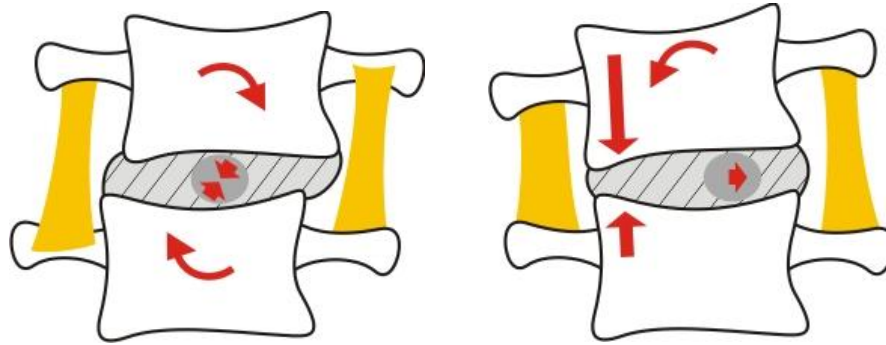


Figura 65. Rotación y Flexión lateral.⁹⁴ Durante la rotación las fibras se elongan por efecto de torsión, y las carillas articulares se deforman hasta que las apófisis articulares chocan. En la flexión lateral, los anillos fibrosos se tensan o relajan, al igual que el ligamento intertransverso.

La unidad vertebral presenta grados de libertad de movimiento en los planos espaciales; esta amplitud es limitada y cada articulación posee poca movilidad. La suma de todos los grados conseguidos por las partes es la que confiere a la columna su “elasticidad”. Como son las articulaciones interapofisiarias las encargadas de la obstrucción, es su orientación la responsable de la libertad que poseen los sectores de la columna.

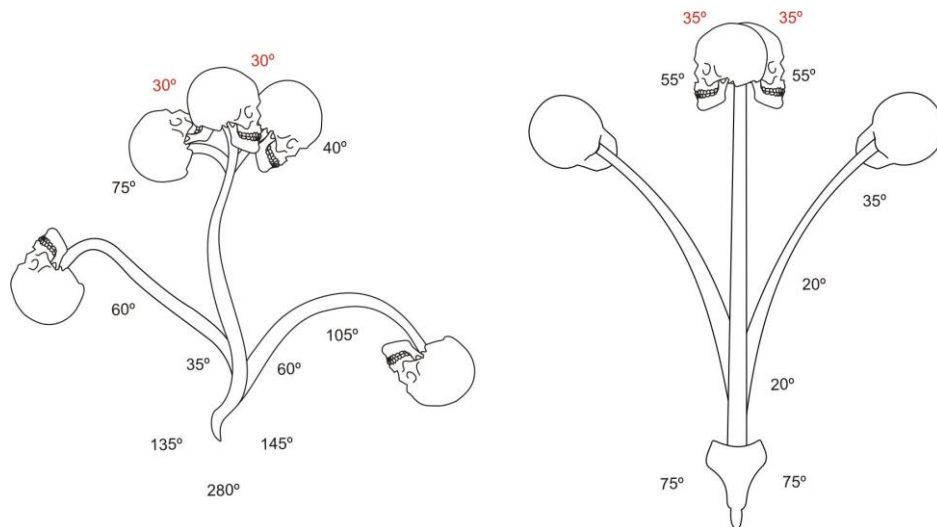


Figura 66. Movilidad de la columna en sentido anteroposterior y lateral.⁹⁵ Se incluye además la rotación de la cabeza en la figura. Los números negros son los límites del movimiento, excepto en la zona sacro-coxígea, que describen el ángulo de inclinación. Los números marcados en rojo, representan los grados de movilidad cómoda del cuello.

⁹⁴ CAILLIET, op. cit., p. 208 y 216. Imagen modificada por los autores.

⁹⁵ MILLARES, Rodrigo. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson S.A., p.183. Imagen modificada por los autores.

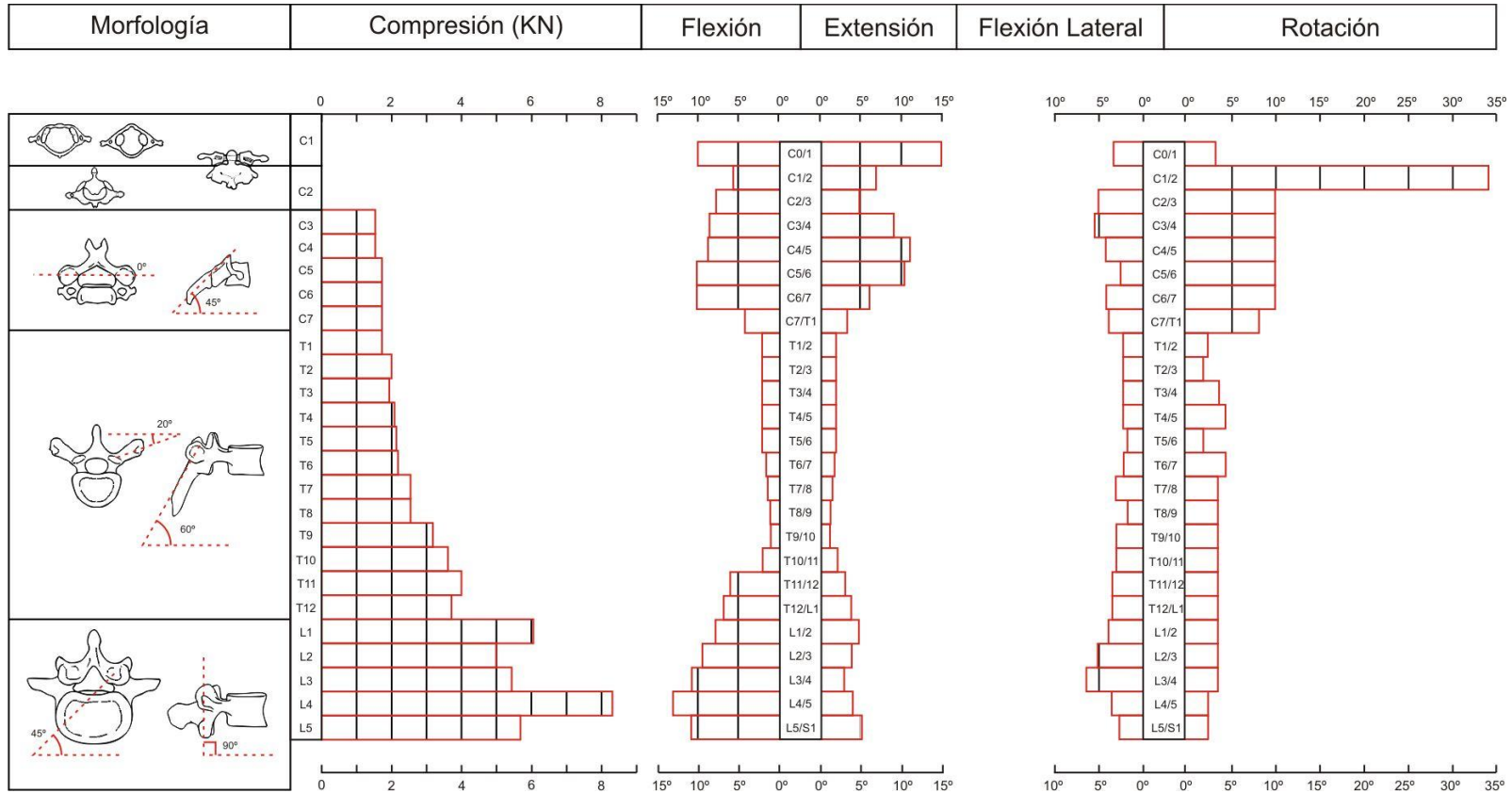


Tabla 37. Descripción detallada de las prestaciones de cada vértebra. En el cuadro “Morfología”, los ángulos resaltados son los de las articulaciones interapofisiarias. Se ve que el ángulo más elevado es el torácico, hecho que repercute en la disminución de la flexo-extensión. Las vértebras Lumbares, L4 especialmente, soportan grandes compresiones en condiciones de bipedestación normal, sin carga. La flexión lateral y la rotación son bastante limitadas, salvo para el Axis⁹⁶

⁹⁶ CRITES, Michael. Et al. Musculoskeletal Disorders in the workplace. Ed. Mosby. 1997. Pág. 271, 273 y 274. Diagrama modificado por los autores.

Zona	Flexión	Extensión	Flexión Lateral	Rotación
	Acción bilateral de		Acción unilateral de	
Torácicas y lumbares	M. recto anterior abdominal	M. iliocostal torácico y lumbar		Mm. Rotadores interespinales
	M. psoas mayor. M. iliaco	M. erector de la espalda dorsal	M. longísimo torácico	M. abdominales. Oblicuo externo en sincronía con el oblicuo interno opuesto.
	M. oblicuo externo e interno	M. dorsal largo	M. oblicuo externo e interno	
			M. cuadrado Lumbar	
		M. Interespinales		
	M. multífido			
Cervicales	M. largo del cuello	M. esplenio de la cabeza	M. iliocostal del cuello	M. multífido
	Mm. escalenos	M. semiespinoso de la cabeza y del cuello	M. longuísimo de la cabeza y del cuello	M. semiespinoso de la cabeza y del cuello
	M. esternocleidomastoideo		M. esplenio de la cabeza y del cuello	M. rotadores
C1 y C2		M. recto posterior mayor y menor de la cabeza	M. esternocleidomastoideo	
	M. largo de la cabeza	M. oblicuo superior de la cabeza	M. oblicuo superior e inferior de la cabeza	M. oblicuo inferior de la cabeza
	M. recto anterior de la cabeza	M. semiespinoso de la cabeza	M. recto lateral de la cabeza	M. recto posterior mayor y menor de la cabeza
		M. trapecio		M. esplenio del cuello
		M. esplenio de la cabeza		
		M. longuísimo de la cabeza		
	Articulación atlanto-occipital			Articulación atlanto-axoidea

Tabla 38. Musculatura responsable del movimiento de la columna⁹⁷. M) músculo. (Mm) multimuscular.

⁹⁷ MOORE, Keith. Anatomía con orientación clínica. Madrid: Panamericana, 3ra edición, 1993, p. 362, 367 y 369. Tabla modificada por los autores.

Los músculos de la columna se dividen en dos grandes grupos. El primero se encarga de estabilizar la columna; estos son los que se insertan en las espinas vertebrales y la zona pélvica, y forman una gran masa en la parte posterior de la columna lumbar, manteniendo la curva lordosis en la postura erecta y ejecutando la extensión, salvo el Dorsal largo, encargado de la coordinación brazo-pierna.

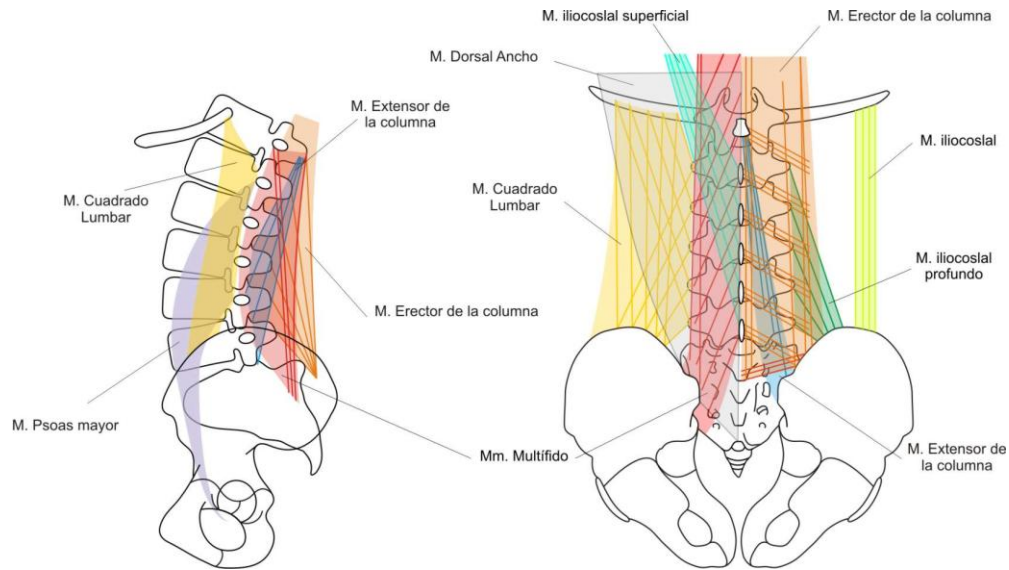
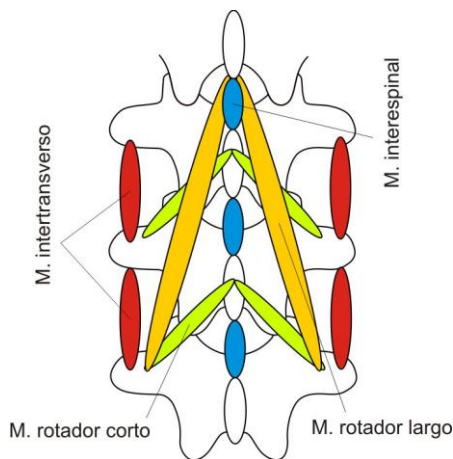


Figura 67. Musculatura lumbar.⁹⁸ (M) músculo, (Mm) multimuscular, vista lateral-posterior.



Las fibras musculares insertadas en las espinas se distraen, soportando la contracción del segundo grupo, encargado del movimiento global del tronco; estos músculos son los abdominales en la parte anterior del cuerpo, en contra de la tensión del primer grupo alojado en la parte posterior, de modo bilateral o unilateral; los músculos espinales profundos protegen las articulaciones interapofisiarias y ayudan a sostener el movimiento.

Figura 68. Musculatura intervertebral.⁹⁹ (M) músculo. Vista posterior.

⁹⁸ CAILLIET, René. Anatomía Funcional, Biomecánica. Madrid: Marbán, 2006, p.49. Modificada por los autores.

⁹⁹ *Ibid.*, p. 52. Imagen modificada por los autores.

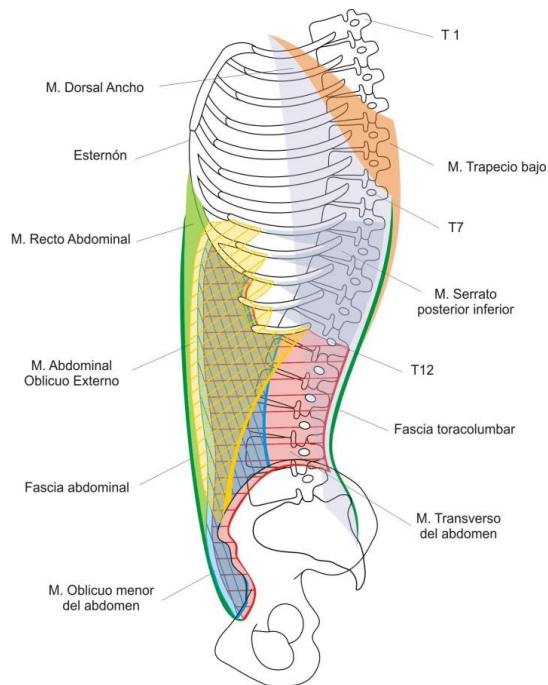


Figura 69. Musculatura abdominal y superficial posterior.¹⁰⁰ (M) músculo. El M. Recto abdominal se encarga de la flexión y lateralización; Los M. Oblicuos abdominales, de la flexión y la rotación.

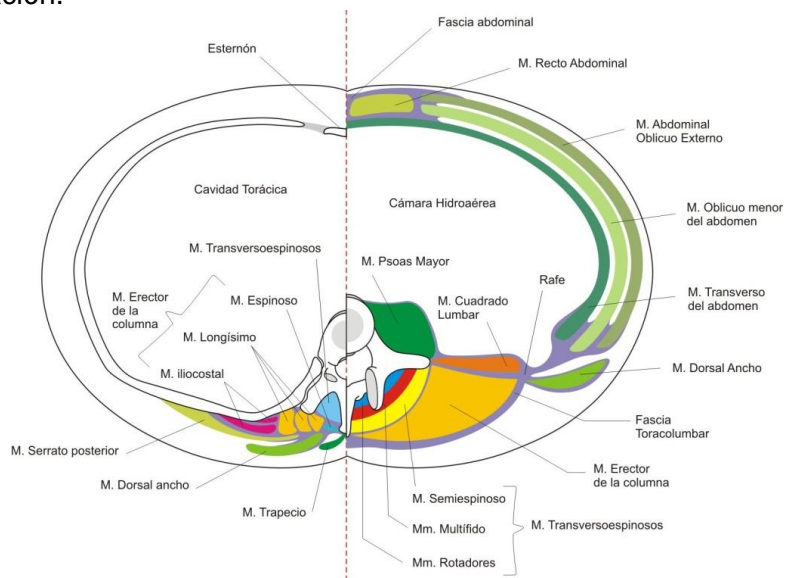


Figura 70. Vista de corte.¹⁰¹ (M) músculo. La parte izquierda corresponde a la zona torácica, y la derecha a la lumbar. La Fascias son conexiones que envuelven en un tejido aponeurótico a los músculos. La zona lumbar demanda mayor cantidad de esfuerzo, de ahí su densidad.

¹⁰⁰ Ibíd., p. 59, 60 y 61. Imagen modificada por los autores.

¹⁰¹ Ibíd., p. 66. Imagen modificada por los autores.

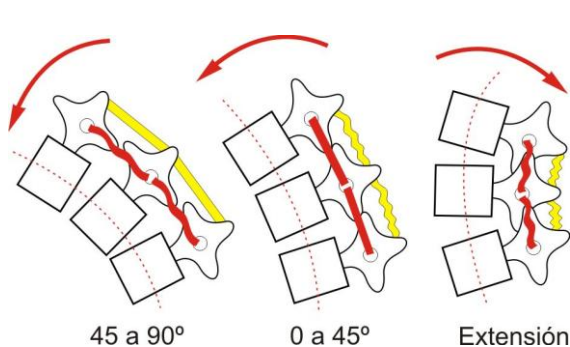


Figura 71. Flexo-extensión lumbar.¹⁰²

Pasada la barrera de los 40° de flexión, los músculos lumbares dejan de actuar y la estabilidad depende de la Fascia toracolumbar. Trascendidos los 45°, los músculos se distraen y la tensión depende de los ligamentos vertebrales. La extensión depende del músculo extensor, del erector y de la tensión del ligamento anterior.

A partir de los 45° de flexión, actúa un sistema de compensación que evita sobrecargar los ligamentos, el llamado ritmo lumbopélvico. De esta manera, los músculos isquiotibiales, ubicados en la parte posterior del muslo, actúan en contraposición cuando el sistema se apoya en la rotación de la articulación coxofemoral. La postura erecta es producto del tono muscular de los músculos en su posición neutral, en la que existe un mayor equilibrio estático de las reacciones internas. Para volver a esta postura tras la flexión, la participación de los glúteos disminuye el esfuerzo del músculo erector de la columna. Durante la extensión, el ritmo lumbopélvico compensa a los ligamentos anteriores de la columna con la acción de los músculos psoas, cuadrado lumbar e iliocostales.

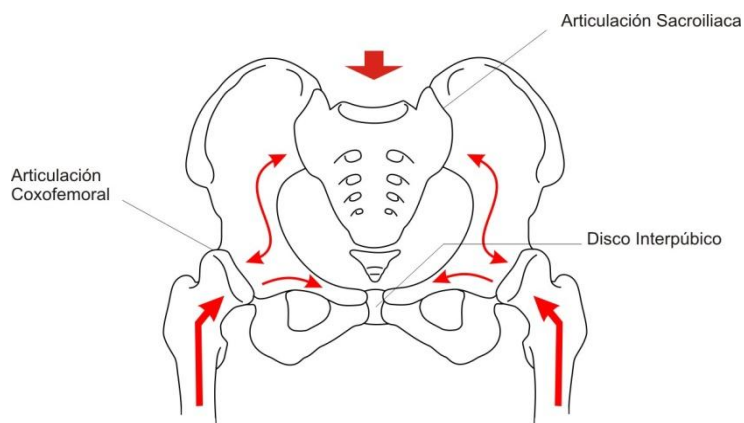


Figura 72. Anillo pélvico.¹⁰³ Las fuerzas provenientes de la columna se reparten bilateralmente.

La pelvis se comporta como un anillo, repartiendo las fuerzas equitativamente; cuando la postura es inestable, la articulación coxofemoral es sometida a mayor compresión unilateral, y el disco interpúbico se deforma por la fuerza cortante.

¹⁰² *Ibíd.*, p. 53. Imagen modificada por los autores.

¹⁰³ EVERETT, Toni. *Human Movement. An introductory text.* Ed Churchill Livingstone. 2001, p. 221. Imagen extraída y modificada por los autores.

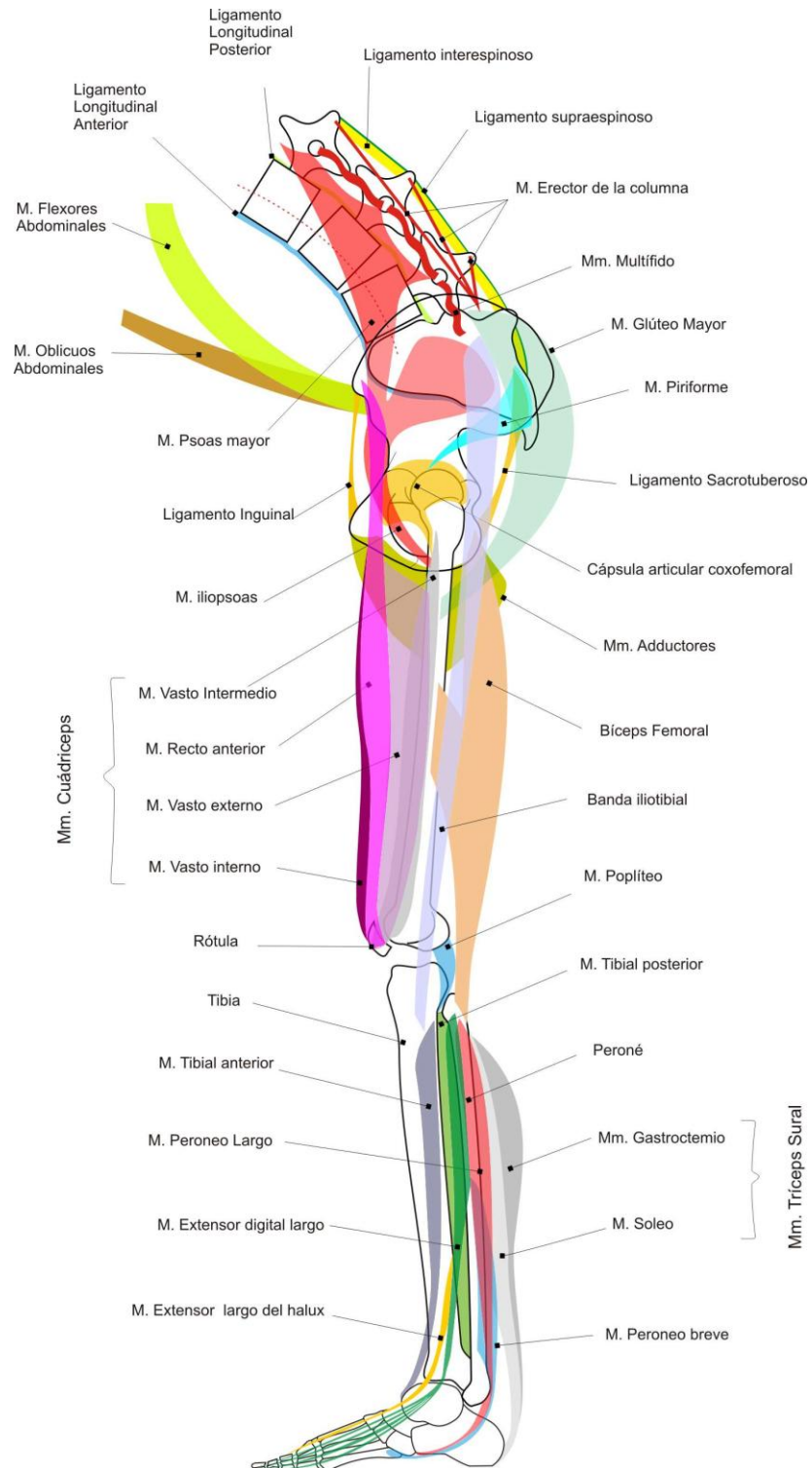


Figura 73. Flexión en bipedestación.¹⁰⁴ (M) músculo. (Mm) multimuscular.

¹⁰⁴ CAILLIET, óp. cit., p. 238. Imagen modificada por los autores.

Para el mantenimiento de la postura erecta bastaría con la intervención de los músculos del tobillo. Este grupo estabiliza la postura y logra que los músculos tibiales, peroneos, flexores y extensores del pie, se tensionen al entrar en contacto con el piso, evitando el aplastamiento de la bóveda plantar.

Para situaciones de mayor desequilibrio se necesita de la rodilla y el muslo. El cuádriceps, los músculos isquiotibiales, (en mayor medida el bíceps femoral) y el tríceps sural actúan en conjunto manteniendo rígida la rodilla, para que la pierna actúe como una columna. Durante la flexo-extensión, el centro de gravedad se mueve, obligando a los anteriores músculos a extender o flexionar la rodilla. Para compensar los movimientos de rotación, actúan los ligamentos que rodean la rodilla y el músculo poplíteo. Para la flexión lateral, actúan desde la parte interna, los músculos sartorio, grácil, y semitendinoso; y en la parte externa, por la banda iliotibial, la Fascia lata y el bíceps femoral.

Transcurridos 45° de flexión de la zona lumbar, todo el movimiento recae sobre la pelvis, sus articulaciones, y la tensión de los músculos posteriores isquiotibiales e iliofemorales. Cuando el centro de gravedad se aleja de su posición relativa, los glúteos y los ligamentos pélvicos se tensionan y preparan para la retroversión. Sucede de igual manera con los brazos, que ayudan a equilibrar el sistema apoyado en la articulación coxofemoral, de manera que su movimiento genera fuerzas contrarias que compensan el trabajo de los músculos de la pelvis.

6.4.2. MOVIMIENTO CERVICAL.

La cabeza, su posición relativa y soporte, modifican la actitud postural de la situación concreta. El peso del cráneo se apoya en los cóndilos occipitales, sobre el Atlas; cuando el eje de gravedad se proyecta en esta parte, la curvatura lórdica cervical se mantiene, y los músculos posteriores del cuello, logran equilibrar la fuerza del peso. Cuando se flexiona o extiende la cabeza, los músculos del cuello se contraen o distraen, y ejecutan un esfuerzo mayor que el necesario para mantener la postura.

La columna cervical la componen siete segmentos; los dos primeros, C1 y C2, no presentan cuerpo vertebral ni discos pulposos, características propias de las vertebrae a partir de C3. El Atlas y el Axis están formados por arcos, unidos a cuerpos articulares superiores e inferiores; el atlas se conecta con el cráneo, y giran ambos alrededor del pivote que sobresale del arco anterior del axis.

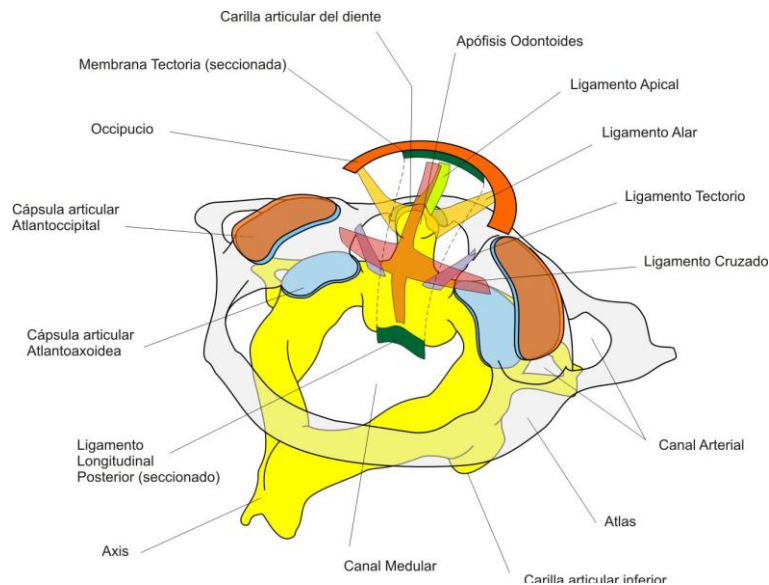


Figura 74. Atlas y Axis.¹⁰⁵ En la imagen, el Atlas presenta es trasparente de coloración azul, y el axis, es sólido, de color amarillo. Las zonas que presentan un rojo intenso representan los puntos de contacto del cráneo: las carillas articulares, o cóndilos occipitales, y le occipucio, parte anterior del agujero magno. El ligamento longitudinal posterior se convierte en la membrana Tectoria.

El movimiento de los cóndilos occipitales, el Atlas y el Axis, (zona denominada como complejo cervical superior) es limitado por las capsulas articulares y por los ligamentos. Estos últimos protegen la médula espinal y se tensionan contraponiéndose al movimiento. El ligamento cruzado mantiene al diente del Axis en su lugar, y evita el deslizamiento anterior y posterior. Los ligamentos alar y apical, limitan la rotación y el movimiento lateral, al igual que el ligamento Tectorio o accesorio. El ligamento longitudinal posterior, al igual que el ligamento amarillo, protege a la médula, pero el primero se encarga de soportar la flexión del cuello. El ligamento nucal es el equivalente al interespinoso en esta zona, y asciende sobre este, desde T1 hasta la protuberancia occipital en el cráneo.

El rango de movimientos de la cabeza no estaría completo sin considerar al complejo cervical posterior, de C3 a C7. Estas vértebras cumplen funciones parecidas a las de la zona Lumbar, salvo por sus diferencias morfológicas; estas unidades presentan una desviación anterior del núcleo pulposo del disco intervertebral. Tienen además carillas articulares adicionales en el cuerpo vertebral; en la parte posterior lateral, para la unión con las costillas, y en la apófisis superior, donde está el plato cartilaginosa, dos protuberancias posteriores que aportan al soporte del peso de la cabeza, llamadas articulaciones

¹⁰⁵ Imagen producida por los autores.

uncovertebrales, las cuales además, protegen al núcleo de herniaciones y ayudan a la flexión, lateralización, y rotación faltante del cuello.

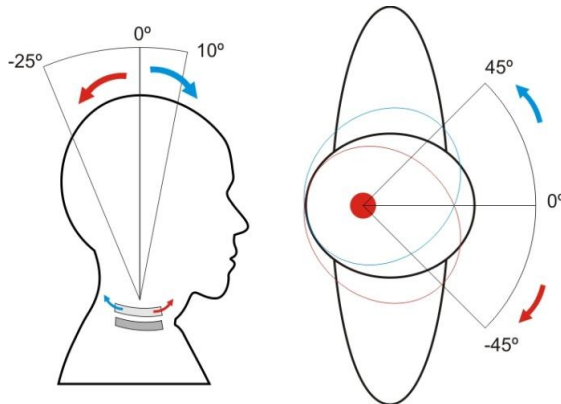


Figura 75. Movimientos del complejo cervical superior.¹⁰⁶

Los primeros grados de la flexión-extensión de la cabeza los produce el deslizamiento de la articulación atlantooccipital. La rotación de la cabeza en cambio es resultado del giro de la apófisis odontoides en la carilla del atlas, que arrastra consigo al cráneo, con la oposición de la articulación atlantoaxoidea y los ligamentos.

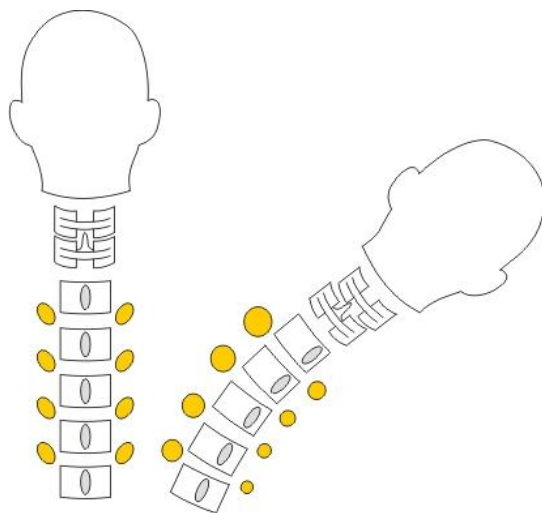


Figura 76. Movimiento lateral del cuello.¹⁰⁷

Vista posterior. Las formas en amarillo, representan la escotadura vertebral, o llamada también, agujero de conjunción; las formas grises representan las apófisis espinosas, evidenciando la rotación vertebral durante la flexión lateral; este movimiento se denomina rotación ipsilateral. En la imagen se aprecia también como el diente del axis presenta una rotación forzada, hacia la dirección opuesta a la lateralización, lo cual dificulta la rotación voluntaria manteniendo la postura.

La movilidad cervical está limitada por la acción de las carillas articulares y el trabajo de los ligamentos (ver figura 9); sin embargo, mantener la postura final depende de la presión mecánica ejercida sobre el canal medular y las raíces nerviosas que salen por la escotadura vertebral, lo que es en realidad doloroso después de un tiempo prolongado.

¹⁰⁶ CAILLIET, óp. cit., p. 88 y 90. Imagen modificada por los autores.

¹⁰⁷ Ibíd., p. 101. Imagen modificada por los autores.

Durante la flexión, el canal medular se estira, haciendo que las raíces nerviosas se tensen, y entren en contacto con el pedículo vertebral, debido al aumento de la escotadura vertebral; en la extensión ocurre lo contrario, el canal medular se contrae y se encuentra distenso, al igual que las raíces nerviosas, las cuales pasan por una escotadura vertebral que se ha estrechado. Durante la lateralización del cuello, ocurren ambos fenómenos, pues en la parte cóncava, los agujeros de conjunción se estrechan, y en la parte convexa, aumentan su espacio. La rotación del cuello es mínima, e igual las variaciones de la escotadura. Los riesgos de lesión por rotación son más frecuentes en la zona lumbar.

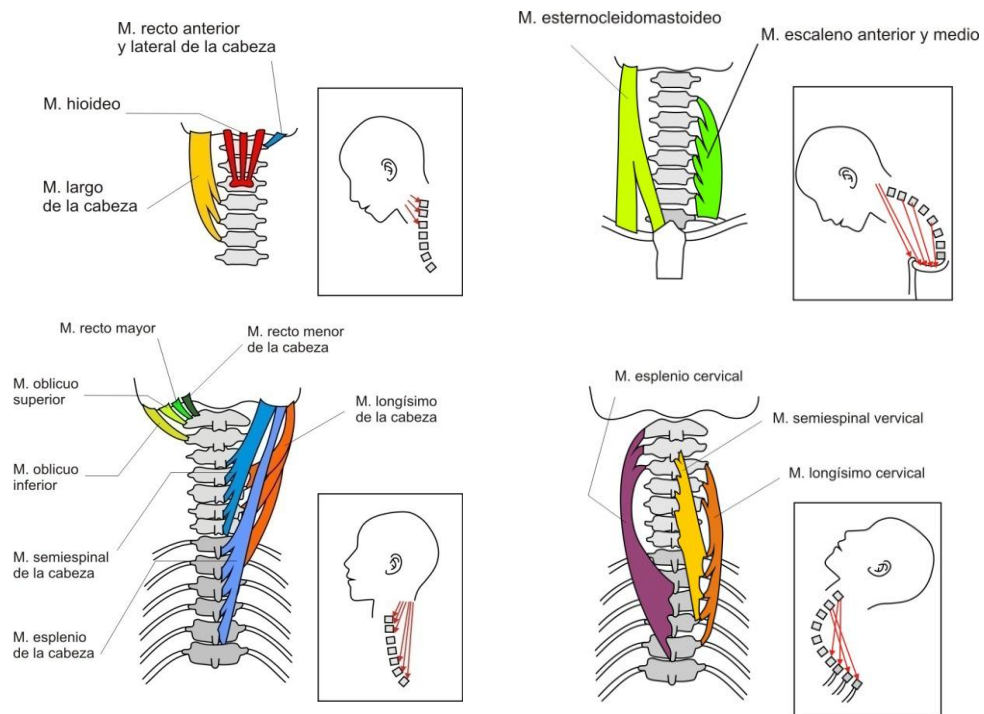


Figura 77. Movimientos capitales y cervicales.¹⁰⁸ (M) músculo. En la imagen de la izquierda, postura neutral y extendida de los movimientos capitales; a la derecha, la flexión y extensión propia de los movimientos cervicales.

La intervención en los movimientos del cuello por parte de los músculos es especializada. Las figuras 22 y 23 destacan los principales músculos que ejecutan la actividad. De la flexión, se ocupan los músculos insertados anteriormente, de la extensión, los posteriores; en el evento de la rotación y la lateralización, participan todos estos músculos, de manera unilateral, con la contracción o distracción

¹⁰⁸ *Ibíd.*, p. 106. Imagen modificada por los autores.

específica. Los músculos del complejo cervical superior, se ocupan de los movimientos capitales sobre la articulación atlantoaxoidea. Los músculos del complejo cervical inferior controlan la flexión o extensión intervertebral. De esta manera, cuando uno de estos grupos participa y se contrae, el otro grupo se distensa, mientras los músculos intervertebrales estabilizan al conjunto. Como es de suponer, mantener las posturas del complejo cervical inferior es mucho más difícil, debido a la variación de la escotadura vertebral, por donde pasan las raíces nerviosas.

6.4.3. ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.

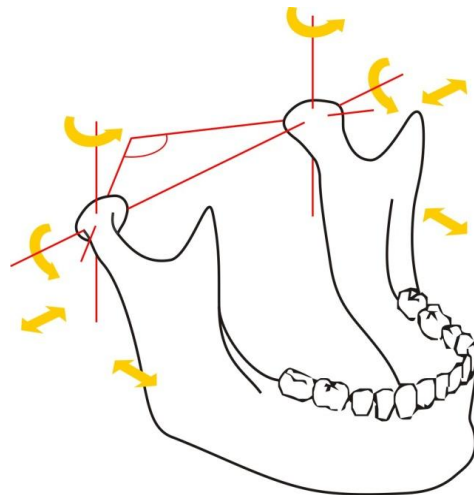


Figura 78. Ejes de movimiento en los cóndilos maxilares.¹⁰⁹

El sistema masticatorio está compuesto por los dientes, el tejido periodontal que une a los dientes con el hueso, las mucosas orales, los maxilares, las articulaciones temporomandibulares, la musculatura oral y masticatoria, las glándulas salivares, vasos y nervios. Este sistema es el encargado de la masticación, la deglución, la articulación de palabras, la expresión facial, el gusto y la respiración. La articulación temporomandibular (ATM), de tipo sinovial, se encarga de la relación entre el cráneo y el maxilar inferior. La conforman la cavidad glenoidea y la protuberancia maxilar llamada cóndilo, separadas por un disco articular bicóncavo y ovalado, que rodea los polos interno y externo del cóndilo. Este disco, rodeado por una capsula articular fibrosa, permite un movimiento lubricado y adaptable, para el desplazamiento de la mandíbula, y la resistencia amortiguada a la presión de la mordida.

¹⁰⁹ MILLARES, Rodrigo. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson S.A., p.283. Imagen modificada por los autores.

El movimiento de la ATM depende del eje imaginario sobre el que rota el cóndilo; el eje condíleo pasa por los polos y se cruza en el occipucio, formando 130° . El eje tipo bisagra que atraviesa ambos cóndilos, permite la apertura y cierre. El eje vertical de cada cóndilo, desplazamientos antero-posteriores. Estos dos últimos son ejes variables, y dependen de la rotación de los cóndilos.

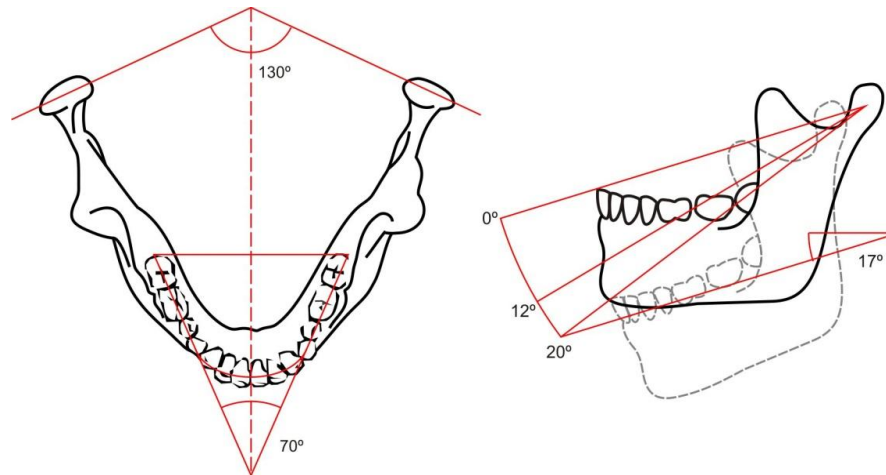


Figura 79. Vista superior y lateral de la mandíbula. El eje condíleo es una proyección que une a las protuberancias, las cuales giran sobre este. La apertura de la mandíbula comprende entre los 12 y 20° , con una protrusión anterior permitida por la deformación de la cápsula articular, con un eje neutral proyectado desde el cóndilo hasta la punta del incisivo, recorriendo un arco de 25 mm, con un máximo de 40 a 70 mm. La imagen muestra también los ángulos de cepillado en una apertura habitual, de 17° respecto a la horizontal, de los dientes inferiores, y de 35° de desviación lateral. Los dientes frontales siguen una trayectoria arqueada, siendo el cepillo tangente.¹¹⁰

La estabilización de la ATM es responsabilidad de la cápsula articular; pero existen otras estructuras que limitan su movimiento y protegen esta articulación. Los ligamentos se distinguen en capsulares y externos, Los primeros están dentro de la cápsula articular; son los ligamentos interno y externo, ubicados en la parte lateral y inferior del cóndilo. Los demás son los ligamentos estilomandibular, esfenomandibular, y el pterigomandibular, responsables de la suspensión de la mandíbula y el límite de su apertura.

Los movimientos de la mandíbula son de tres tipos: el movimiento sagital es el que realiza el cóndilo para abrir y cerrar la mandíbula (oclusión), para protruirlo (de 7 a 10 mm) o retraerlo (de 0 a 2 mm). El movimiento lateral se realiza sobre el eje vertical, de manera que mientras un cóndilo se protruye, el otro se retrae y balancea el movimiento, con un desplazamiento de 10 a 15 mm.

¹¹⁰ Ibíd., p. 284 y 288. Imagen modificada por los autores.

El movimiento masticatorio relaciona a los anteriores, con la premisa de hacer que los dientes entren en contacto para triturar la comida; esta oclusión es poco frecuente, de 10 minutos al día aproximadamente.

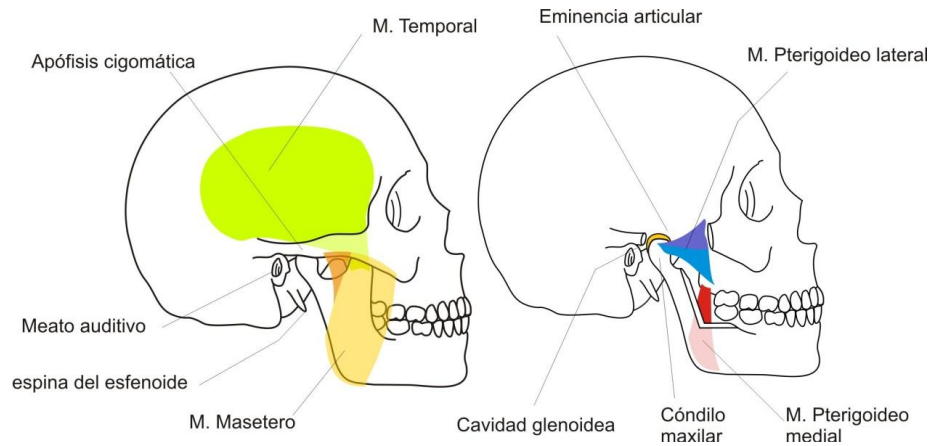


Figura 80. Principales músculos de la ATM.¹¹¹

La musculatura del ATM refuerza la estabilización de la mandíbula y permite su movimiento. Estos se dividen en dos grupos; los elevadores, que corresponden a los músculos masetero, temporal y pterigoideo medial, y los depresores, el pterigoideo lateral. Este último músculo, junto con el masetero, poseen dos cabezas, que confieren estabilidad articular durante el movimiento. Los músculos pterigoideos son los únicos que pueden moverse de forma alternada; cuando su acción es bilateral, ayudan a la protrusión de la mandíbula, mientras que al actuar de manera unilateral, realizan los movimientos laterales de trituración y masticación.

Movimientos	Depresión	Elevación	Protrusión	Retrusión	Lateralización
Músculos	Pterigoideo lateral				
	Hioideo	Masetero			
		Pterigoideo medial			
		Temporal			

Tabla 39. Movimientos del ATM y músculos involucrados.¹¹²

¹¹¹ MOORE, Keith. Anatomía con orientación clínica. Madrid: Panamericana, 3ra edición, 1993, p. 762. Imagen modificada por los autores.

¹¹² *Ibíd.*, p. 761. Tabla modificada por los autores.

6.4.4. ANATOMÍA DE LA BOCA.

La boca está situada en la parte inferior de la cara, entre las fosas nasales y la región supra-hioidea. Es oval, con su eje mayor en sentido antero-posterior, dividida por los arcos alveolo-dentarios en dos porciones (el vestíbulo bucal por delante de los arcos y la boca propiamente dicha por detrás) que se comunica por los espacios Inter.-dentarios y retro-dentarios. Su diámetro transversal es de 50 a 65 mm en abertura, y el antero-posterior, de 70 a 75 mm.

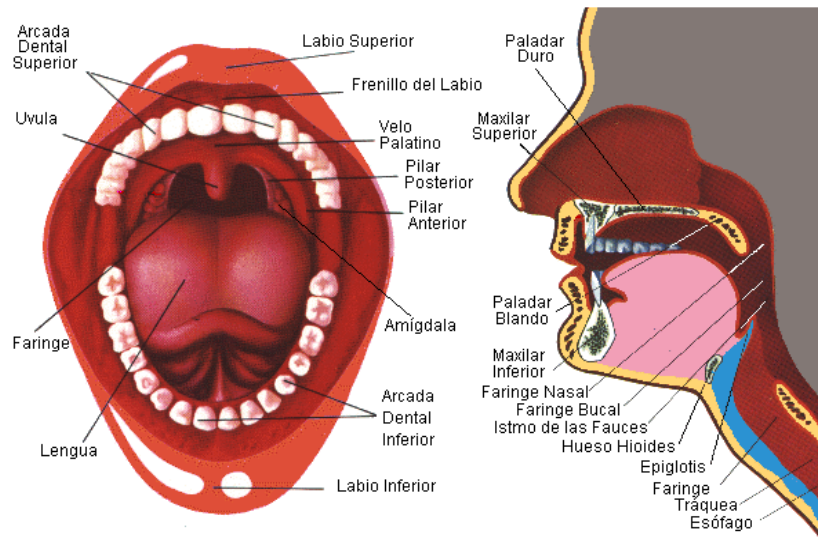


Figura 81. Anatomía de la boca.¹¹³

LAS PAREDES DE LA BOCA.

Los labios conforman la pared anterior de la boca; estos pliegues son parte del músculo orbicular de los labios y los músculos dilatadores subcutáneos, y están unidos a la pared del maxilar por tejido conjuntivo y mucosa. Las mejillas son las paredes laterales de la boca, conformadas por los músculos masetero y buccinador, recubiertos por tejido mucoso en la cara interior. La pared superior corresponde al paladar, formando una bóveda ósea, recubierta por un velo mucoso más grueso; en la parte anterior la limita un tubérculo óseo, y en la posterior, termina en las papilas y los orificios glandulares. La pared inferior la constituye la lengua y el tejido sublingual. La pared posterior hace parte del velo del paladar, que en esta zona es móvil, blando y contráctil.

¹¹³ Imagen extraída del sitio web: www.jgb.es.

De este velo, se desprende la úvula, una prolongación carnosa colgante; y en los pilares del velo, entre los músculos glosostafilinos y faringostafilinos, se encuentra la fosa que aloja a las amígdalas.

LAS ENCÍAS.

Se da este nombre a la parte de mucosa bucal adherida al periostio, que cubre los arcos alveolares sobre los cuales están implantados los dientes y los espacios interdentes.

LA LENGUA.

Se encarga de empujar los alimentos contra los dientes en la masticación y deglución, llevándolos hacia la faringe y luego al estómago, cuando la presión que ejerce provoca el cierre de la tráquea. Se distinguen dos zonas: una anterior o bucal, dispuesta horizontalmente y la otra posterior o faríngea, vertical. La lengua contiene 17 músculos, de los cuales solo uno es impar, el lingual superior; a los restantes se los puede dividir en extrínsecos (genio glososo, hioglososo, mestiloglososo, amígdalo glososo, faringoglososo y linguales superior e inferior) e intrínsecos, músculo transverso.

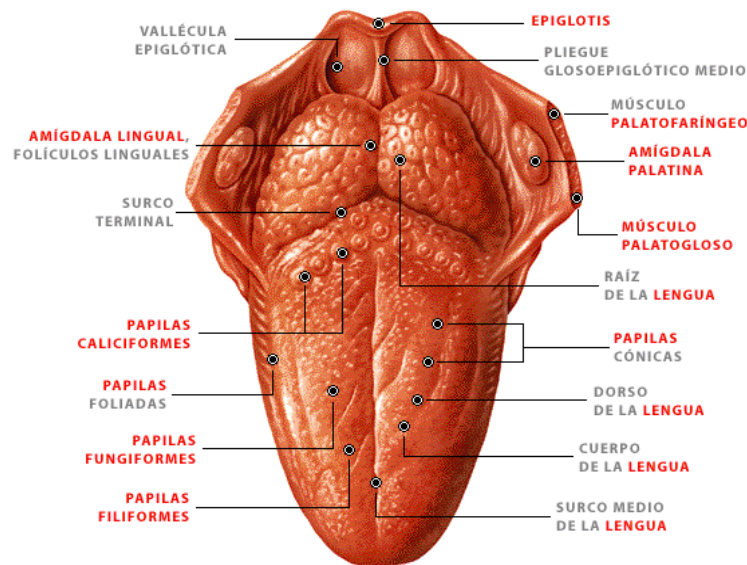


Figura 82. Anatomía de la lengua.¹¹⁴

¹¹⁴ Imagen extraída del sitio web: www.essa.uncoma.edu.ar.

La lengua está constituida por dos estructuras fibrosas laminares, la glosa hioidea y el Septum medio, conectadas al músculo hioides; la capa intermedia es muscular, y la externa la forma un revestimiento mucoso, salvo en la base de la lengua, donde se funde con tejidos mucosos blandos de la faringe, la laringe, el velo palatino, las encías y el suelo de la boca. Este revestimiento mucoso contiene las papilas gustativas, y dan textura y función diferentes a las zonas de la lengua: los sabores dulces y salados son detectados en la parte anterior de la lengua, el ácido en los lados, y el amargo en la parte posterior dorsal. Podemos distinguir papilas caliciformes, fungiformes, filiformes, foliadas y hemisféricas.

LOS DIENTES.

Los dientes son órganos muy duros, pequeños, de color blanco amarillento, dispuestos en forma de arco en los maxilares. Usados para la masticación y para desmenuzar los alimentos, aunque su forma y tamaño son muy distintos según el régimen alimenticio de cada individuo. En los dientes se observan diferencias superficiales; sin embargo, el modelo es fundamentalmente el mismo. Hasta la los seis años los dientes son 10 en cada mandíbula (dientes temporales), mientras que en el adulto este número se eleva a 32 (dientes permanentes): 4 incisivos, 2 caninos, 6 premolares o bicúspide y 4 molares.

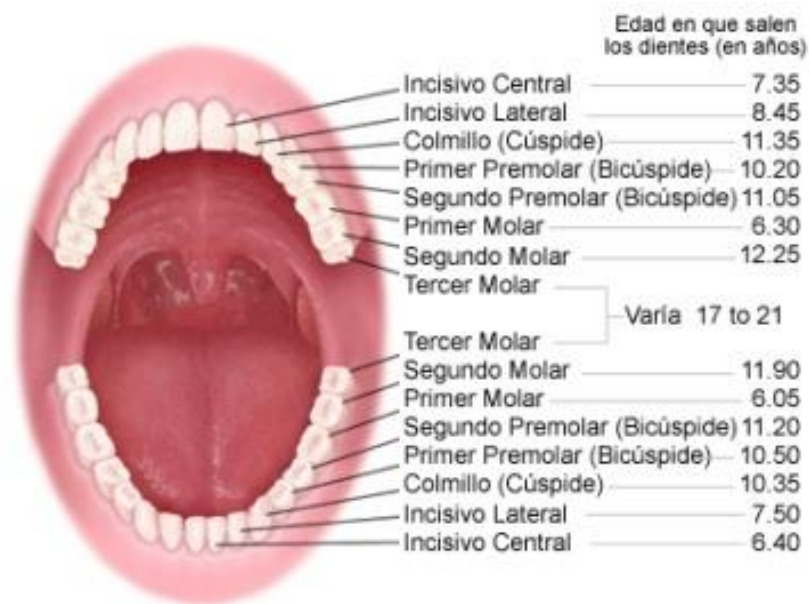


Figura 83. Anatomía dental.¹¹⁵

¹¹⁵ Imagen extraída del sitio web: www.childrenscentralcal.org.

Los dientes están formados por una parte externa prominente a la encía, denominada corona, y por una interna enterrada en el alveolo maxilar llamada raíz. Las capas del diente son dos: el esmalte es la capa externa, de tejido calcificado, inorgánico en un 97%. La dentina, la conforman la sustancia ósea y el tejido blando, y esta irrigada por canales nerviosos y vasculares.

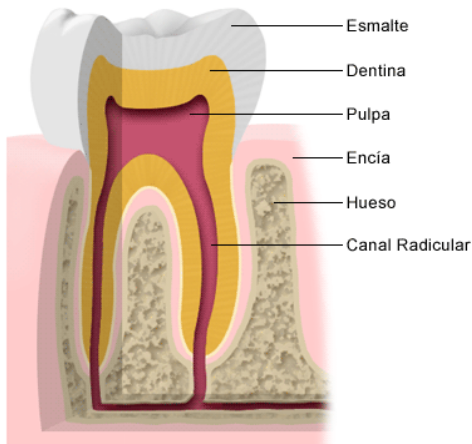


Figura 84. Corte del diente.¹¹⁶

Las raíces se fijan en los maxilares por medio de fibras elásticas llamadas cemento, que forman la membrana periodontal. La dentina encierra la cavidad pulpar, continuando en la raíz donde toma el nombre de canal radicular.

En el extremo de la raíz se abre un orificio que permite el ingreso de los vasos sanguíneos, nervios y tejido conjuntivo, que vienen a ocupar el conducto radicular y la cavidad pulpar.

MORFOLOGIA DE LOS DIENTES.

Incisivos. Los incisivos se encuentran en cada hemi-mandíbula, en los dos primeros alvéolos. Siendo cuatro superiores y cuatro inferiores; los mediales de mayor tamaño. La corona es aplanada de adelante hacia atrás, presenta dos caras anterior convexa, posterior cóncava, dos caras laterales planas triangulares, y un borde superior cortante. La raíz es cónica.

Caninos. Los caninos están situados por fuera de los incisivos, dos por cada mandíbula. La corona tiene la forma de pirámide triangular: con la cara anterior convexa, la posterior cóncava, las laterales levemente acanaladas. La raíz es aplanada transversalmente y el doble de largo de la corona.

¹¹⁶ *Ibid.*

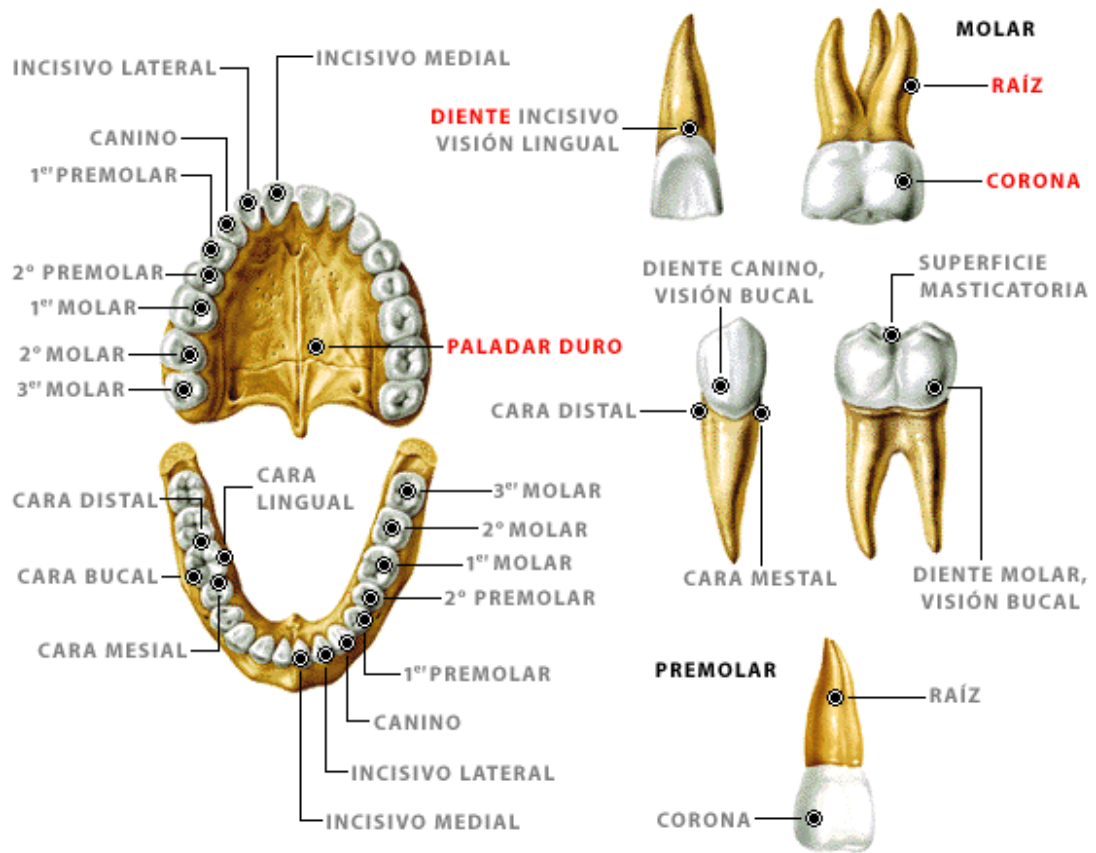


Figura 85. Características de los grupos dentarios.¹¹⁷

Premolares o bicúspides. Se encuentran por detrás de los caninos cuatro por cada mandíbula. La corona es cilíndrica, con una cara externa y otra interna ambas convexas, una cara anterior y otra posterior ambas planas, y una cara superior con dos tubérculos separadas por un surco anteroposterior.

Molares. Se encuentran por detrás de los molares seis por cada maxilar. La corona es cilíndrica, con una cara externa y otra interna ambas convexas, una cara anterior y una posterior ambas planas y una cara superior con cuatro tubérculos separados por un surco cruciforme. Presenta tres raíces, las molares superiores y dos las inferiores.

¹¹⁷ Imagen extraída del sitio web: www.essa.uncoma.edu.ar.

6.4.5. HIGIENE ORAL

La mayor causa de pérdida de las piezas dentales en los adultos son los problemas en los tejidos periodontales que sirven de sostén; según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), más del 90 % de las personas mayores de 60 años no tienen dientes, aunque a esa edad, deberían tener un mínimo de 16 piezas. A partir de los 40 años, los dientes comienzan a debilitarse y a envejecer, presentando sangrado en las encías y la posterior caída. Para sustituir la pieza se utiliza una corona, una prótesis que cubre un diente destruido o que mejora su aspecto, o un implante total.

Los doctores Fernando Morales y Jaime Jacobo, director general y jefe del servicio de odontología del Hospital Blanco Cervantes, de España, lo atribuyen principalmente a la falta de prevención y al descuido de la higiene bucodental. "Por su edad o condición, muchas de estas personas presentan algún tipo de discapacidad, como artritis, inmovilidad o Alzheimer, que limita sus facultades para una adecuada limpieza y constituye un reto tanto para el paciente como para la familia que debe asistirlo"¹¹⁸

NOMENCLATURA ANATÓMICA DENTAL¹¹⁹

Vestibular: Aquella cara del diente que da hacia fuera, hacia el vestíbulo. La cara vestibular de los incisivos sería la que vemos cuando alguien sonríe.

Lingual: Cara del diente que mira hacia el interior, hacia la lengua. Este término se utiliza para la arcada inferior.

Palatina: Corresponde a aquella cara del diente que mira hacia el paladar, este término se utiliza para la arcada inferior.

Oclusal: Es la superficie masticatoria del diente con la que se maceran los alimentos, en los premolares y molares.

Mesial: Es aquella dirección o cara del diente que apunta a la línea media, al plano sagital. Por ejemplo, la cara mesial del incisivo central superior derecho, contacta con la cara mesial del incisivo central superior izquierdo.

¹¹⁸ Suplemento de salud en el sitio web: www.nacion.com.

¹¹⁹ www.wikipedia.com. Nomenclatura anatomica dental. Información extraída y modificada.

Distal: Es la cara del diente que se aleja de la línea media.

Interproximal: Es el espacio que hay entre dos dientes, llamado espacio interproximal o interdental.

Proximal: Es proximal la situación que involucra a dos dientes, como una caries.

Cervical: Es aquella dirección que se dirige hacia la raíz o la corona, desde el cuello del diente.

Apical: Es la dirección para llegar al ápice, que es la punta de la raíz.

Coronal: Es la dirección que se toma para llegar a la corona dental. Es la parte del diente que abarca desde su cuello dentario hasta su borde incisal o cara oclusal.

Antagonista: Nos referimos a un diente antagonista de otro para señalar el mismo diente pero en la otra arcada.

Oclusión: No es un término anatómico. La oclusión en odontología denomina lo que se conoce como mordida, por lo tanto la oclusión sería el engranaje producido al contactar los dientes de la arcada superior con la arcada inferior. Se considera como máxima intercuspidadación, aquella posición en la que los dientes de la arcada inferior y superior tienen el máximo contacto posible. Para que la oclusión sea estable y no dañe al periodonto, ni a las estructuras de la ATM, esta "máxima intercuspidadación" debe coincidir con la "oclusión céntrica". Esto es, lo más cercanamente posible a la "relación céntrica".

Arcada: Una arcada o arco dental, es el grupo de dientes en la mandíbula o en el maxilar. Tendremos arcada superior, para el maxilar superior, y arcada inferior, en la mandíbula. El término "hemiarcada" hace referencia a la mitad izquierda o derecha de cada arcada. A su vez, la hemiarcada se divide en cuatro partes: superior derecha, superior izquierda, inferior derecha, e inferior izquierda.

Sectores o grupos dentarios: El sector anterior comprende los incisivos y los caninos. El sector posterior agrupa a los molares y premolares.

HIGIENE BUCODENTAL

La placa dento-bacteriana es la causa de las dos patologías más frecuentes: caries y periodontopatías; por eso es fundamental eliminarla a través de los siguientes métodos de higiene dental:

1. Cepillado de dientes, encías y lengua.
2. Uso de medios auxiliares.
3. Uso de pasta dental o dentífrico.
4. Uso del enjuague bucal.

CEPILLADO

El cepillado permite lograr el control mecánico de la placa dento-bacteriana. Elimina y evita la formación de la placa, limpia los restos de alimentos, estimula a los tejidos gingivales, y aporta fluoruros a la boca por medio de la pasta dental. El cepillo dental es el elemento de mayor difusión para la tarea. Este se compone de un cabezal que aloja a las cerdas, unido a un mango para el agarre.

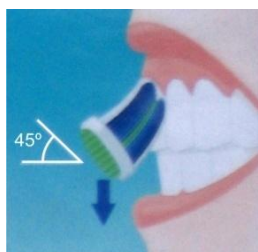
Las cerdas se agrupan en penachos de nylon, de 10 a 12 mm de largo, y su dureza palpable depende del diámetro del hilo, de la capacidad de deformación y de la terminación del corte. Es preferible el cepillo de mango recto, cabeza pequeña y recta, fibras sintéticas y puntas redondeadas para evitar lesiones gingivales, con cerdas blandas o medianas para tener mayor acceso a todas las partes del diente. Se cree que los penachos que están separados son más eficientes que aquellos que están juntos.

El cepillo debe estar seco antes de utilizarse (mantiene la rigidez normal de las cerdas al iniciar el cepillado). Es necesario reemplazarlo cada tres meses o antes, cuando las cerdas se deformen o se fracturen. Los cepillos dentales pueden cultivar gérmenes, hongos, bacterias y virus. Después de usar el cepillo, se debe sacudir con fuerza bajo el chorro del agua y colocarlo en posición vertical para que se ventile. Los cepillos no deben tocarse entre sí, para evitar enfermedades contagiosas.

TÉCNICAS DE CEPILLADO

Las técnicas de cepillado son diversas; algunas reciben el nombre de su creador y otras del tipo de movimiento que realizan. Además pueden combinarse; lo importante es cepillar todas las áreas de la boca entre ellas la lengua y el paladar. El cepillado necesita al menos dos minutos, con una frecuencia diaria de al menos una vez al día; lo ideal es que sea después de cada comida, con mayor minuciosidad en la noche, ya que el sueño disminuye la salivación.¹²⁰

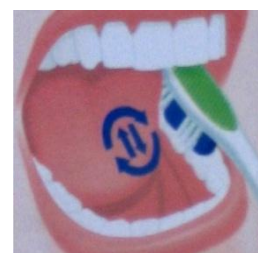
Para cepillarse correctamente los dientes, debe usarse movimientos cortos y suaves, prestando especial atención a la línea de la encía, los dientes posteriores de difícil acceso y las zonas alrededor de obturaciones, coronas y otras reparaciones.



Paso 1. Superficie externa de los dientes. Empezar desde la línea de la encía y el diente. Los dientes superiores cepíllelos hacia abajo, y los dientes inferiores hacia arriba. Al mismo tiempo que los dientes, se limpia la superficie interna de las mejillas.



Paso 2. Superficie interna de los dientes. Cepillar de la misma forma los dientes superiores hacia abajo y los dientes inferiores hacia arriba.



Paso 3. Incluir las superficies masticatorias oclusales, con movimientos circulares.

Paso 4. Limpiar la lengua después de cada comida. Para muchas personas, un cepillo dental eléctrico es una buena alternativa, ya que hace un mejor trabajo de limpieza de los dientes, especialmente en quienes tienen dificultades para cepillarse o destreza manual limitada.

Figura 86. Cepillado dental.

¹²⁰ Artículo de Colgate-Palmolive. Copyright 2006 Colgate-Palmolive. Folleto informativo del cepillo de dientes "Colgate 360". Imágenes e información extraída.

Técnica combinada: Comienza cepillando los dientes anteriores a 45°, en el borde gingival. Luego se cepillan la cara exterior de los demás dientes, agrupando 2 o 3, con movimientos rotatorios de adelante hacia atrás. Después se cepilla de adelante hacia atrás, las caras internas de los dientes posteriores, y de arriba hacia abajo, la cara interna de los dientes anteriores. Por último, se cepillan las caras masticatorias de los dientes posteriores, y la superficie de la lengua, con movimientos hacia delante y atrás.¹²¹

Fregado horizontal: Colocación de las cerdas del cepillo perpendiculares al eje axial del diente y realización de movimientos en dirección antero-posterior. El fregado horizontal se usa para las caras externas de los dientes posteriores.

Técnica vertical con oclusión: Con los dientes en contacto, se van cepillando de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba.

Barrido vertical (técnica del rojo al blanco): Colocación de las cerdas del cepillo perpendiculares al eje axial del diente y realización de movimientos en sentido encía-diente. Se usa para las caras externas de los dientes posteriores.

Cepillado rotacional: Realización de pequeños movimientos circulares por todas las superficies dentarias axiales.

Técnica de Fones, o circular: Recomendada para niños más pequeños, ya que requiere menor destreza. Consiste en movimientos circulares amplios con la boca cerrada, abarcando los bordes de las encías superior e inferior.

Técnica de Charters: El cepillado es útil en esta técnica para la limpieza interdental. Las cerdas se colocan en el borde gingival formando un ángulo de 45°, apuntando hacia la superficie oclusal. Luego se realizan movimientos vibratorios en los espacios Interproximales. Al cepillar las superficies oclusales, se presionan las cerdas sobre los surcos y fisuras, con movimientos de rotación, sin cambiar el ángulo de la punta de las cerdas. El cepillo se coloca de manera vertical durante el aseo de la cara lingual de los dientes anteriores. Esta técnica es útil para aparatos ortopédicos, o cuando se han perdido las papilas interdentes, y los espacios interproximales son amplios.

¹²¹ www.drjaviersaldivar.com. Técnicas Para Eliminar La Placa Bacteriana. Información modificada.

Técnica de Stillman modificada: Las cerdas del cepillo se inclinan en un ángulo de 45 grados dirigido hacia la raíz del diente, ubicándose parte sobre los dientes, y parte sobre la encía adyacente. Se aplica presión lateral contra el margen de la encía y movimientos vibratorios o cortos en sentido antero-posterior. Simultáneamente, se desplaza la cabeza del cepillo en sentido expulsivo a lo largo de la encía insertada, margen gingival y superficie del diente.

Se evita penetrar las cerdas en el surco de la encía. El método de Stillman se recomienda para la limpieza de las zonas con recesión gingival progresiva y exposición radicular, con el fin de prevenir la destrucción de los tejidos.

Técnica de Bass modificada: Esta técnica es la más recomendada por parte de los dentistas y es de gran utilidad para pacientes con inflamación gingival y surcos periodontales profundos. El cepillo se sujeta como si fuera un lápiz, y se coloca de tal manera que sus cerdas apunten hacia arriba en el maxilar superior y hacia abajo en la mandíbula, formando un ángulo de 45 grados en relación con el eje longitudinal de los dientes para que las cerdas penetren con suavidad en el surco gingival. Se presiona con delicadeza en el surco mientras se realizan pequeños movimientos vibratorios horizontales sin despegar el cepillo durante 10 a 15 segundos por área. Si luego se acompaña lo anterior, de un movimiento de barrido rotacional en dirección oclusal, para limpiar las caras vestibulares o linguales de los dientes, se denomina método de Bass modificado. La presión no debe ser excesiva ni los movimientos desmesurados. El mango del cepillo se mantiene horizontal durante el aseo de las caras vestibulares de todos los dientes y las caras linguales de los molares y premolares; se sostiene en sentido vertical durante el cepillado de las caras linguales de los incisivos superiores e inferiores; en las caras oclusales se presionan los surcos y fisuras con movimientos cortos antero-posteriores.

Cepillado de la lengua: El cepillado de la lengua y el paladar permite disminuir los restos de alimentos, la placa bacteriana y microorganismos. La técnica correcta para cepillar la lengua consiste en colocar el cepillo de lado y tan atrás como sea posible sin inducir náuseas, con las cerdas apuntando hacia la faringe. Se gira el mango y se hace un barrido hacia delante, el movimiento se repite de seis a ocho veces en cada área. El uso de dentífrico lleva a obtener mejores resultados.

USO DE MEDIOS AUXILIARES

Hilo dental

Es un hilo especial de ceda formado por varios filamentos, las cuales se separan al entrar en contacto con la superficie del diente. Tiene diversas presentaciones, entre ellas hilo (nylon), cinta (PTFE), con cera, sin cera, con flúor, con sabor a menta. Su indicación depende de las características de la persona; si existe un contacto muy estrecho entre los dientes es preferible usar el hilo, pero, si el espacio es mayor es conveniente utilizar la cinta o hilo de tipo “floss”.

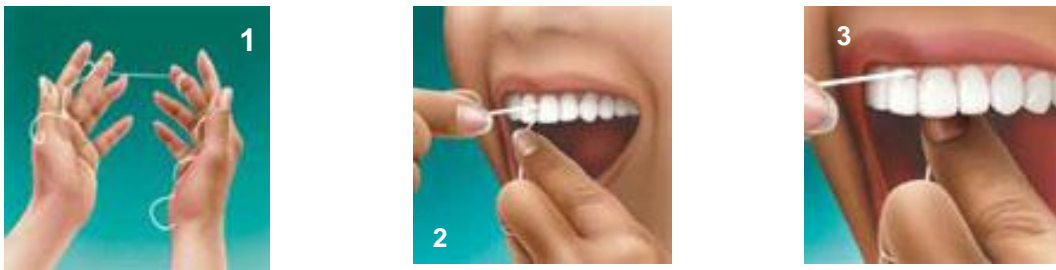


Figura 87. Hilo dental. (1) Utilice unos 45 cm de hilo dental, dejando de 3 a 8 cm para trabajar. (2) Siga suavemente las curvas de sus dientes. (3) Asegúrese de limpiar debajo de la encía, pero evite golpear el hilo contra la misma.¹²²

Conforme se va utilizando, el hilo se desenrolla de un dedo y se enrolla en el otro con el fin de usar un segmento nuevo en cada espacio interdental, manteniendo tenso el hilo para controlar los movimientos. El hilo se introduce con suavidad entre los dientes y se desliza hasta el surco gingival. En seguida se rodea el diente y se desliza hacia la cara oclusal con movimientos de cierra o de vaivén en sentido vestibulo lingual, a continuación se mueve encima de la papila interdental con mucho cuidado y luego se pasa al siguiente espacio con otra fracción de hilo.

Se ha omitido el uso de este medio en el proyecto debido a los inconvenientes que generaría la precisión necesaria para que el hilo se mantenga tenso, sin que ello limite los movimientos del usuario o afecte la sensibilidad interdental, cuando se introduce, cuando trabaja, y cuando debe salir del espacio interdental.

¹²² www.colgate.com. Imágenes e información extraída del sitio web.

Cepillo eléctrico

El cepillo eléctrico aporta movimiento a las cerdas del cepillo, para que estas puedan remover la placa fácilmente. Aún así es necesario aplicar un ángulo de cepillado correcto, durante un tiempo suficiente en cada diente, para obtener buenos resultados. El tipo de cepillo eléctrico más usado es el de cabezal rotatorio. La posición correcta es la que consigue insinuar algunas de las cerdas del cepillo en el surco de la encía y el resto en la superficie dentaria.



Figura 88. Cepillos eléctricos.¹²³

Los beneficios que produce el cepillo eléctrico frente al convencional son aún tema de debate. Ambos poseen la misma capacidad para eliminar la placa bacteriana, al igual que la desventaja de dañar la encía o los labios. Sin embargo, el daño al esmalte dental debido al uso abrasivo de la pasta de dientes, que produce el cepillo de dientes eléctrico, es menor; al parecer, los usuarios ejercen menor presión sobre la superficie dental.

Otra ventaja aparente es la de su utilidad para personas con capacidades motrices disminuidas, o para motivar a los niños a cepillarse los dientes. Aunque se tiene con este cepillo, la falsa expectativa de que este se encarga de todo, debe recordarse que es un medio auxiliar, y es necesaria la correcta manipulación y el uso de accesorios auxiliares para una mantener la higiene buco-dental, además de una revisión odontológica profesional.

¹²³ www.philips.com. www.watwripick.com. Imágenes extraídas de estos sitios web.



Estimulador interdental

Posee una punta flexible de hule o plástico que esta adherida al extremo libre del mango del cepillo. Se utiliza solo para eliminar residuos del espacio interdentario, cuando este se encuentra muy abierto o no se ha reducido.

Figura 89. Estimulador interdental.¹²⁴



Cepillo interdental

Es un cepillo de forma cónica con fibras dispuestas en espiral, sobre un cable trenzado de 0,7 mm de diámetro.

Se usa únicamente para asear espacios interproximales amplios. Se descartó su uso en el proyecto por su inestabilidad.

Figura 90. Cepillo interdental.¹²⁵



Palillos

Los palillos de madera para limpiar los espacios interproximales sólo se utilizan cuando dichos espacios son amplios. Es necesario tener cuidado de no lesionar la papila gingival, por lo que algunos palillos vienen ahora con la punta roma.

Figura 91. Palillo.¹²⁶

¹²⁴ www.oralb.com. www.evans-orthodontics.com. Imágenes extraídas de estos sitios web.

¹²⁵ www.periproducts.com. Imagen extraída del sitio web.

¹²⁶ www.wackyinventions.com. Imagen extraída del sitio web.



Figura 92. Irrigador bucal.¹²⁷

Irrigador bucal

Es un aparato que se conecta directamente a la llave del agua, o tienen un motor, para generar un chorro de agua pulsátil. Con este es posible lavar y masajear el margen de la encía, eliminando residuos de alimentos.

Algunos autores afirman que el irrigador no elimina la matriz pegajosa de la placa dento-bacteriana, pero reduce el potencial patógeno. Otros, en cambio no lo consideran de utilidad. Actualmente, el irrigador "water pik" ya no está en la lista de recomendaciones de la Asociación Dental Americana (ADA).

USO DE PASTA DENTAL O DENTÍFRICO

El dentífrico es una sustancia pastosa que se utiliza en el cepillo dental para limpiar las caras accesibles de los dientes.



Figura 93. Pasta dental.¹²⁸

El cepillo dental tiene la función más importante en la eliminación de la placa bacteriana; pero el dentífrico contribuye a ello por medio de sustancias tensoactivas, espumígenos, bactericidas y abrasivas.

Además, el dentífrico brinda sensación de limpieza a través de las sustancias esporíferas, como la menta, al grado de que muchas personas no se cepillan los

¹²⁷ www.oraldent.com.uk. Imagen extraída del sitio web.

¹²⁸ www.sourcedesign.com. Imagen extraída del sitio web.

dientes cuando carecen de pasta dental. Algunos dentífricos contienen sustancias desensibilizantes, las cuales disminuyen la hipersensibilidad de la dentina.

Otros componentes son el fluoruro, el sodio, y el estaño, o monofluorofosfato de sodio; pero independientemente del tipo adicionado, todos contienen la misma cantidad del ion, es decir, 0.1% o 1000 partes por millón (ppm). Se recomienda usar poca cantidad de dentífrico para evitar la ingestión excesiva de fluoruro en caso de consumo accidental (en grandes concentraciones puede disminuir el calcio, formando fluoruro de calcio). Hay dentífricos que contienen triclosan, un antibacteriano eficaz para combatir las bacterias bucales alojadas en fisuras.

USO DE ENJUAGUE BUCAL.

La clorhexidina es el agente químico más usado para combatir la placa dento-bacteriana. Se une a la placa, al esmalte y a la mucosa oral, alterando el citoplasma bacteriano. Su ventaja reside en la fijación por su fuerte carga positiva, y liberarse poco a poco, en el transcurso 8 a 12 horas.

El digluconato de clorhexidina, en solución alcohólica al 0.12 %, se utiliza cada 12 horas durante 30 a 60 segundos, después de la limpieza bucal. No se debe deglutir la solución ni consumir sustancias durante 30 min, debido al contenido de alcohol (de 12 a 28%). Efectos colaterales: irritación de mucosa, descamación, cambios en el sentido del gusto, tinción de dientes y lengua. Se indica a pacientes con enfermedad periodontal, con tratamiento ortodóntico, y discapacitados.



Figura 94. Enjuague bucal.¹²⁹

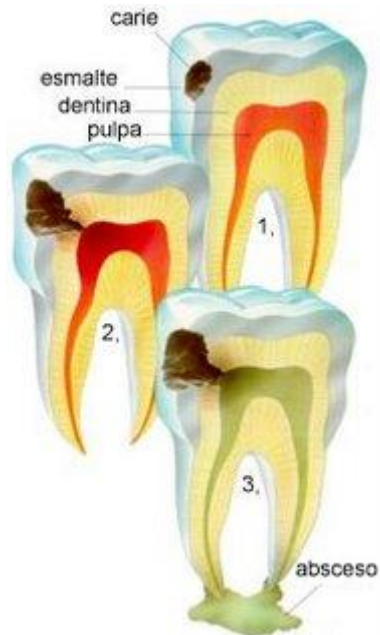
¹²⁹ www.dentaid.es. Imagen extraída del sitio web.

6.4.6. ENFERMEDADES BUCALES RELATIVAS A LA HIGIENE.

Existen dos tipos de factores que predisponen al individuo a sufrir afecciones bucales: de origen endógeno (microbiano), o exógeno (debido a la dieta). Una deficiente higiene bucal provoca la acumulación de placa bacteriana en la superficie de nuestros dientes. Si no se elimina, se calcifica, formándose así el sarro o cálculo dental. Esta placa se define como una película formada por colonias bacterianas, saliva y restos alimenticios, pegada en la superficie interior de la boca.

LA CARIES

Es la destrucción progresiva de la estructura dental. La placa bacteriana adherida a la superficie del diente, genera ácidos que atacan primero al esmalte, luego a la dentina y, finalmente a la pulpa. Si la infección llega hasta la pulpa genera un intenso dolor, al afectar los canales vasculares y nerviosos.



Las bacterias aprovechan las oquedades del diente para formar colonias. Al alimentarse, convierten los azúcares en ácidos. Si la placa bacteriana se remueve después de cada comida, las bacterias no tienen material alimenticio para degradar. Los síntomas evidentes de aparición de una caries son sensaciones dolorosas al consumir alimentos muy dulces, muy fríos o muy calientes.

Figura 95. Grados de la caries.¹³⁰ En la imagen se aprecia en orden descendente las caries de grado 1, 2 y 3.

El último grado es el más doloroso, y requiere la intervención oportuna del dentista, quien reconstruirá la corona extrayendo el nervio, o retirará la pieza dental.

¹³⁰ www.colgate.com. Imagen extraída del sitio web.

ENFERMEDAD PERIODONTAL

En una boca sana los dientes están sostenidos por las encías, el hueso mandibular, la membrana periodontal que rodea las raíces de los dientes y el cemento, que los une al hueso. La encía está constituida por un tejido fibroso y compacto que cubre la región alveolar. Una de sus funciones es defender al ligamento periodontal de la agresión en la masticación de los alimentos. Entre diente y diente se forma un saliente que llena el espacio llamado papila gingival.

Esta papila es la primera en alterarse. El color normal de la encía es rosado pálido; una infección o inflamación, cambia este color a un rojo vino amoratado. Cuando la encía se inflama o sangra hay que consultar un odontólogo. Antiguamente esta enfermedad se conocía como piorrea alveolar, nombre derivado del griego, que significa “salida de pus”. La enfermedad periodontal se origina cuando la placa de cada región del cuello del diente, causa irritación en las encías e inflamación. Esta fase de la enfermedad se denomina gingivitis.



La gingivitis se presenta cuando las bacterias liberan las enzimas colagenasas, las cuales dañan y erosionar los tejidos de las encías. Las encías infectadas se inflaman, sangran con facilidad, se retraen y se separan de los dientes. La gingivitis causa la pérdida de los dientes con mayor frecuencia que la caries dental.

Figura 96. Gingivitis.¹³¹ Esta enfermedad se caracteriza también por el brillo en las encías y la sensibilidad al tacto. Se usa pastas dentales especiales que contienen pirofosfato.

La periodontitis se caracteriza por la destrucción progresiva de los tejidos que soportan el diente, el ligamento, el cemento y el hueso alveolar. Al principio no presenta síntomas y sus signos clínicos son la hemorragia gingival, movilidad dental y en algunos casos secreción purulenta. Las infecciones son causadas por algunas de las 300 especies bacterianas reconocidas en cavidad oral, destacándose los anaerobios Gram negativos.

¹³¹ Imagen extraída del sitio web: <http://starmedia.saludalia.com>.



Figura 97. Periodontitis.¹³² De izquierda a derecha, se presentan los casos leve, moderado y avanzado. La enfermedad avanza del sangrado y la hinchazón de las encías, al retroceso de las mismas y el aumento de la movilidad de los dientes, y su posible caída, al mal aliento y gusto desagradables constantes, y a la aparición de bolsas en las encías.

En todas las formas de periodontitis, la primera fase del tratamiento consiste en una higiene oral adecuada, un raspado y alisado radicular exhaustivo para eliminar los depósitos de sarro y una revisión al cabo de 3 meses.

El tratamiento de la periodontitis incluye siempre la cirugía periodontal y la administración de antibióticos. Se administra tetraciclina para inhibir la colagenasa y limitar la destrucción del tejido óseo sobre el surco gingival, inyectada o impregnada en hilos que van sobre los surcos. La otra opción es la supresión quirúrgica de las bolsas y la remodelación del hueso para que el paciente pueda limpiar adecuadamente las bolsas en toda su extensión.

En algunos casos es necesario inmovilizar los dientes flojos y proceder a una remodelación selectiva de las superficies dentales para suprimir una oclusión traumática. A veces es inevitable extraer algunos dientes cuando la enfermedad está muy avanzada.

Para mantener los dientes completos y sanos durante toda la vida, es necesario remover la placa bacteriana mediante un cepillado frecuente y cuidadoso y con la ayuda de la seda dental. Las visitas regulares al odontólogo son igualmente importantes. La limpieza diaria mantendrá la formación de cálculos reducida a un mínimo, pero no la puede prevenir completamente. Una limpieza profesional efectuada por el odontólogo removerá los cálculos endurecidos que se hayan formado en sitios de difícil acceso.

¹³² Ibíd.

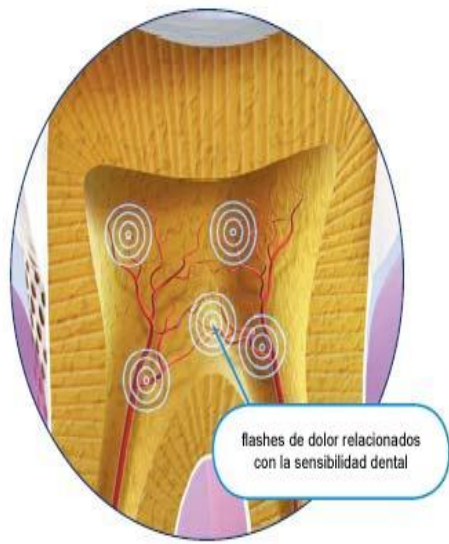
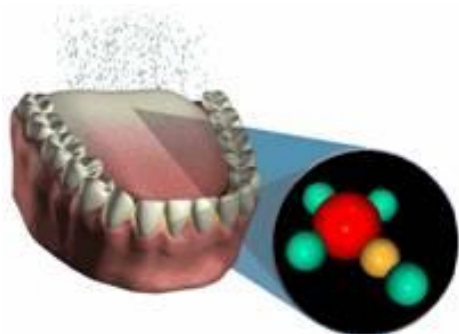


Figura 98.Sensibilidad dental.¹³³

HIPERESTESIA DENTINARIA

1 de cada 7 personas la padece. La sensación de hipersensibilidad es provocada por la exposición de la dentina a estímulos externos, debido al deterioro del esmalte. Estos estímulos son transmitidos al nervio a través de los túbulos dentinarios descubiertos, provocando dolores intensos.

El tratamiento de esta afección pasa por bloquear los mecanismos de transmisión mediante el sellado de dichos túbulos (con sales de oxalato) y el bloqueo de la transmisión neural a través de los nervios pulpares (con sales de potasio).



HALITOSIS

Figura 99.Halitosis.¹³⁴

El mal aliento es una afección fácil de percibir. Puede ser ocasional, o patológica. Se dice que la halitosis afecta a casi 50 % de una población.

La halitosis puede ser síntoma de ciertas enfermedades que afectan al hígado, una diabetes, insuficiencia renal o una enfermedad gástrica, de los pulmones o de la boca. Sin embargo el 85 % de los casos se debe a los residuos alimenticios entre los dientes y una mala o escasa higiene bucal, facilitando infecciones y cultivos bacterianos, en especial sobre el dorso posterior de la lengua. Para prevenir la halitosis hay que cepillarse los dientes correctamente y usar los accesorios recomendados, además de mantener una dieta balanceada.

¹³³ www.cipo.cl. Imagen extraída del sitio web.

¹³⁴ www.ortodonciasalud.com. Imagen extraída del sitio web.

6.5. DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Las personas discapacitadas no cuentan con tablas antropométricas propias; sin embargo, se pueden incluir dentro de la población, ya que cualquiera tiene la posibilidad de llegar a ser parte de este colectivo. Con estos datos se podrá estimar la variación de la altura en el sistema, para llegar a la comisura de la boca, y el área que podría ocupar el sistema sin que interfiera en la visión del usuario durante el cepillado. La medida entre los ojos y la boca es un estimado proporcional: la resta entre la estatura y la altura de los ojos, dividida por dos.¹³⁵

En cuanto al alcance frontal, todas las variables dependerían de la arquitectura en el contexto de uso, específicamente, si se usa o no el sistema, verticalmente, sobre el lavamanos. Este hecho aportaría la ventaja de contar con una fuente de agua que podría regularse, y el desagüe para la evacuación; el problema radica en la variación de las medidas comerciales de estos objetos.

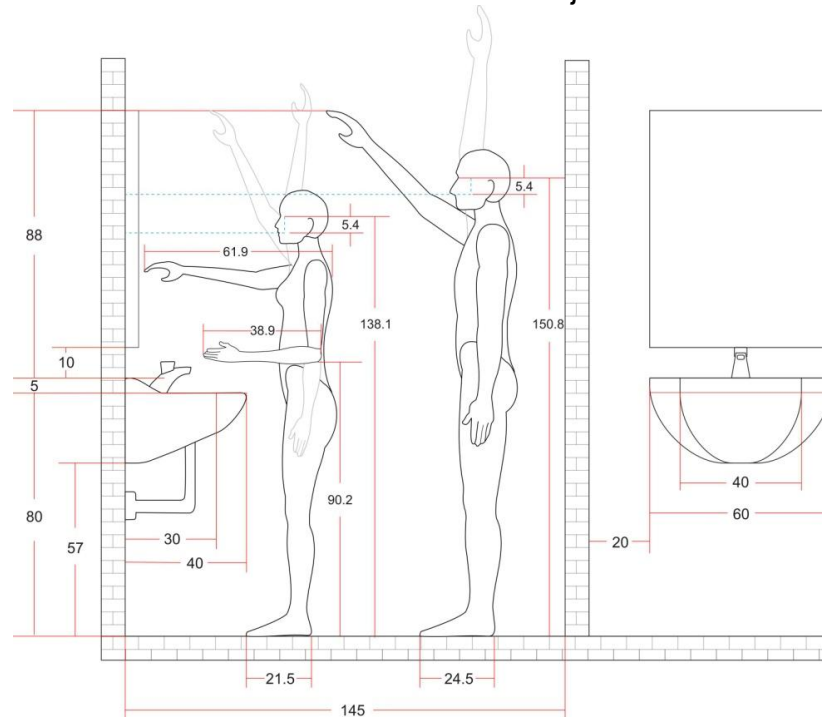


Figura 100. Medidas antropométricas del percentil 5 para hombre y mujer¹³⁶, dentro del contexto arquitectónico y las dimensiones mínimas recomendadas.¹³⁷ Medidas en cm.

¹³⁵ . De esta resta resulta la medida de la mitad del cráneo. Por favor ver el sitio: www.draw23.com/images/skull.jpg.

¹³⁶ MARADEÍ, Fernanda. Et al. Datos Antropométricos para el Diseño. Región Nororiental Colombiana. Bucaramanga: Centro de investigaciones en Ergonomía, 2008, p. 51 y 52.

¹³⁷ NEUFERT, Ernst. Arte de proyectar en Arquitectura. 14ª edición. Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1995, p. 221 y 222. Imagen producida por los autores.

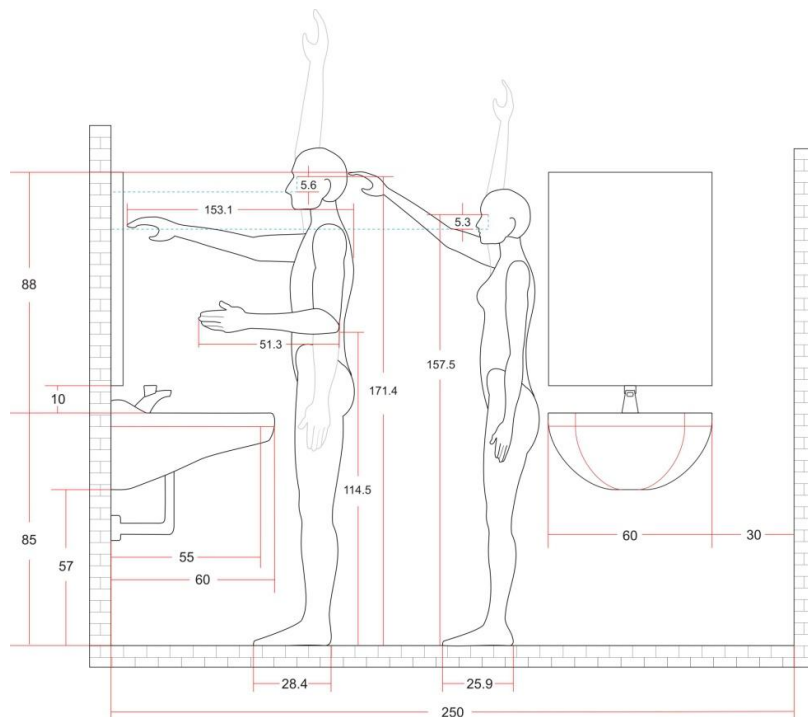


Figura 101. Medidas antropométricas del percentil 95 para hombre y mujer¹³⁸, dentro del contexto arquitectónico de las dimensiones máximas recomendadas.¹³⁹ En la imagen puede verse que el hombre tendría dificultades en la visión, si el espejo mantiene la altura mínima. Medidas en cm.

No podría predecirse el contexto de uso de la persona, ya que las recomendaciones arquitectónicas no siempre son acatadas; sin embargo, podría optarse por un alcance de 30 cm, por dos motivos: el primero, la población discapacitada esta en estratos económicos menores, por lo que un lavamanos de 55 a 60 cm, que en general son los que están empotrados en mesones, sería inasequible; el otro motivo sería técnico, ya que un mayor alcance demanda mayor espacio vertical, en el momento de limpiar las cerdas.

Esta medida para el alcance, en estructuras mucho más largas, provocaría que el usuario flexionara su espalda, manteniendo la posición mientras se cepilla la boca, y extendiendo el cuello para mirarse al espejo. Esto no es recomendable, por lo que se debiera optar por situar el sistema en otra pared del sitio de aseo, junto al espejo, de manera que se pudiese utilizar el lavamanos para jugarse la boca y escupir el agua, al igual que un elemento auxiliar que transportara el agua hacia las cerdas, la evacuara en el lavamanos e impidiera la caída de agua al suelo.

¹³⁸ MARADEI, óp. cit.

¹³⁹ Ibíd., Imagen producida por los autores.

De esta manera, las demás personas que habitan en el lugar, podrían usar también el lavamanos, sin que el sistema llegara a afectarlos.

La variación en la altura se determina con el máximo, otorgado por el hombre de percentil 95, y el mínimo, por la mujer de percentil 5, de la altura de la boca; estos valores serían de 165.8 y 132.7 cm, respectivamente. La variación resultante sería de 33.1 cm. Sin embargo, durante la indagación, se encontró el peculiar caso del usuario 6, el cual estaba en posición sedente durante el evento del cepillado debido al uso continuo de silla de ruedas. No se sabe con certeza la cantidad de este tipo de usuarios; podría funcionar la distancia planteada, si la persona se inclina, y apoya sus brazos en los muslos, o en el plano del lavamanos, pero lo mejor sería acondicionar su espacio para no utilizar el lavamanos. Es más probable que se necesitaran medidas particulares para adaptar el sistema y darle mayor alcance, además del control necesario para los movimientos residuales de los brazos o manos.

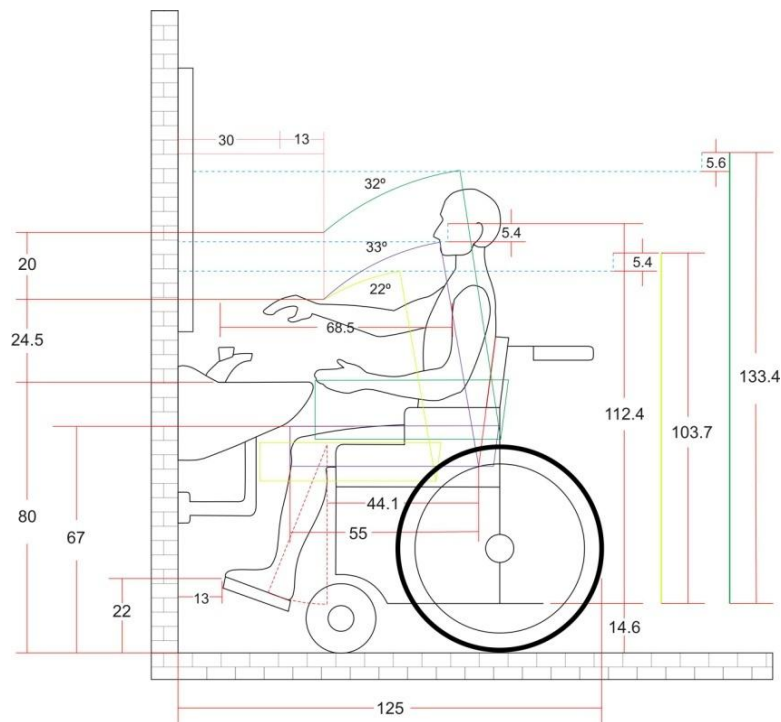


Figura 102. Medidas antropométricas para usuarios en sillas de ruedas¹⁴⁰; la sección de arco amarilla, corresponde a la mujer de percentil 5, el arco morado, al hombre de percentil 5, y el arco verde oscuro, al hombre de percentil 95.¹⁴¹ Estas secciones son las proyecciones de la altura de la boca, y el punto que conecta a esta con la altura poplítea y la longitud nalga-rodilla.

¹⁴⁰ *Ibid.*, Imagen producida por los autores.

¹⁴¹ www.securibath.com. Baños sin barreras arquitectónicas. Imagen producida por los autores.

La variación resultante sería de 20 cm, con una altura mínima de 104 cm a nivel del suelo. No está estipulada dentro del proyecto la consideración para esta clase de discapacidad; aun así, se probará el sistema con el usuario 6, con el objetivo de brindar un referente para futuras modificaciones.

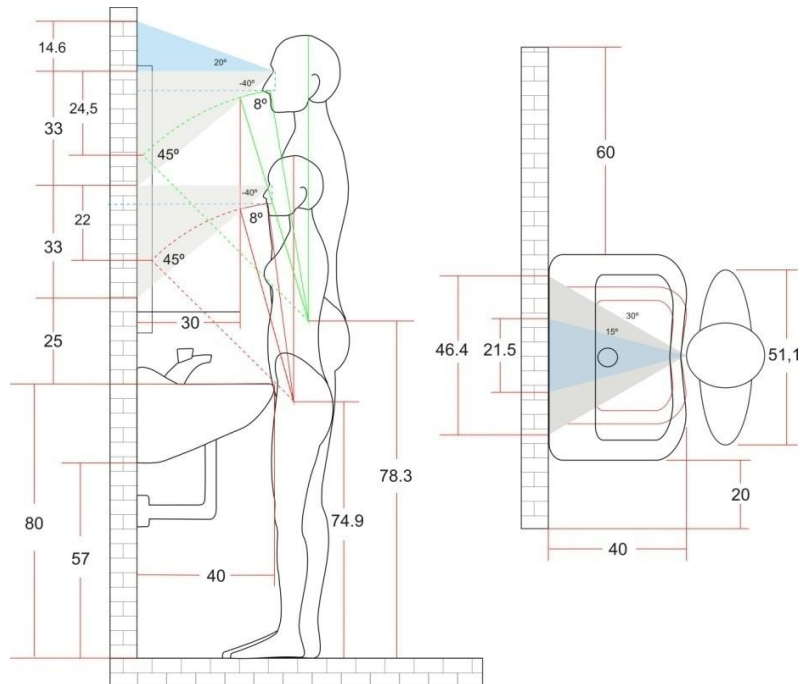


Figura 103. Medidas concernientes al sistema. En la parte izquierda, se relaciona el percentil 5 de la mujer y el percentil 95 del hombre, con la línea de proyección de la boca, y el giro necesario a partir de la altura del trocánter mayor¹⁴², para llegar a alcanzar la base del cepillo (pues a esta medida, teóricamente el cabezal eléctrico, que mide 7,5 cm, estaría dentro de la boca); se hace también alusión al campo de visión lateral, desde el campo intermedio, hasta el límite de discriminación cromática inferior. La línea a trazos corresponde a un ángulo de 45° de flexión. En la parte derecha, se observa la vista superior, y las medidas arquitectónicas sugeridas, junto con la anchura de hombros del hombre de percentil 95, y las distancias generadas por el campo visual.

El manejo del sistema también está influenciado por la disposición espacial de los controles. Todos los usuarios tendrían en común el manejo de los pies para dar órdenes al sistema; pero si todos los mandos se encontraran en esta zona, sería fácil cometer errores por lapsus de descripción. Para que esto no suceda, lo mejor sería aprovechar otras aéreas de contacto, o sensores de proximidad para el caso del agua.

¹⁴²MARADEI, óp. cit., imagen producida por los autores.

7. REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS

7.1. ERGONÓMICOS.

- La altura del cepillo en posición horizontal, debe ser igual a la de la boca. El elemento requiere altura graduable (en el momento de la prueba), y accesorios de ajuste permanente, además, de variación controlada de la altura, ya que la arcada inferior presenta un ángulo de inclinación de 17° respecto a la horizontal. Altura respecto al suelo: 130 a 160 cm (± 5).
- La altura de servicio para el agua, debe imposibilitar la adopción de posturas que sobrepasen los 45° de flexión lumbar. La medida que separa a la altura de agua y cepillado es máximo 20 cm. Su disposición además no estará condicionada a la altura para el lavado de las cerdas, sino por el arco de acción del cepillo, de manera que no se crucen.
- La distancia de las cerdas a la pared facilita el acceso de la boca, sin una inclinación importante de la espalda. Mínimo 30 cm hasta la base del cepillo. Existen dos posibilidades. Que la persona se mueva para que la cara que forman las cerdas, sea paralela a los dientes frontales, o que el sistema permita este movimiento.
- Los mandos son adecuados para las partes comprometidas, para pulsar con la frente, el mentón, el hombro, el pecho, los serratos, el abdomen, los muslos o los pies. Es necesario que el elemento de control sea versátil en cuanto a su disposición, teniendo preponderancia la limitación de extremidades superiores máxima.
- Los componentes están distribuidos en el campo de visión del usuario. Por los ángulos del campo de visión se determina un espacio virtual de 50 de lado por 33 cm de altura, de manera que la línea visual se interrumpa lo menos posible.

- La interfaz de control debe permitir la intuición respecto a la intención y el acto posible; comunicación inmediata de acción-efecto. Comunicación visual del estado de los elementos de desgaste. Este hecho brinda confianza en el usuario.
- El sonido del funcionamiento mecánico, indica al usuario cuando el cabezal se extiende, enciende, se retrae y apaga. (Estado del sistema).
- Ejecución, evaluación y retroalimentación del usuario. Secuencia de acciones preestablecida, diferenciando las acciones automáticas de las funciones pragmáticas, es decir, la visibilidad de la acción/reacción.
- El espejo brinda al usuario retroalimentación oportuna al momento en el que este modifica los ángulos de sustentación en el cabezal.

7.2.FUNCIONALES

- El sistema se encuentra suspendido en un punto fijo. Sujeción por elementos temporales o permanentes.
- El elemento permite elevar y bajar al cepillo de dientes. Mecanismos de transmisión de movimiento y potencia: motorreductores, cadenas, piñones o engranajes. Soporta además el uso sin que sus componentes se alteren.
- El suministro de agua alimenta las necesidades del sistema y del usuario. Red estándar de conductos de entrada y salida, elementos de regulación de caudal mecánicos y eléctricos.
- El suministro del dentífrico tiene dos posibilidades, ya que podría ser requerido cuando el usuario lo desee, o un sistema de alimentación automático hacia las cerdas. Mecanismos de presión, de vacío, con regulación por paso; o por simple succión del usuario.

- El soporte del cabezal permite su libre movimiento. Mecanismos que garanticen la mayor cantidad posible de ángulos de servicio.
- La transmisión del movimiento para las cerdas depende de su extensión. Elementos flexibles o escualizables de rotación, sin que el cambio angular neutralice la vibración de las cerdas.
- Los componentes eléctricos funcionan por control electrónico. Sistema semi-autónomo, en el que los mandos son responsabilidad directa del usuario.
- Velocidades del sistema. Salida regulada de 10 segundos para el lavado de las cerdas. La elevación durará de 3 a 5 segundos. El tiempo de cepillado y enjuague depende del usuario.
- Elementos de mando visibles y discernibles. Botones de pulsación, de manera que la acción se inicie con el pulsado; interruptores para acciones que demandan más tiempo de funcionamiento o desconexión.
- El cabezal del cepillo es intercambiable. Uso de una marca accesible en el mercado local. Función forzosa para el acople del cabezal en una dirección única de las cerdas.
- La configuración interna facilita el mantenimiento. El uso de módulos que puedan desarmarse rápidamente, permite mayor libertad en el momento de detectar fallos o errores del sistema.

7.3.FORMALES

- La extensión y posterior retroceso del cabezal, evita que el tamaño transmita sensaciones intrusivas, de temor o inseguridad en el usuario.

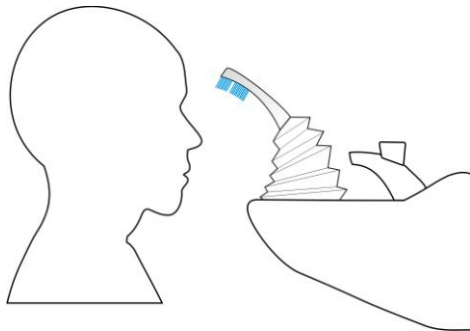
- Construcción controlada de la forma, a partir de elementos constitutivos simples, con ligeras superficies orgánicas, textura lisa al tacto y pulidas, con accesorios translucidos que permitan observar el estado del cabezal.
- El sentido de limpieza hace parte del concepto formal. Manejo de formas suaves y colores neutrales, evitando aristas agudas o filosas.
- La diferenciación de los elementos comunica la función de manera que solo una explicación baste. Uso de contrastes fuertes sobre el color neutral predominante y manejo semántico de los símbolos que permitan distinguir la función de la acción, o el evento que la máquina comunica. Es preferible también diferenciación formal y/o espacial, de los elementos de acción, para evitar errores de descripción.

7.4.RESTRICCIONES

- El lavamanos convencional no puede utilizarse debido a los inconvenientes en las diferentes medidas comerciales. Se usará su poceta como receptáculo secundario, para conducir el agua utilizada. Si se usara el lavamanos como recipiente primario, habría también que pensar en cómo lograr que el elemento se retire temporalmente, para que los demás miembros del hogar puedan hacer uso del espejo o del lavamanos.
- Manejo de conexiones seguras, evitando defectos en los empalmes y contacto del agua con los componentes electrónicos, por medio de aislamiento. Naturaleza de las conexiones: Uso de toma residencial y conexión estándar para el lavamanos (acople ½" marca grival). Procurar que la alimentación para el lavamanos se mantenga al mismo tiempo. En lo posible, manejar un solo regulador de voltaje para alimentar a los diversos motores del sistema.
- El sistema debe ser versátil en cuanto a su transporte e instalación, en caso de requerir el transporte del sistema para probarlo.
- Utilización de materiales y procesos presentes en el mercado local. Peso máximo del sistema central, de 3 Kg.

8. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

8.1. ALTERNATIVAS BIDIMENSIONALES

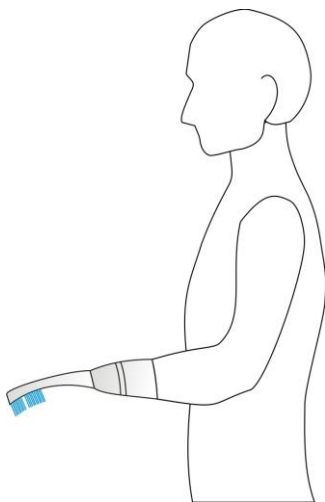


El cabezal del cepillo de dientes, ajustado a un lavamanos, debía tener los suficientes grados de libertad como para darle alcance al usuario, girar para suplir los ángulos de cepillado, además de acercarse a la llave de agua para lavar las cerdas.

Figura 104. Alternativa 1. "Caucho"¹⁴³

Ventajas: Ahorro de espacio y amortiguamiento.

Desventajas: Habría que alterar el lavamanos, su altura y el modo como ofrece agua para enjuagarse. No se podría utilizar crema, a menos que existiese una unidad individual para ello. Otra desventaja sería la precisión requerida en los movimientos, de manera que no se podría adaptar a cualquier lavamanos.



El cabezal en este caso se acopla al miembro superior residual, a modo de accesorio para la prótesis; podría girar en su eje axial para ofrecer mayor libertad, con la acción de motores bio-eléctricos. El usuario tendría que suministrarle crema de dientes y lavar las cerdas.

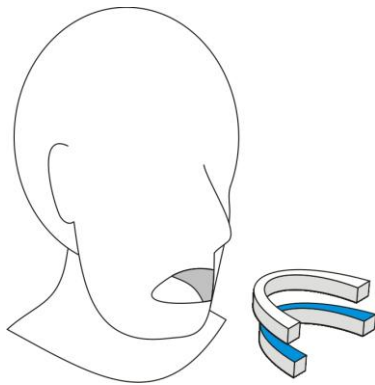
Ventajas: Mayor precisión en el movimiento del cabezal y en la presión ejercida.

Desventajas: El nivel de personalización debe ser muy alto para que el uso sea efectivo. Solo serviría para personas con amputación por encima del codo.

Figura 105. Alternativa 2. "Garfio cepillo"¹⁴⁴

¹⁴³ Imagen producida por los autores.

¹⁴⁴ *Ibíd.*

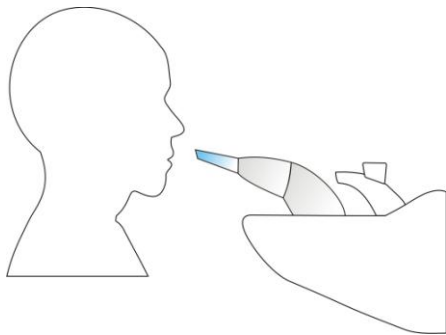


El sujeto se aproxima a un dispositivo semejante a un retenedor usado en ortodoncia. Al morderlo, ubicando de esta manera sus dientes, el dispositivo se activa, expulsando en su interior micro-chorros de agua a presión y crema de dientes diluida. El dispositivo tendría que estar en una posición fija, y tener la opción de utilizar solo agua.

Figura 106. Alternativa 3. "Retenedor"¹⁴⁵

Ventajas: Alcance de todas las superficies dentales y los espacios interdentes.

Desventajas: Nivel de personalización alto, para suministrar comodidad cuando se cierra la boca, por lo que la irrigación debería acoplarse con cada retenedor diferente. El dispositivo debe tener además la posibilidad de limpiarse solo.



No existiría un cepillo de dientes; todo el trabajo de limpieza lo haría un chorro de agua a presión, de manera que el usuario pudiera maniobrar su dirección con la boca y activarlo sin su presencia.

Figura 107. Alternativa 3. "Pistola de agua"¹⁴⁶

Ventajas: La adaptación al sistema residencial sería más sencilla, y no se necesitarían elementos agotables como el cabezal y la crema.

Desventajas: Dificultad en el direccionamiento del chorro, en la graduación de la potencia y en la capacidad del usuario para controlar el agua a presión, sin que la misma lo termine empapando.

¹⁴⁵ Ibíd.

¹⁴⁶ Ibíd.

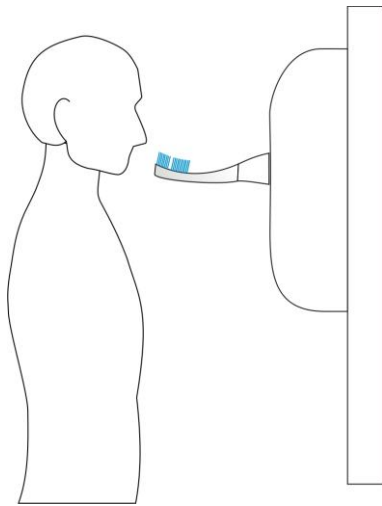


Figura 108. Alternativa 5. "Empotrado"¹⁴⁷

El cepillo de dientes se encontraría empotrado a la pared, cerca al lavamanos, de manera que se pudiere extender para darle alcance al usuario, y recoger, para lavar las cerdas. La crema de dientes podría estar a un lado, para que el usuario requiera la cantidad que desee.

Ventajas: Permite facilidad de ajuste a la pared y proporciona un parámetro de funciones estándar.

Desventajas: Si se estiman diferentes usuarios, se necesita graduar la altura. Para albergar los diferentes mecanismos, se necesita un gran espacio, lo que haría pesado el sistema, y tendría que situarse en una posición.

EVALUACION DE ALTERNATIVAS

Con el contacto logrado durante la indagación con los usuarios, y al ver de primera mano la situación del cepillado dental, se pudo detectar las necesidades del usuario gracias a las conversaciones, al material registrado y al análisis de mercado. Ahora, estos principios deben estar en función de los requerimientos de manera que se pueda plasmar la ayuda técnica.

Conforme al orden prioritario establecido para las necesidades, o atributos que espera el cliente del sistema, se realiza una confrontación con aspectos técnicos globales, mediante la matriz QFD¹⁴⁸. Aunque este método es utilizado generalmente para medir atributos cualitativos de objetos existentes, para lograr identificar aspectos susceptibles a mejorar, se hace análoga la necesidad de evaluar las alternativas con este método, conforme a la voz del cliente, para escoger un único camino seguro de desarrollo, debido claro, a la magnitud de los problemas técnicos a resolver y al tiempo necesario.

¹⁴⁷ Ibíd.

¹⁴⁸ Información respecto al método extraída en el sitio web <http://www.qfdlat.com>

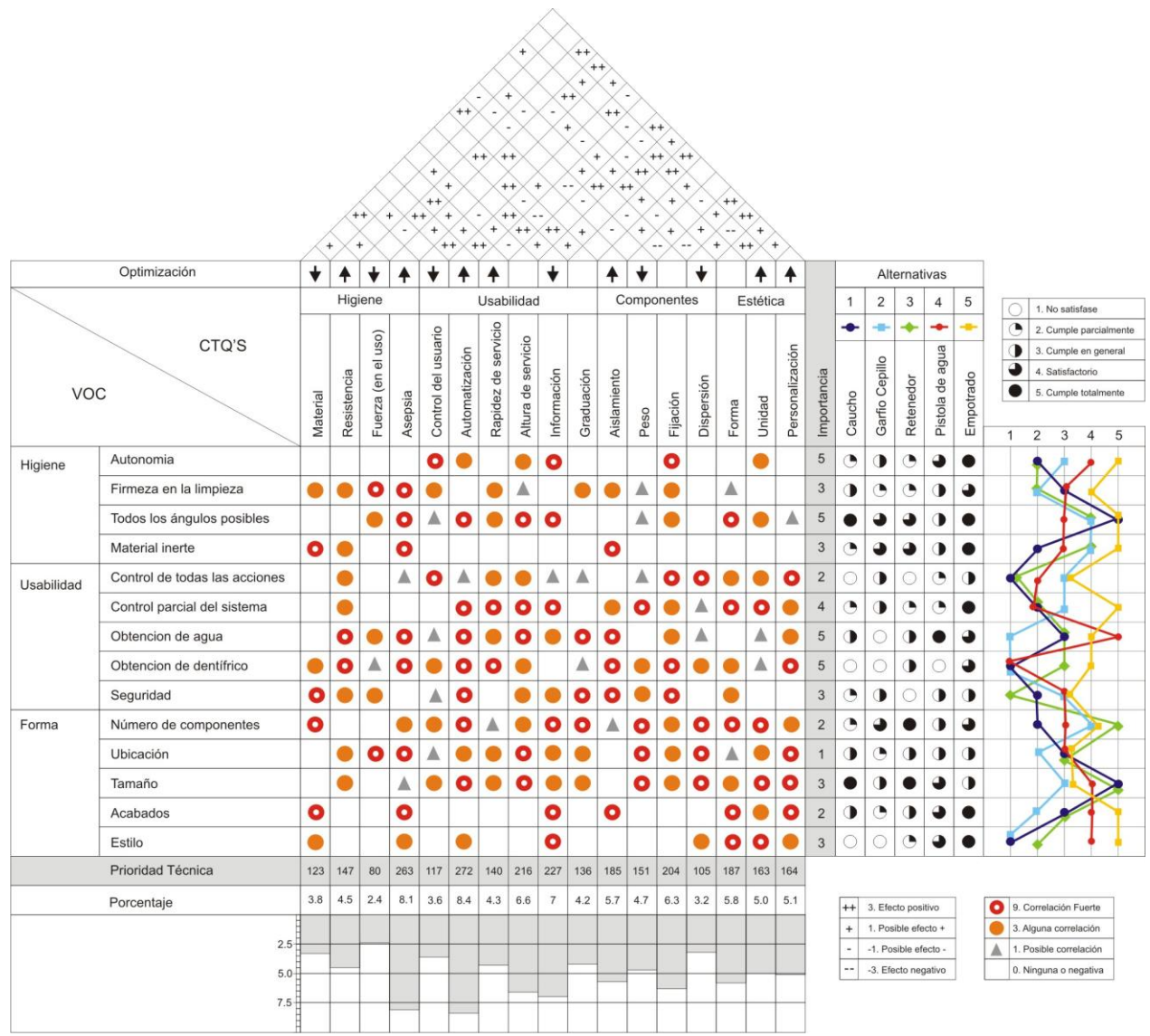


Tabla 40. Matriz QFD.

Vemos como resultado del estudio, una tendencia elevada en los conceptos técnicos: “Automatización” y “Asepsia”. Está claro que la ayuda técnica debe proporcionar limpieza, y ser limpia a su vez, además de reducir el control del usuario automatizando tareas.

Las alternativas presentan similitud, sin embargo, la número 5 podría ofrecer más ventajas al usuario, ya que reduciría la complejidad en la interacción, haciendo posible que el sistema se controle parcialmente.

El aspecto “información” y “altura de servicio” son decisivos para la usabilidad, pues podrían causar incomodidad o confusión.

(VOC) Voz del cliente.
(CTQ'S) Voz técnica.

8.2. EXPERIENCIA PREVIA

Como aproximación al diseño conceptual y a la diversidad de problemas que el proyecto presentaba, se planteó una propuesta que vislumbrara una posible solución de los factores involucrados, como concepto anticipatorio, en el marco del taller de Diseño Industrial VII.



La propuesta era simple: el botón lateral verde encendía el sistema, y el rojo lo apagaba. El cuerpo original del cepillo se sujetaba a una mordaza, que lo elevaría horizontalmente, para luego retroceder y permitir el lavado de las cerdas. Dos boquillas extensibles permitirían al usuario obtener agua y dentífrico, proveniente del envase original y aplastado por calandra. En la parte inferior, el sistema añadiría una poceta con sus conexiones propias, evitando el uso del lavamanos convencional.

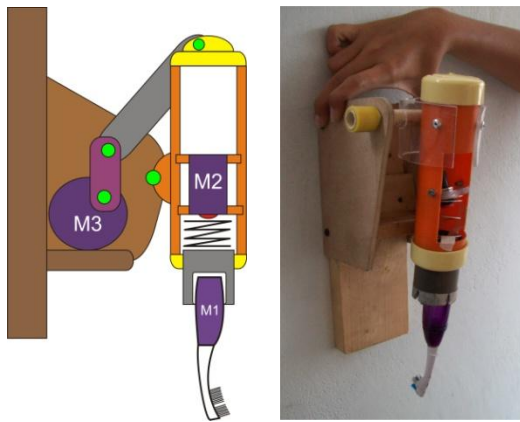
Figura 109. Diseño anticipatorio.¹⁴⁹

La forma del sistema y la imagen de marca presentan elementos formales significativos, relacionados ambos con la letra D. “Dento” presenta además un rostro sonriente, característica que le confiere al logotipo su inmediata asociación con la estética dental, aunque no sea así con el público objetivo.

¹⁴⁹ GARNICA, Israel. URIBE, Angélica. Diseño y construcción de un elemento que soporte, maneje y asee un cepillo de dientes eléctrico para personas con discapacidad en los miembros superiores. Trabajo escrito en el marco del taller de Diseño Industrial VII, bajo la tutoría del D.I. Juan Carlos Moreno. Docente. 2007, p. 30.

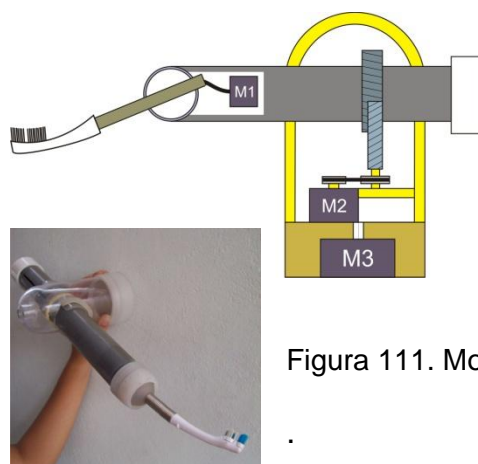
8.2.1. PRIMERA ENTREGA TECNICA.

El objetivo de esta entrega era el de solucionar el problema más complejo del proyecto, el subsistema que soporta al cepillo y maneja los diferentes ángulos de sustentación. Para ello se desarrollaron tres modelos funcionales de manera secuencial. Al prever en cada uno los problemas que presentaría y la complejidad inherente para su completa operatividad, se opta por evolucionar el concepto de solución, más no presentar alternativas completas, ya que acarrearía costos y tiempos de desarrollo elevados.



Modelo 1. Uso de mecanismos de barras para erguir al cuerpo del cepillo por la acción de M3. Este modelo usaba tres motores con diferente capacidad cada uno. M1 era el motor por defecto del cepillo eléctrico (ver figura 20); al empujar el cabezal, hacia contacto con M2, el cual giraba 90° la mordaza de sujeción.

Figura 110. Modelo del cepillo N° 1.¹⁵⁰



Modelo 2. Se incorporaron tres motores, con las mismas funciones del modelo anterior, solo que con mecanismos diferentes. Descarte del cuerpo del cepillo, remplazado por un resorte flexible sujeto a una esfera, y una guaya extensora

Figura 111. Modelo del cepillo N° 2.¹⁵¹

¹⁵⁰ *Ibíd.*, p. 31.

¹⁵¹ *Ibíd.*

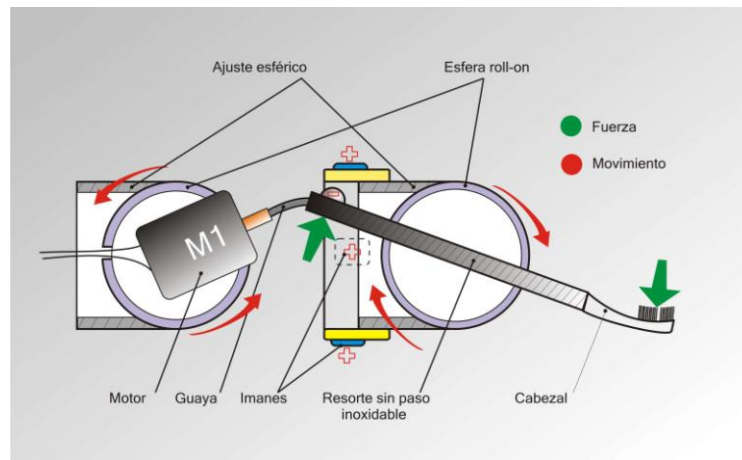
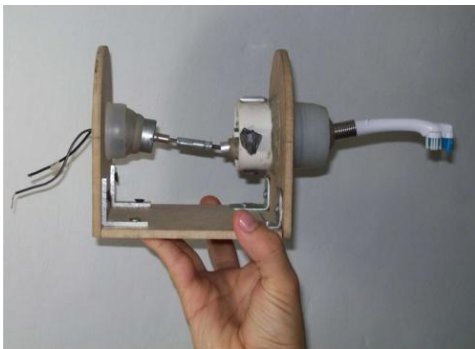


Figura 112. Esquema del cepillo. Modelo N° 3.¹⁵²

Modelo 3. Se mantuvo la idea del uso de rótulas como elemento de articulación, añadiéndole al motor una, para que se moviera junto con el resorte extensor; esto con el propósito de evitar ángulos agudos que detuviesen el movimiento de la guaya. En este modelo se añade también un nuevo concepto, el de los cuatro imanes como elemento de sujeción temporal, junto con la esfera en el extremo del resorte. El usuario tiene la responsabilidad de rotar los ángulos del cepillo, con el empuje que pueda lograr con el cuello y la manipulación del cabezal con la boca.



Sin embargo, este modelo se enfrentó a un problema mayor al de sus posibilidades; el cepillado vestibular de los dientes anteriores. Si la persona se situaba perpendicular a las cerdas, lograba este cometido. Los demás ángulos de cepillado tenían inclinaciones ventajosas al unirse los imanes.

Figura 113. Modelo del cepillo N° 3.¹⁵³

Pero en teoría, debía ser posible y deseable, que el cambio de posición del usuario no fuese drástico. El resorte podría permitir un ángulo de cepillado frontal con su deformación, de manera que volviera a su posición inicial, sin que por ello el movimiento de la guaya se mostrara afectado totalmente.

¹⁵² *Ibíd.*, p. 32.

¹⁵³ *Ibíd.*

8.2.2. SEGUNDA ENTREGA TECNICA.

Esta entrega comprendía las correcciones en la construcción de la primera, además de un subsistema de elevación para el cuerpo del cepillo, y los subsistemas del dentífrico y el agua.

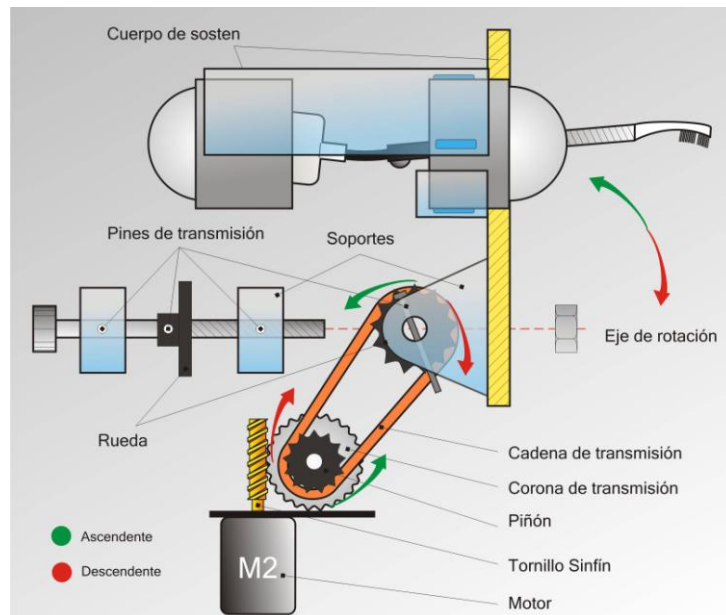


Figura 114. Esquema del complejo del cepillo.¹⁵⁴

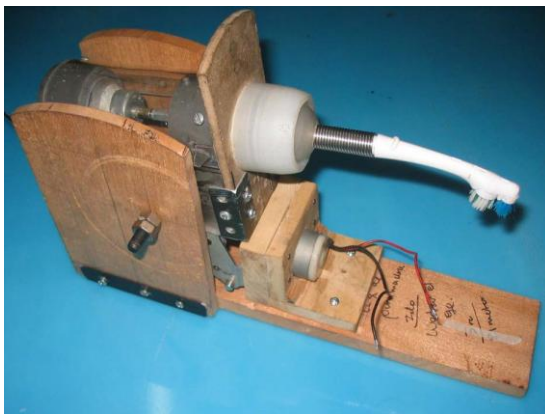
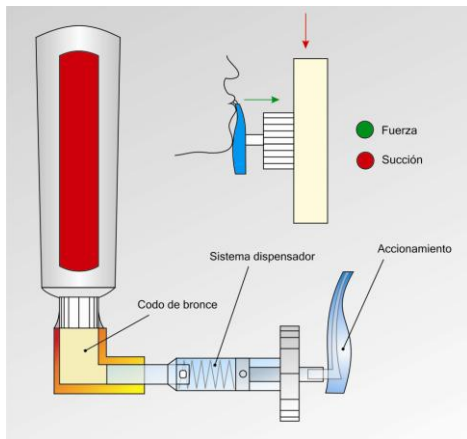


Figura 115. Complejo del cepillo.¹⁵⁵

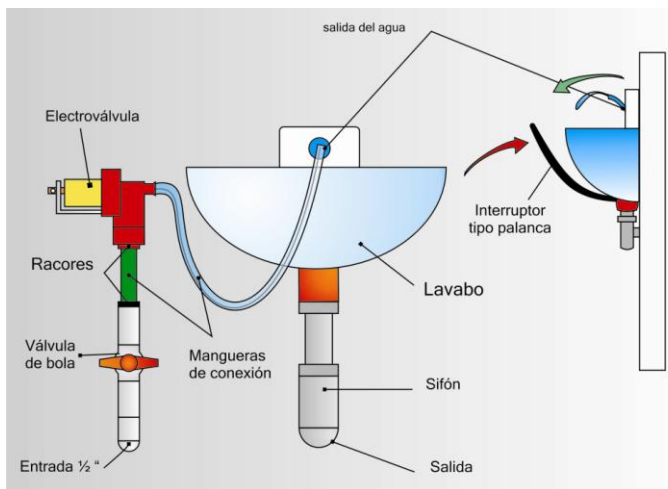
El sistema para la elevación del cepillo cuenta con un motor que hacía posible la transmisión de movimiento hacia la cadena. Esto lograba hacer que el cepillo girara sobre el eje que lo soportaba, terminando el movimiento con dos finales de carrera en los extremos del recorrido. La postura vertical de las cerdas permite la limpieza y escurrido del agua; erguido horizontalmente, sería difícil lograrlo.

¹⁵⁴ *Ibíd.*, p. 40.



Para la pasta de dientes era necesario un mecanismo que dispensara el contenido. Se optó por adaptar un dispensador de vacío usado comercialmente en lociones, e introducirlo en un codo de bronce, el cual permite que el tubo quede suspendido verticalmente; sin embargo, esta solución, era incómoda al accionar con el mentón, y se obstruiría por el contacto con el aire pasado un periodo corto de tiempo.

Figura 116. Dosificador de dentífrico.¹⁵⁶



El principio de construcción era simple; utilizar una poceta artificial sujeta a un tablero de pruebas, en el cual iría también el complejo del cepillo.

El sistema del agua utilizaba dos válvulas reguladoras; la válvula de bola, que graduaba el caudal de entrada, y la electroválvula, que abría el paso por un mando electrónico.

Figura 117. Subsistema del agua.¹⁵⁷

El usuario podía accionar una palanca sujeta a la superficie de la tasa. El agua debía transcribir una trayectoria parabólica elevada, de manera que la inclinación fuese la menor posible, lo cual acarrearía dificultad en el sentido de graduación en la primera válvula. El agua residual salía por un sistema de desagüe convencional, empotrado a la pared.

¹⁵⁵ Fotografía de los autores.

¹⁵⁶ *Ibíd.*, p. 41.

¹⁵⁷ *Ibíd.*, p. 42.



El tablero de pruebas que simulaba la pared, permitía ubicar los componentes principales del proyecto. La imagen no incluye los mandos óptimos para la prueba ergonómica, por lo que se sometió a modificaciones respecto a los dos interruptores que se observan en la parte superior izquierda del artefacto, los cuales eran el botón de encendido, que a su vez servía de apagador, accionado con la frente, y el botón que accionaba la electroválvulas, cambiado por la palanca blanca sujeta a la poceta.

Figura 118. Tablero de pruebas.¹⁵⁸

8.2.3. ENTREGA ERGONÓMICA.



Se utilizaron para la muestra 10 personas, que midiesen 1,70 m, en el ambiente controlado del baño de la escuela de diseño industrial. Las pruebas de uso tenían dos tareas; una prueba introductoria, donde la persona usaba un cepillo eléctrico, sujetando un aro de hule con las manos, y otra, donde utilizaba el sistema diseñado.

Figura 119. Usuario tipo probando el sistema.¹⁵⁹

La tarea inicial fue necesaria como referente para el usuario en cuanto diera sus impresiones del sistema. Se concluyó en esta oportunidad, que los subsistemas tenían mucho por corregir. El dispensador de dentífrico fue poco grato, pues lastimaba la fuerza que debía ejercerse con el maxilar inferior. El cepillo tenía gran libertad, pero contaba con poca firmeza; solo dos sujetos lograron mover el cepillo sin recurrir a la lateralización del cuello. El accionamiento del agua fue bien acogido, pero el cepillo interrumpía la trayectoria del usuario al erguirse.

¹⁵⁸ *Ibíd.*, p. 42.

¹⁵⁹ Imagen extraída del material filmado durante la prueba piloto.

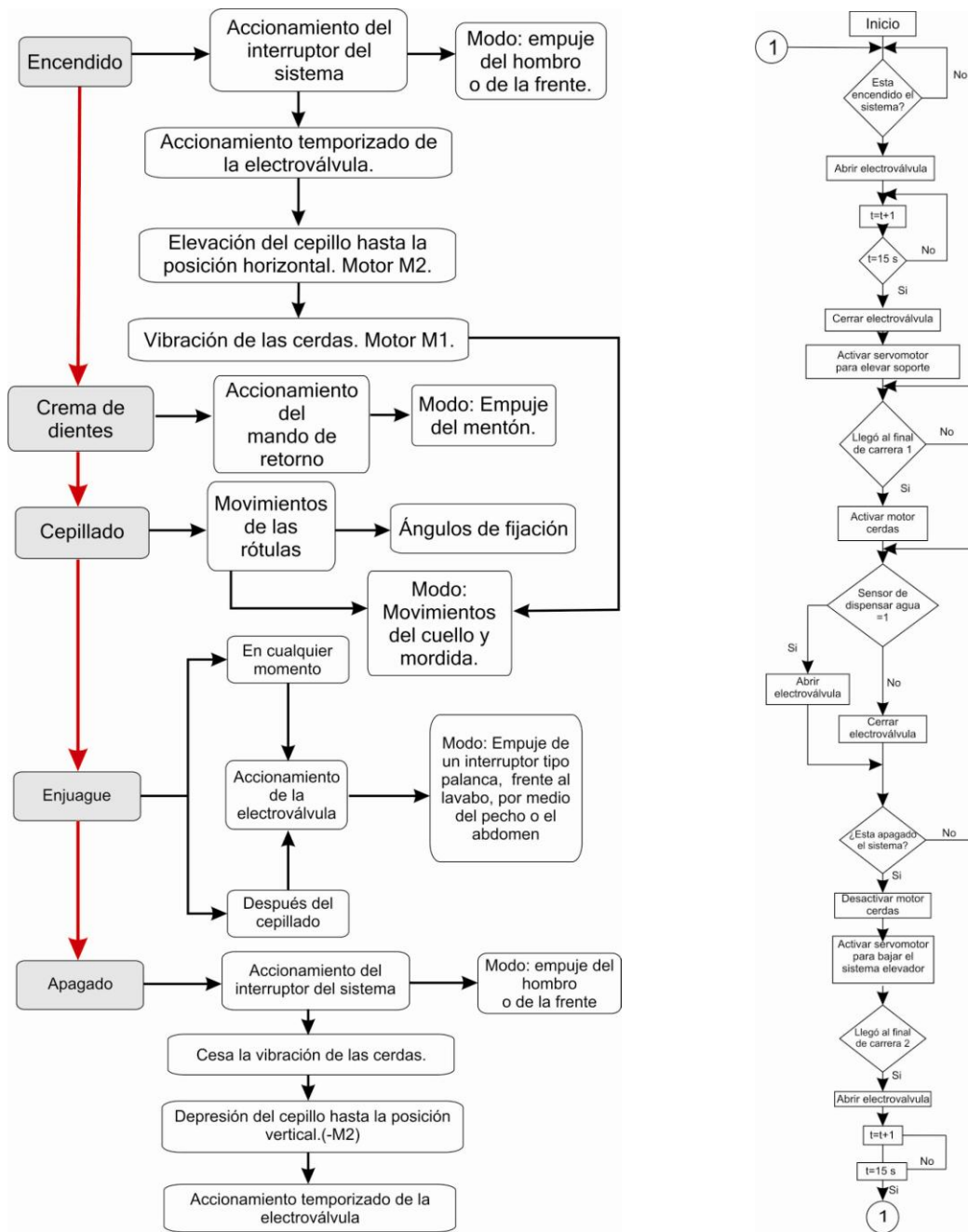


Figura 120. Secuencia de uso y diagrama de flujo.¹⁶⁰ En la parte izquierda de la imagen se observa la secuencia de interacción entre el sistema y el usuario. En la parte derecha, el diagrama corresponde a la secuencia de programación del componente de control electrónico, a cargo de la entonces estudiante de ingeniería electrónica, Yulieth Jiménez Manjarrés, integrada al equipo de diseño, como parte del programa de Microcontroladores.

¹⁶⁰ GARNICA, et al, óp. Cit., p. 37, 38, 46, y 47.

8.2.4. PROPUESTA FINAL.



El objetivo del sistema fue el de unificar todos los componentes involucrados en la entrega anterior, en un elemento de alto valor estético. Sin embargo, debido a la premura, algunas de las funciones del sistema se vieron afectadas, y las decisiones tomadas al respecto, erróneas.

El sistema se protege en esta ocasión, por una carcasa de acrílico blanco, adherida al espejo, el cual se encontraba simplemente apoyado. Esta carcasa albergó al cepillo, sus mecanismos de elevación, una caída de agua tipo cascada, y el dentífrico.

Figura 121. Propuesta final de “Dento”.¹⁶¹

La carcasa se ajustaba rápidamente con imanes en sus extremos, lo que permitía revisiones rápidas. Al complejo del cepillo no se le hizo cambio alguno, y el hecho de usar el espejo, sin lograr reflejarse, claramente evidenciaba una desventaja. Al momento de la demostración, se hizo visible también la falta de control en la altura del cabezal del cepillo, obligando al usuario a elevarse en la punta de sus pies, y extender su cuello para alcanzar las cerdas.

La caída de agua tipo cascada fue atractiva, pero su trayectoria resultó difícil de controlar, e incómoda al inclinarse para jugar la boca, y lavar las cerdas, en caso de no haberlas acomodado con antelación. En cuanto al dentífrico, se supuso que la dosificación por succión favorecería al usuario, pero esta iniciativa no dio resultado alguno.

Al omitirse el uso del lavamanos, se ajustaron elementos accesorios de desagüe a un pedestal de madera de 1,20 m, el cual ocultaba los dispositivos de regulación electrónica e hidráulica. Este pedestal tenía en sus caras laterales, en la base, dos pulsadores para el encendido-apagado y para el agua de enjuague.

¹⁶¹ Fotografía tomada por el D.I. Juan Carlos Moreno. Docente del taller de Diseño Industrial VII.

8.3. REDISEÑO DEL SISTEMA

8.3.1. EL SUBSISTEMA DEL CEPILLO.



Figura 122. Elementos amortiguados para brindar libertad de movimiento.¹⁶²

El replanteamiento para este subsistema se realizó con múltiples objetivos: el prioritario, brindarle a las cerdas una transmisión flexible sin límite, de manera que por más fuerte que fuese la intervención del usuario, no impediría que las cerdas dejaran de moverse. Otra de las falencias observadas, era la de la firmeza del ángulo de sujeción, pues con los imanes, aunque se quedaba en su sitio, el cabezal podía desestabilizarse y moverse sin que el usuario lo requiriera; además, no se sentía la fuerza de empuje de las cerdas para una mayor eficiencia del cepillado.



Figura 123. Alternativas de solución construidas para garantizar libertad de movimiento. Los imanes fueron descartados definitivamente, pues su potencia para sujetar implicaba robustez en el imán; el caucho fue descartado por motivos similares ¹⁶³

¹⁶² Imágenes tomada por los autores.

¹⁶³ Ibíd.



Figura 124. Propuesta para el giro mecánico. Este modelo presenta cerca al eje del motor, unos terminales metálicos a modo de escobillas; el propósito era el de que pudiera girar sin que por ello los cables se enredaran.¹⁶⁴

El giro mecánico del cabezal brindaría al usuario una mejor adecuación al momento de usarlo, ya que con los imanes, la persona tenía que lateralizar su cuello mientras mordía el cabezal, para pasar al siguiente ángulo de sustento; esto acarrea una ventaja, y era que el usuario podía escoger en qué posición se encontraba en todo momento, cosa que técnicamente es posible, para hacerlo por mecánica, pero la precisión es un factor difícil de determinar.



Figura 125. Guayas.

La guaya más pequeña que se encuentra en el mercado, es la utilizada para los dispositivos de conteo en los automóviles y para las extensiones de cualquier Mototool (es la que se encuentra en la parte inferior de la imagen); su trenzado es macizo, tiene 3 mm de diámetro, e impide una flexión superior a los 30°. Sin embargo, en grandes longitudes la flexión no es un inconveniente, gracias a las capas que recubren el interior del forecón.¹⁶⁵

El mecanismo del sistema anterior contaba con dos rotulas para evitar que a la guaya la flexión la frenase. Se decide en este punto experimentar con diferentes componentes, con el propósito de remplazar este componente por uno más flexible. Finalmente, un buen sustituto fue un resorte sin paso de acero inoxidable, el cual debió recubrirse con capas plásticas para evitar la resonancia y la fricción con el resorte externo, de manera que las cerdas giraran siempre apretándolo.

¹⁶⁴ Ibíd.

¹⁶⁵ Ibíd.



Figura 126. Cabezales de cepillo.

Los cabezales más comunes en el mercado son los de “Braun” y “Colgate”. Analizando el modo como se ajustan al cuerpo del cepillo, ambos podrían adaptarse, de manera que ajustarán a la vez que un cuadrante macho se acopla al cuadrante hembra de las cerdas; pero al comprobar el funcionamiento del sistema, el cepillo “Braun” posee un motor intermitente, lo que podría dañar la guaya, mientras que el motor de “Colgate” gira continuamente.¹⁶⁶

El cabezal “Colgate motion” tiene en su interior un cuadrante que mueve las cerdas de modo intermitente, por su configuración en forma de cigüeñal. Posee otras dos ventajas comparativas, la primera, que el acople al cuerpo posee una pequeña cuña, para evitar deslizamientos; la segunda ventaja es su precio, 25% más económicos.

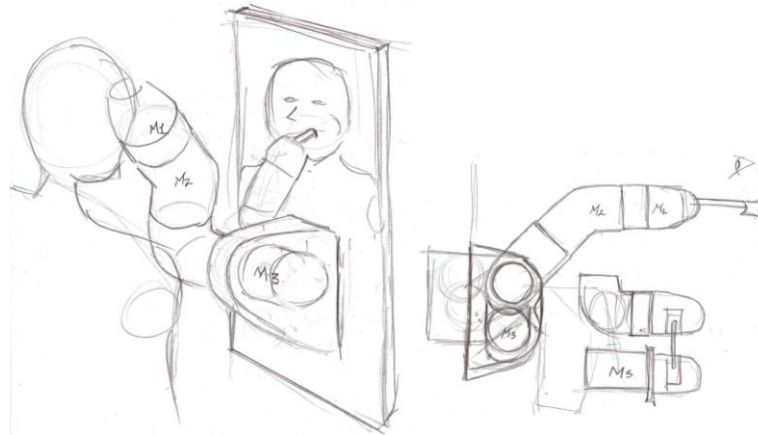


Figura 127. Bocetos para el complejo del cepillo.¹⁶⁷ (M) motor.

Con la experiencia alcanzada durante el desarrollo del proyecto “Dento”, se propone lograr un subsistema más eficiente, reciclando algunos de los componentes para el rediseño funcional. El cepillo debe garantizar soluciones en cuanto al espacio, el peso y el precio, con componentes precisos y firmes, para sentir una presión de las cerdas, en cualquier ángulo de cepillado, suficiente como para no causar dolor ni sensaciones de blandura.

¹⁶⁶ Ibíd.

¹⁶⁷ Dibujo hecho por los autores.

Una mayor distancia en el alcance, permitiría que la flexión de la espalda durante el cepillado fuera solo cuando se requiriera un ángulo frontal en los incisivos, o, si el usuario lo prefiriese, la rotación del tronco, sin una lateralización excesiva.

El ángulo de quiebre del brazo, se plantea como solución para alcanzar mayores rangos de visión, de manera que el brazo extensor pudiese erguirse desde posiciones más bajas, sin afectar el reflejo del usuario frente al espejo. Conviene también el uso de PVC por su precio, y por la posibilidad de brindar una estructura funcional que puede modificarse y ensamblarse, en caso de ajustes.

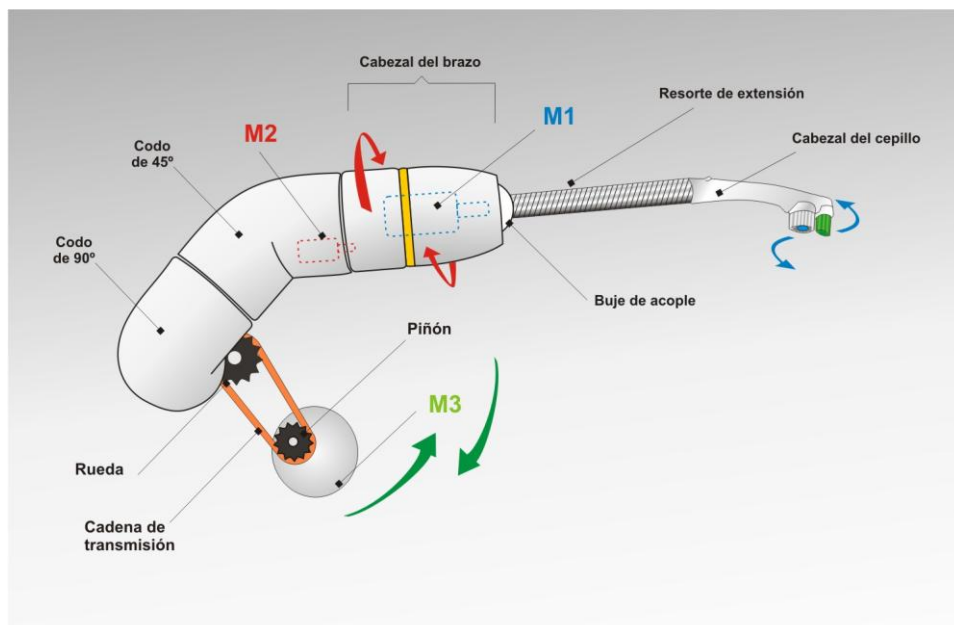


Figura 128. Esquema del subsistema del cepillo. Vemos en la imagen los tres motores que componen al cepillo. M1 es el encargado de generar el movimiento de las cerdas. M2 tiene la responsabilidad de rotar el cabezal del cepillo. M3, gracias a la reducción de la transmisión, puede elevar o bajar el brazo y mantenerlo en esa posición. La cadena en este caso se ajusto aprovechando la excentricidad del eje del motor.¹⁶⁸

El brazo extensor del complejo del cepillo cuenta en esta oportunidad con múltiples modificaciones. El alcance frontal del resorte extensor tiene una diferencia de 10 cm respecto al anterior, lo que le brinda mayor distancia de servicio (30 cm respecto a la pared). Esto mejora también las capacidades de transmisión de la guaya, pues no sufre inclinaciones importantes que puedan frenar la vibración de las cerdas.

¹⁶⁸ Imagen hecha por los autores.

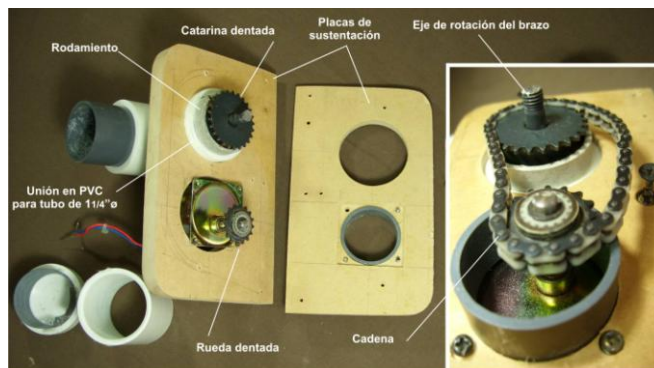
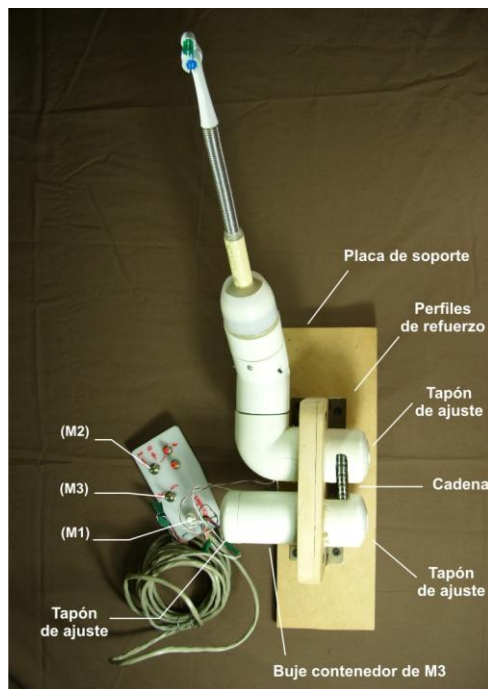


Figura 129. Subsistema del cepillo construido.¹⁶⁹

Los componentes están protegidos por la estructura de PVC, la cual se halla suspendida sobre el perfil lateral, construido en MDF. Este último soporta y sitúa al brazo en el plano de la pared por medio de ventosas.

En la imagen superior izquierda, podemos apreciar la situación espacial de M3, y la transmisión hacia el brazo. También se observa el cable de alimentación eléctrica, unido a una placa blanca con pulsadores rojos; esta fue una interfaz realizada para probar todos los motores en una sola conexión, y simular el comportamiento final que tendría el subsistema. En la imagen superior derecha se muestra el despiece de los componentes de soporte y el mecanismo de elevación.



El cuadrante macho se encuentra en el extremo de la guaya. El cabezal acopla con la pared interna del resorte, y con el cuadrante macho de la guaya; este ajuste tiene una función forzosa, por medio de una pestaña guía, que se encuentra en el cabezal como un canal. Esta restricción se realiza para que el cabezal permanezca apuntando hacia la misma dirección, sin que se deslice.

Figura 130. Detalle del acoplamiento del cabezal del cepillo.¹⁷⁰

¹⁶⁹ Imagen tomada por los autores.

¹⁷⁰ Ibíd.

En el interior del resorte existen tres capas flexibles presionadas, señaladas en la imagen como “capas de amortiguación”; estas son tres: la externa es un revestimiento plástico de manguera de 0.5 mm de espesor, con un corte alrededor de todo su cuerpo, que la resorta. La capa intermedia es una manguera flexible translúcida de 1 mm de espesor.

La capa interna es un resorte de acero inoxidable de 1/8 ”de diámetro, ajustado en el interior de la manguera. Estas capas tienen el mismo comportamiento del foredón, el cual posee tres con características similares a las descritas; cuando la transmisión se probó sin ninguna de las capas, la guaya resortada golpeaba sin control las paredes internas del resorte extensor.

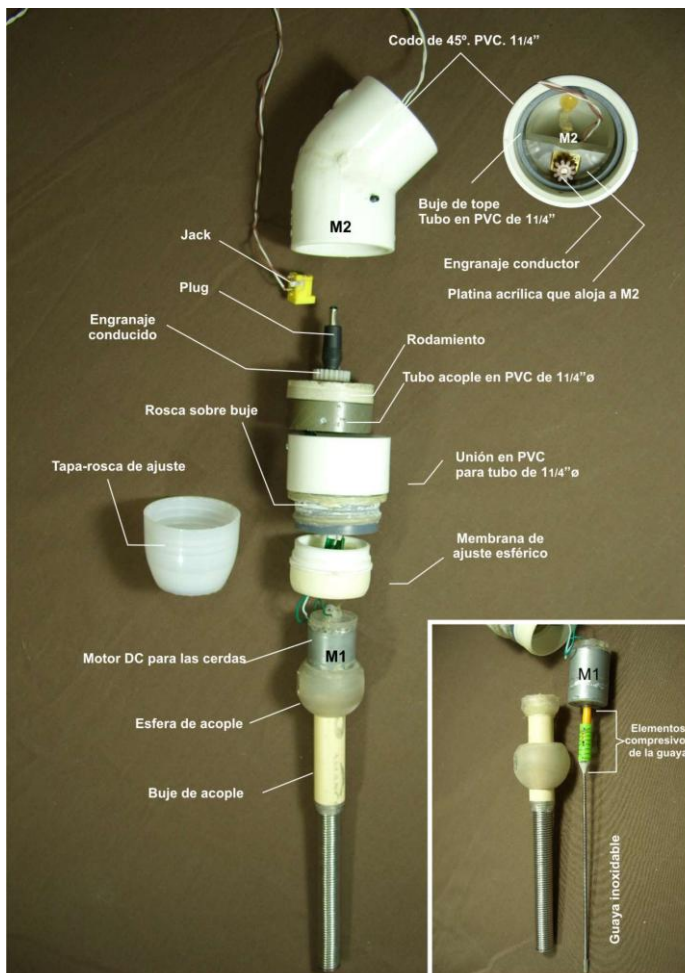


Figura 131. Despiece del cabezal del brazo y del mecanismo de rotación.¹⁷¹

El brazo extensor contiene innovaciones en cuanto a las posibilidades que ofrece con las mejoras implementadas.

La guaya de 1/8” se reemplazó por una inoxidable, de 2 mm de diámetro, que permite mayor flexibilidad, sin que por ello la transmisión de movimiento se detenga; cuenta además con un acople en el motor, que comprime la guaya en todo momento, evitando su fuga por deslizamiento en el cuadrante del cabezal, al flexionarse el resorte extensor.

¹⁷¹ Ibíd.

Los imanes fueron suprimidos como medio para la sustentación de los ángulos de cepillado. Estos presentaban diversas desventajas. La primera, necesitaban gran poder magnético para cumplir a cabalidad con su función, lo que supondría mayor calibre para disponer en un espacio de instalación reducido; el campo magnético interrumpía el movimiento, haciendo que la guaya rozara con las paredes del resorte extensor, lo que fatigaría tarde o temprano el material. Por último, los imanes hacían que la persona desviara su cuello lateralmente mientras lo rotaba, lo cual representa un enorme esfuerzo para cambiar los ángulos de sustentación del cabezal del cepillo.

Ahora la rotación la proporciona el micro-motor M2, sujeto al codo de 45°, por medio de una reducción de engranajes rectos, que se acoplan y desacoplan cuando se ajusta el rodamiento al codo de 45°. Su propósito es controlar con éxito cualquiera de los ángulos del cabezal, tanto los de servicio, como los que el sistema necesite para realizar otras actividades. Esto permite que las cerdas adopten una posición determinada, al momento de su lavado, sin que el usuario asuma posturas incómodas.

El motor M2 tiene una línea de alimentación directa, pero el M1 no. Por esto fue que se planteó el mecanismo que se ve en la figura 120, para evitar que los cables se enredaran. Sin embargo, con este no se lograron resultados óptimos, por lo que se usó un plug acoplado al eje de la rueda, y un jack, sujeto en el interior del codo de 45°, para que actuaran como unas escobillas. Las adaptaciones de los dispositivos vistos en las imágenes fueron realizadas de forma precaria, por lo que la precisión y el ajuste fueron defectos detectados una vez se realizaron pruebas con el subsistema. Fue necesario el replanteamiento de algunas de las piezas con el objetivo de consumir menor espacio, y que además, su método productivo fuera repetible.

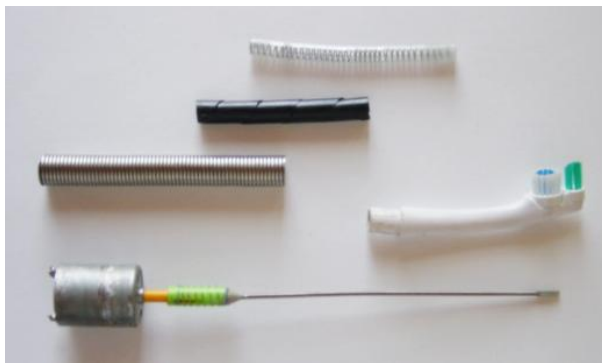


Figura 132. Capas en el resorte.¹⁷²

Despiece del cabezal del cepillo y las capas interiores que protegen la transmisión del movimiento.

¹⁷² Ibíd.

8.3.2.MEDICIÓN DE LA FUERZA DEL CEPILLO.

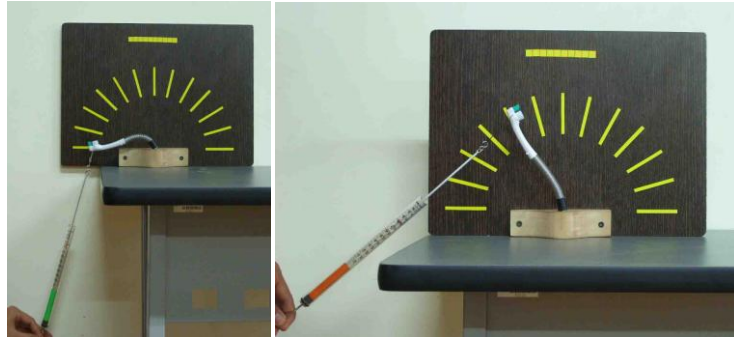


Figura 133. Medición de la fuerza que opone el resorte para deformarse.¹⁷³

Esta medición fue posible con la ayuda del laboratorio de Física 1 de la facultad de ciencias de la Universidad Industrial de Santander. A partir de la forma natural del resorte, se tomó el dato de la fuerza en N con un dinamómetro “phywe” (1 y 2 N). El modelo matemático es muy complejo, por esto se recurrió a la experimentación.

Grados	Fuerza (N) 85 mm LR	Fuerza (N) 65 mm LR
15	0,6	0,75
30	0,75	0,96
45	0,85	1,15
60	0,95	1,3
75	1,1	1,43
90	1,22	1,6

Tabla 41. Fuerza del resorte flexionado. 85 mm se determina como la medida mínima aceptable para la visión binocular. (N) Newton. (LR) Longitud del resorte.¹⁷⁴

Mandíbula	Angulo	Fuerza (N)	Fuerza(kg-f)
Apertura de la mandíbula	17°	0,62	0,06
Angulo entre la cara vestibular y el plano medio de la boca	35°	0,7833	0,08

Tabla 42. Fuerza mínima en función de la anatomía de la mandíbula. Ver la figura 79.¹⁷⁵

¹⁷³ Ibíd.

¹⁷⁴ Tabla realizada por los autores.

¹⁷⁵ Ibíd.

8.3.3. COMPROBACIÓN INFORMAL.

Con algunos de los usuarios contactados, se tuvo la oportunidad de contar con el subsistema del cepillo construido, de manera que se les pedía que realizaran la actividad de cepillado con este. Los controles para el usuario aún no se habían dispuesto, por lo que uno de los entrevistadores accionaba los comandos.



Usuario 7. Diana Gutiérrez.



Las impresiones que obtuvo esta persona fueron positivas, ya que antes había tratado con el problema; su padre intentó construir un soporte para un cepillo convencional, sin embargo, no fue muy útil. Este dispositivo le permite mantener una postura erguida durante todo el evento del cepillado, cosa que no logra con el uso y la elevación de sus pies. Con mucho entusiasmo, manifiesta que sería la primera en comprar este sistema, aunque ese día, se habían apretado sus aparatos de ortodoncia y le causaba dolor el cepillado.

Figura 134. Usuario 7 probando el subsistema del cepillo.¹⁷⁶



Usuario 8. Pedro Pabón.



A pesar de contar con prótesis en sus antebrazos, la labor del cepillado dental se dificulta mucho para esta persona. El dispositivo causa una gran sorpresa y motiva a los entrevistadores por su esfuerzo, con el deseo de adquirir el sistema cuando se haya finalizado. Se le pidió en esa ocasión, que cepillara todas sus superficies dentales, delatándose la necesidad de que el usuario controle la altura de las cerdas mediante el barrido del brazo extensor. Logra también deformar el cepillo para mirarse al espejo.

Figura 135. Usuario 8 probando el subsistema del cepillo.¹⁷⁷

¹⁷⁶ Imagen extraída del material audiovisual recolectado por los autores durante la indagación.

¹⁷⁷ *Ibíd.*



Figura 136. Usuario 9 probando el subsistema.¹⁷⁸.

Usuario 9. Carlos Celis.

Al individuo le agradó el artefacto, y manifestó su comodidad. Nunca había experimentado la sensación de las cerdas accionadas eléctricamente; sin embargo, sintió un mayor efecto de limpieza. Este usuario es muy diestro con sus extremidades residuales, por lo que agregó su desinterés en obtener el sistema, ya que su grado de independencia es elevado; sin embargo, aceptó gustoso aportar su colaboración, para generar conocimiento que permita ayudar a personas más afectadas que él, según su percepción.



Usuario 10. Mauricio Lugo.



Este joven usó el sistema con mayor eficiencia que los demás usuarios. Aprovechó la ventaja de la flexión sin reparar en que el subsistema podría averiarse. Manifestó además su deseo de adquirir la máquina tal cual estaba, al mencionarle sobre los diferentes componentes que harían falta desarrollar. Sugiere además, que el cepillo cuente con un recorrido de vaivén; sin embargo, esta mejora requiere mayor complejidad en la construcción, podría lastimar al usuario al golpearlo pues el recorrido sería variable.

Figura 137. Usuario 10 probando el subsistema.¹⁷⁹.

¹⁷⁸ Ibíd.

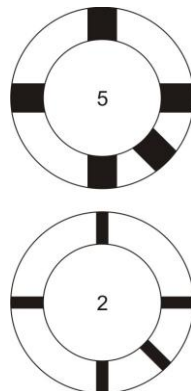
¹⁷⁹ Ibíd.

8.3.4. CORRECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SUBSISTEMA.



Figura 138. Elementos corregidos del subsistema. Los ajustes de los rodamientos fueron más exactos con las piezas torneadas en Duralón.¹⁸⁰

El mecanizado de las piezas fue fundamental para el correcto funcionamiento del mecanismo de elevación del brazo, el mecanismo de rotación del cabezal, y el acoplamiento de las piezas a los tubos estándar de PVC. En la imagen de la derecha, podemos observar que la dirección del motor M3 ha cambiado (incluso se utiliza ahora uno menos robusto, el anterior poseía caja reductora), ya que la transmisión se realiza ahora por tornillo sin-fín corona; esta permite relaciones de fuerza mucho mayores a velocidades bajas.



Para que el cabezal reconociera los ángulos de sustentación, se utilizó un sensor infrarrojo, acoplado en el interior del codo de 45°, que detecta el cambio de contraste en las superficies. Este esquema hace posible que el motor pare cuando detecta una franja negra. La franja de más, fue necesaria para que el sistema lograra saber su posición exacta, en especial cuando se guarda o se corta la energía.

Figura 139. Encoder. “5” y “2” representan el espesor de la franja en mm. Se hicieron de 5 a 2 mm y se probaron para determinar la precisión del giro. Se escogió el de 2 mm. Para mayor información sobre los componentes estándar ver Anexo 9.¹⁸¹

¹⁸⁰ Imágenes tomadas por los autores.

¹⁸¹ Ibíd.

8.3.4.1. Cálculos para el levantamiento del brazo.¹⁸²

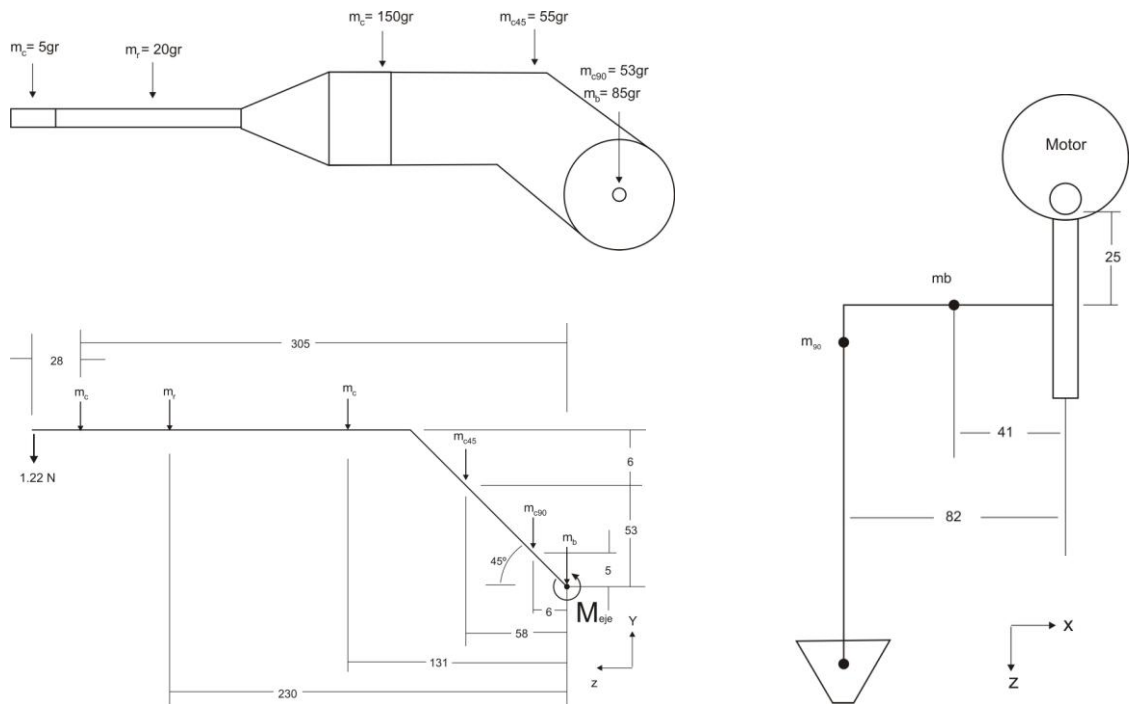


Figura 140. Diagrama de fuerzas del subsistema del cepillo. Vista lateral y superior. Medidas en mm. (mc) masa de cepillo. (mr) masa resorte. (mc) masa cabezal. (mc45) masa codo 45°. (mc90) masa codo 90°. (mb) masa buje. (Meje) momento del eje. 1,22 N es la fuerza máxima medida en el laboratorio de física flexionando al máximo el resorte.¹⁸³

Por sumatoria de momentos tenemos

$$\Sigma M_z = M_{eje} = 1.22N(0.33m) + \left(9.8 \left(\frac{m}{s^2} \right) (5 * 0.35 + 20 * 230 + 150 * 131 + 55 * 58 + 53 * 6) \right) gr * mm$$

$$\Sigma M_z = M_{eje} = 1.22N(0.33m) + (9.8 \left(\frac{m}{s^2} \right) (0.005 * 0.305 + 0.02 * 0.230 + 0.15 * 0.131 + 0.055 * 0.058 + 0.053 * 0.006)) Kg * m$$

¹⁸² Cálculos bajo consulta del docente Ricardo Jaimes, Ms. Ing. Mecánico de la Universidad Industrial de Santander.

¹⁸³ Imagen realizada por los autores.

$$\Sigma M_z = M_{eje} = 0.40626 + 1.583729$$

$$M_{eje} = 1.98999 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Donde M_{eje} es el torque que se genera en el eje del brazo.

Para lograr un buen levantamiento del brazo y mantener la posición final cuando el brazo está extendido, se implementa una transmisión tornillo sin fin corona.

Para seleccionar un motor adecuado, se requiere hallar cuanto torque genera dicha transmisión. El giro del tornillo sin fin debe ser de 72 rpm, que es la misma velocidad del motor, para conseguir un suave levantamiento del brazo.

Se posee un tornillo sin fin de una entrada de 11mm de diámetro primitivo y una corona de 42 dientes y diámetro 50 mm.

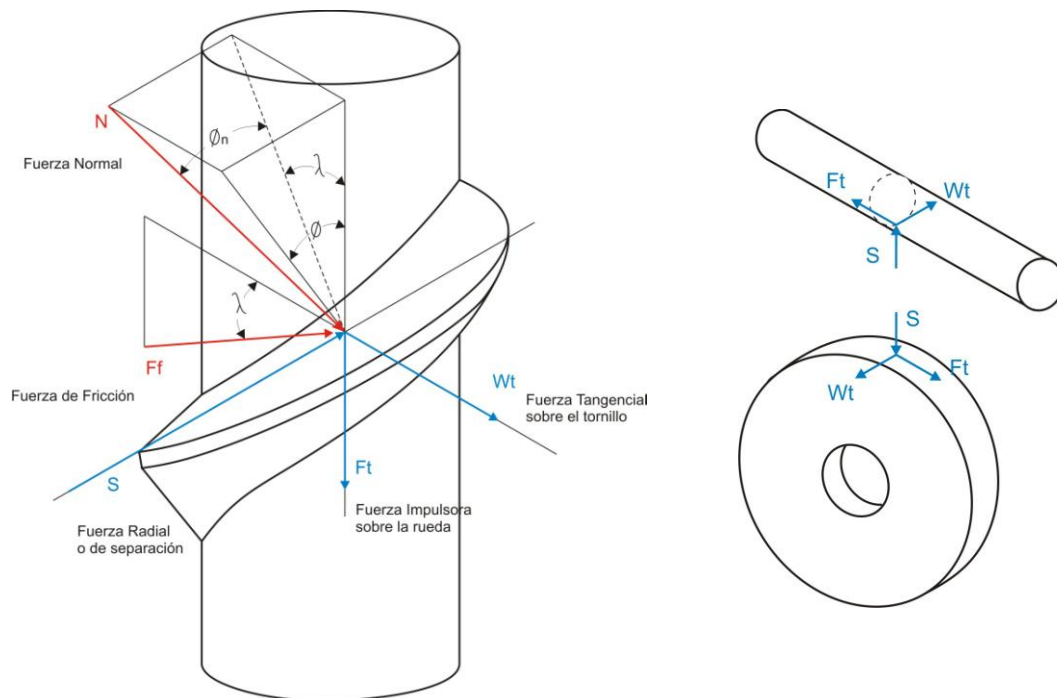


Figura 141. Diagrama de fuerzas del tornillo sin-fin corona.¹⁸⁴

¹⁸⁴ ROJAS G, Hernán. Diseño de Maquinas. Módulo I. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, dpto. de ingeniería mecánica, 1992, p.59 a 72. Imagen modificada e información extraída por los autores.

Relación de velocidad $Z = N_c/N_t$
 $Z = \frac{42}{1}$

Paso diametral de corona $\rho = \pi * D_c/N_c$
 $\rho = \pi * \frac{50mm}{42} = 3.7399 mm$

Avance del tornillo sin fin $L = N_t * \rho$
 $L = 1(3.7399)mm$
 $L = 3.7399 mm$

Angulo de avance del tornillo λ
 $\lambda = \tan^{-1}(L/(\pi * D_{pt}))$
 $\lambda = \tan^{-1}(3.7399/(\pi * 11))$
 $\lambda = 6.17^\circ$

Por tablas a $\lambda = 6.17^\circ$ le corresponde un ángulo de presión normal $\phi_n = 14.5^\circ$

Angulo ϕ_n recomendado (ANSI/AGMA 1993) para coronas con un número mínimo de 40 dientes.

Coeficiente de rozamiento del tornillo sin fin. Para hallar el coeficiente de rozamiento se requiere hallar la velocidad de rozamiento que está en función de la velocidad del tornillo sin fin.

$$V_r = \frac{V_t}{\cos\lambda} (f.p.m)$$

Donde V_r es velocidad de rozamiento, V_t es velocidad tangencial del tornillo.

$$V_t = W * r$$

$$V_t = 72rpm * 0.55cm$$

$$V_t = 72rpm * 0.02ft = 1.44 ft/min$$

Reemplazando.

$$V_r = \frac{1,44}{\cos 6.17} = 1.4483 ft/min$$

Si $V_r < 70$ se utiliza $f = 0.155/V_r^{0.2}$

Si $70 < V_r < 3000$ se utiliza $f = 0.32/V_r^{0.36}$

$$f = \frac{0.155}{1.4483^{0.2}} = 0.143931$$

Conociendo el torque generado por el brazo se puede saber la fuerza sobre la corona donde se acopla con el tornillo.

$$M_{eje} = 1.98999 N * m$$

$$F_c = \frac{1.9899Nm}{0.025m} = 79.6N$$

Con F_c se puede hallar la fuerza tangencial en el tornillo sin fin F_t para obtener de esta forma el torque que necesitaría el motor para el sistema.

$$F_t = F_c(\cos\phi_n \sin \lambda + f \cos \lambda) / (\cos\phi_n \cos \lambda - f \sin \lambda)$$

$$F_t = F_c(\cos\phi_n \sin \lambda + f \cos \lambda) / (\cos\phi_n \cos \lambda - f \sin \lambda)$$

$$F_t = 79.6(0.1045 + 0.1430) / (0.9625 - 0.01546)$$

$$F_t = 20.77 N = 2.12 Kgf$$

$$T_{requerido} = F_t * r_{tornillo} = 2.12 * 0.55cm$$

$$\mathbf{T_{requerido} = 1.16 Kgf * cm}$$

Para un buen desempeño se selecciona un motor DC con caja reductora, con un torque superior al requerido con un factor de seguridad de 3 de tal forma que se ubique entre 3 y 4 Kgf * cm.

8.3.5. SUBSISTEMA DEL DENTÍFRICO.



Figura 142. Válvula de vacío modificada.¹⁸⁵

Esta imagen muestra una válvula convencional de vacío con sistema anti-retorno de bola, usada en el comercio para dispensar líquidos. La crema de dientes se comportó muy bien, pero la fuerza requerida era muy alta. Esta misma fue la que se puso a prueba en la primera experimentación ergonómica.



Figura 143. Dispensador de pasta dental.¹⁸⁶

Este producto es similar al anterior en su comportamiento y función. Posee una rosca de goma para ajustar el dentífrico, y en su interior, el vacío lo ejecuta un pistón, y el anti-retorno un balín. Este producto no se usó finalmente por la fuerza requerida para lograr que la pasta evacuará.



Figura 144. Válvula de membranas.¹⁸⁷

El mecanismo de la imagen proviene de una lata presurizada de crema para afeitarse. El mecanismo es también una válvula anti-retorno, solo que su funcionamiento es por medio de membranas que actúan con la presión ejercida. Esta bomba es muy efectiva, pues la cantidad que depositaba era mucho mayor, pero también lo era la fuerza requerida.

¹⁸⁵ Ibíd.

¹⁸⁶ Ibíd.

Fueron muchos los inconvenientes encontrados en las bombas de vacío para rechazar su adaptabilidad. En primer lugar, la fuerza requerida era muy grande para sacar una pequeña cantidad de crema en un recorrido corto, sin contar con la posible adaptación de una manguera para transportarla; y los mecanismos encontrados no permitían una adaptación sencilla para que un actuador los oprimiera. Otro inconveniente era el aire, o en otras palabras, la manera como el subsistema debía permanecer hermético, ya que al secarse la crema, obstruía los mecanismos de las válvulas.

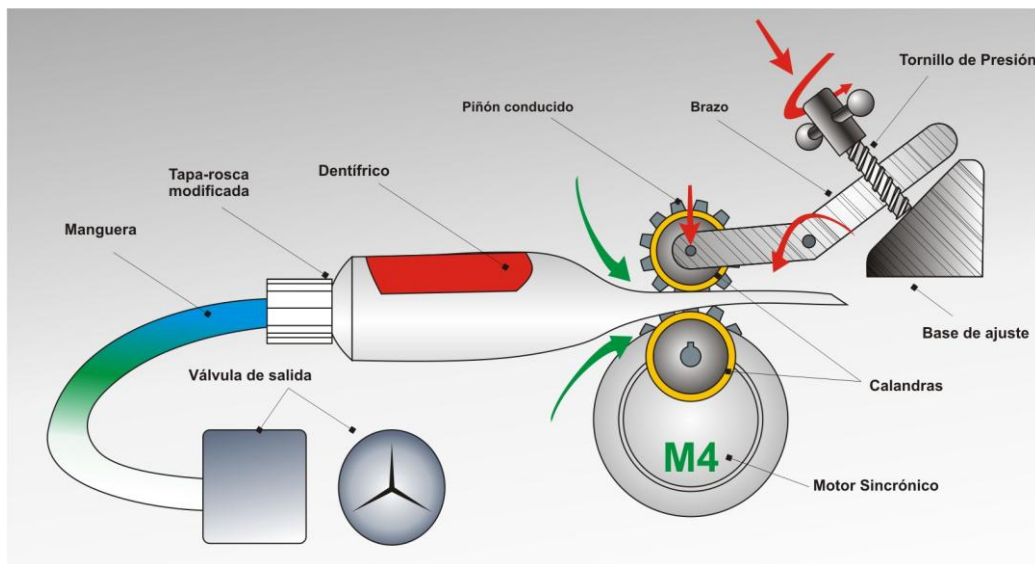
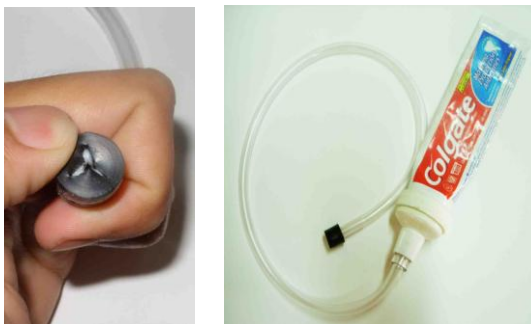


Figura 145. Esquema del subsistema del dentífrico. El motor M4 proporciona la potencia para impulsar al rodillo, y este a su vez, al cilindro conducido. Gracias al ajuste del tornillo, el mecanismo lamina el empaque del dentífrico, presionándolo para que evacue el contenido y lo conduzca por la manguera hasta la válvula de salida.¹⁸⁸



Este pequeño diafragma está hecho en silicona, y actúa como una válvula anti-retorno, cortando el flujo de pasta cuando ha cesado la presión que empuja hacia el exterior el contenido, y protegiendo a la crema del aire.

Figura 146. Válvula de salida.¹⁸⁹

¹⁸⁷ Ibíd.

¹⁸⁸ Imagen realizada por los autores.

¹⁸⁹ Imagen tomada por los autores.



Figura 147. Subsistema del dentífrico construido. ¹⁹⁰

El subsistema esta todo construido en aluminio, salvo por los elementos estándar (rodamiento, tornillería, engranajes, resortes y tornillo de sujeción). EL eje de la calandra móvil posee dos resortes de torsión, que ayudan a mantener este cilindro en una posición fija. Anteriormente este tornillo no se había planteado, dejando la responsabilidad de la presión a los resortes de torsión, pero en la comprobación, la fuerza se disipaba y el empaque no lograba exprimirse, de manera que la crema obligaba a los engranes a separarse. El tornillo fue entonces necesario para evitar que el empuje del dentífrico al ser laminado desacoplara los cilindros.

Debido a la textura lisa del empaque de dentífrico, la superficie, que se había planteado lisa también, fue cambiada por la rugosidad de la lija; esto debido a que durante algunas pruebas, el empaque se deslizaba y el laminado no continuaba con su avance; esto ocurría también con las burbujas de aire.

8.3.5.1. Cálculos para el sistema de aplicación del dentífrico.

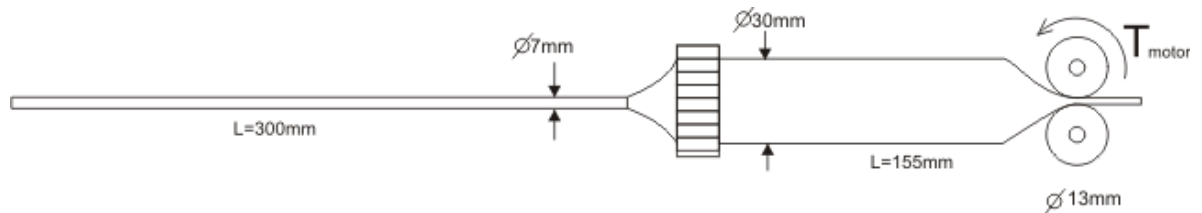


Figura 148. Esquema del subsistema del dentífrico. ¹⁹¹

¹⁹⁰ Imagen realizada por los autores.

¹⁹¹ Ibíd.

El rango de viscosidad en cremas dentales está entre los 5.000 – 400.000 *centipoise*. Cuando una pasta dental posee una viscosidad superior a 60.000 *centipoise* se clasifica como de alta viscosidad.¹⁹²

Unidades de viscosidad. $1 \text{ poise} = 100 \text{ centipoise} = 0.1 \text{ Pa} \cdot \text{seg}$

Se requiere calcular la fuerza necesaria para hacer fluir la crema a través de su propio tubo y de la manguera. Para este caso se emplea la siguiente fórmula para hallar la resistencia hidrodinámica.¹⁹³

$$R = (8\mu * L)/\pi r^4$$

Donde. μ = Coeficiente de viscosidad ($\text{Pa} \cdot \text{seg}$)

L = Longitud del tubo

r = Radio del tubo

Cabe aclarar que estos cálculos se harán tomando a la crema como un fluido newtoniano, para aproximar el modelo matemático. Como se tienen dos tubos, el de la crema y la manguera, estos dos elementos generan dos resistencias hidrodinámicas diferentes que se pueden sumar por estar conectados en serie.

$$R_t = R_1 + R_2$$

Para garantizar que se dispense la crema se toma el coeficiente más elevado el cual es de 400.000 *centipoise* para cubrir la mayoría de estos productos.

$$R_1 = 8(400 \text{ Pa} \cdot \text{s}) * 0.155\text{m}/\pi(0.015\text{m})^4$$

$$R_1 = 3118650934 \text{ Pa} \cdot \text{seg}/\text{m}^3$$

$$R_2 = 8(400 \text{ Pa} \cdot \text{s}) * 0.3\text{m}/\pi(7/1000\text{m})^4$$

$$R_2 = 1.2727 \times 10^{11} \text{ Pa} \cdot \text{seg}/\text{m}^3$$

$$R_t = 1.3038 \times 10^{11} \text{ Pa} \cdot \text{seg}/\text{m}^3$$

¹⁹² Datos expuestos en la patente 6869595, tomado de la página web <http://www.freepatentsonline.com>.

¹⁹³ Fórmulas tomadas de la página <http://www.resueltoscabc.com.ar>, documento digital: pdf T2-4.

Con este valor se puede hallar la potencia que se requiere para hacer fluir la pasta dental.

$$P \text{ (watts)} = Q * \Delta p = R * Q^2$$

Donde Δp es la diferencia de presiones y Q es el caudal que circula en m^3/seg

El caudal que se considero para lograr una cantidad suficiente de crema sobre las cerdas del cepillo dental, es de $7.1428 \times 10^{-8} \text{ (} m^3/seg \text{)}$

Entonces la potencia que se requiere para conseguir la aplicación seria

$$P = 1.3038 \times 10^{11} * (7.1428 \times 10^{-8})^2$$

$$P = 6.6519 \times 10^{-4}$$

Para conocer el torque que requiere el sistema de rodillos que van a comprimir el tubo de crema se realiza las siguientes operaciones.

$$P_{sistema} = R_t * Q$$

Donde $P_{sistema}$ es la presión que se debe ejercer sobre el tubo de crema.

$$P_{sistema} = (1.3038 \times 10^{11} \text{ Pa} * \text{seg}/m^3) * (7.1428 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{seg})$$

$$P_{sistema} = 9312.85 \text{ Pa} = 949.65 \text{ Kgf}/m^2$$

El área de la sección del tubo de crema es de $7.0685 * 10^{-4} \text{ m}^2$.

$$P = F/A$$

$$F = (949.65 \text{ Kgf}/m^2) * (7.0685 * 10^{-4} \text{ m}^2)$$

$$F = 0.6712 \text{ Kgf}$$

$$T = F * r \quad T = 0.6712 \text{ Kgf} * 0.65 \text{ cm} \quad T = 0.4362 \text{ Kgf} * \text{cm}$$

Donde T es el torque requerido en los rodillos y r es el radio de dichos rodillos. De acuerdo con estos datos necesitamos un motor con una potencia y un torque superior a los valores hallados. Se propone acoplar un motor con reducción para un buen desempeño.

8.3.6. SUBSISTEMA DEL AGUA.



Figura 149. Electroválvulas.¹⁹⁴

El agua de servicio anteriormente funcionaba con una electroválvula convencional para lavadora, observada a la derecha, en la imagen superior. Debió remplazarse por una de mayor soporte, ya que la anterior a presiones muy altas presentaba fugas, y su ajuste en una estructura para fijarla era engorroso debido a la situación espacial de sus tronillos y a que el agua de entrada provenía de una manguera convencional de 1" para jardinería.

No es muy común que la presión de entrada averíe este tipo de electroválvulas, sin embargo, es necesario que al pensar en un sistema conjunto que va a coexistir con elementos eléctricos y electrónicos, exista la certeza de que los componentes nunca van a fallar. La presión del agua en la red de distribución varía entre 130 a 260 Kpa (20 a 40 Lb/in²)¹⁹⁵, por lo que fue preferible remplazar este componente.

La electroválvula E.B.C., vista en la imagen superior a la izquierda, en cambio presenta muchas ventajas; posee un cuerpo acerado que soporta mayores presiones de entrada, y las mangueras que pueden utilizarse son mucho más flexibles y pequeñas (racor en bronce de 1/4" NPT, salida de 1/8"). La conexión eléctrica posee además una carcasa protectora que puede girarse, y conexión polo a tierra para evitar que la energía circule por el agua del flujo.

¹⁹⁴ Imagen tomada por los autores.

¹⁹⁵ GLYNN, Henry, et al, Ingeniería Ambiental, segunda edición: México: UNAM, 1996, p. 410. E-book encontrado en el sitio web <http://books.google.com.mx>.



Figura 150. Válvulas de paso.¹⁹⁶

Aunque este tipo de electroválvulas de uso industrial resiste de sobra la presión de entrada de una red de aguas residenciales, esta misma presión es inconveniente para el agua de servicio que necesita el usuario para jugar su boca y el cepillo para limpiar las cerdas.

Es por esto que antes de la electroválvula, se necesita reducir el caudal de entrada, por tanto, la presión de entrada, mediante una válvula de paso de accionamiento mecánico. Por experimentación, todas las válvulas de paso de la imagen superior fueron probadas. Sin embargo, la válvula de aguja “mindman” para control de flujo, en la parte superior izquierda, poseía conexiones similares a las de la electroválvula y ocupaba un espacio reducido.



Figura 151. Enjuague y lavado. El accionamiento para el enjuague se realizaba por la palanca blanca sujeta a la poceta. Cuando el usuario apagaba el sistema, el cepillo se recogía para ser lavado en la misma trayectoria de agua.¹⁹⁷

La imagen de la derecha corresponde al prototipo final; el mismo principio del subsistema anterior, la diferencia radicaba en la salida en cascada del agua, activada por un botón a la altura del pie. Este planteamiento fue descartado por sus inconvenientes. Necesitaba de mucha precisión para efectuar a cabalidad las dos tareas, y como la presión de salida debía ser la suficiente como para no dejar al usuario empapado, el cepillo de dientes nunca quedaba limpio del todo.

¹⁹⁶ Imagen tomada por los autores.

¹⁹⁷ Imágenes tomadas del material audiovisual recopilado durante la primera experimentación ergonómica. La última imagen fue tomada por el D.I. Juan Carlos Moreno, docente del taller de Diseño Industrial VII.

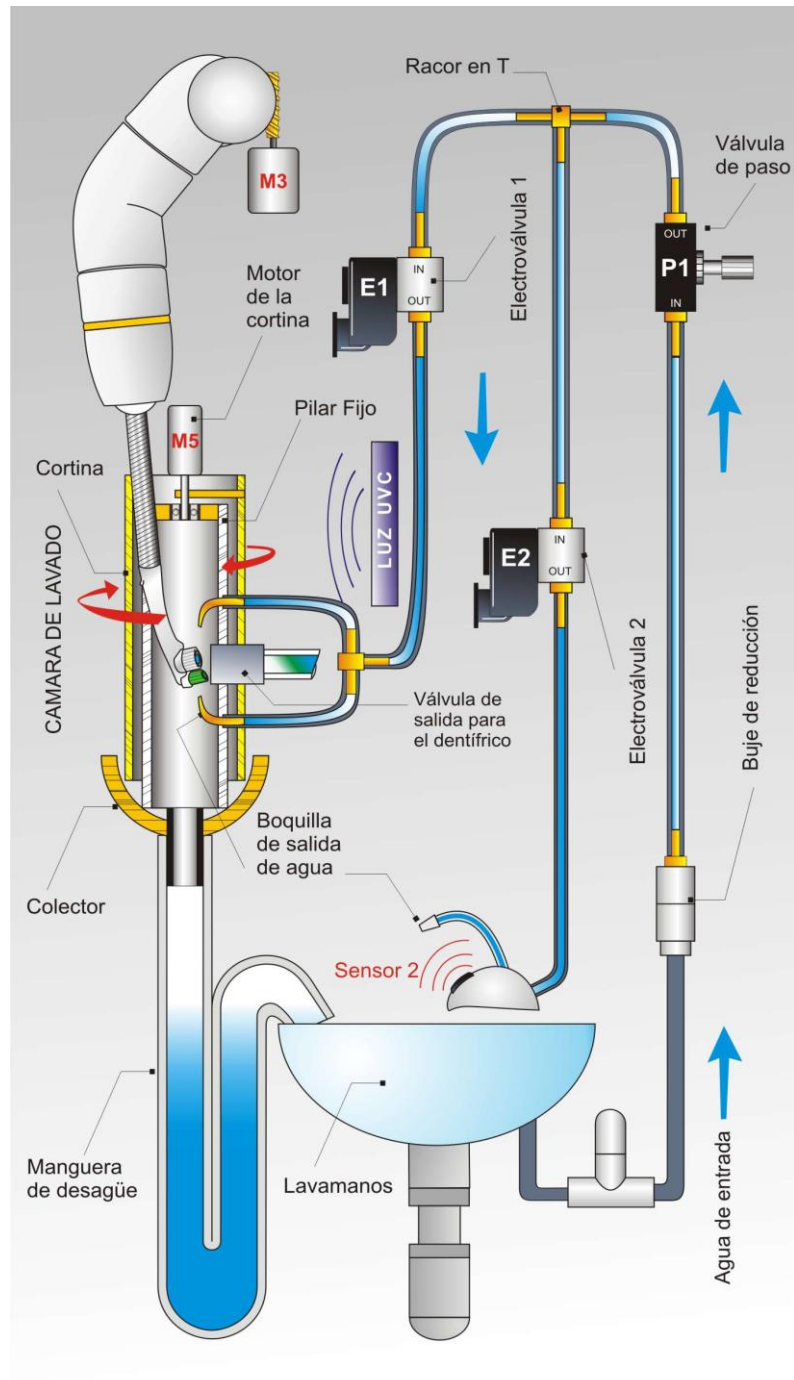


Figura 152. Esquema del subsistema del agua. El agua de entrada es regulada por la válvula de paso, para llegar luego a las electroválvulas, una dirigida al lavado de las cerdas, y otra, al enjuague para el usuario. La salida del agua se completa en el lavamanos, donde se completa el desagüe.¹⁹⁸

¹⁹⁸ Imagen realizada por los autores.



Figura 153. Cámara de lavado construida. La cortina es un elemento que requirió de una gran labor para lograr precisión en el movimiento. Como el motor es fijo, se necesitaba de una ranura en la parte superior para impedir obstaculizar el recorrido.¹⁹⁹



Figura 154. Válvula de salida del dentífrico. A un costado y en la parte superior, se encuentran las salidas de las boquillas de agua, cuyo extremo se aplanó y redujo.²⁰⁰



Figura 155. Elemento para el enjuague. Esta pequeña carcasa ensamblada contiene al sensor de proximidad y a una boquilla de salida para agua. En la tapa inferior, posee una ventosa para acoplar a una superficie lisa como las del lavamanos, un dispositivo acoplable para atornillar, y una salida para el agua, debido a un pequeño orificio que funciona como desahogo para la presión, ofreciendo una trayectoria de agua suave.²⁰¹

¹⁹⁹ Imagen tomada por los autores.

²⁰⁰ Ibíd.

²⁰¹ Ibíd.



Figura 156. Luz UVC.

En la imagen se observa un tubo incandescente de 4 watts, para realizar comprobaciones de funcionamiento. La base se consigue fácilmente en el comercio, y se puede acoplar al tubo UVC, de las mismas dimensiones.²⁰²

8.3.6.1. LUZ ULTRAVIOLETA

La retención y sobrevivencia de microorganismos orales en el cepillo dental representa una posible fuente de re-contaminación de la boca, convirtiéndolo en potencial introductor de patógenos a la cavidad oral. El uso prolongado del cepillo, el incremento de gérmenes en el mismo, y una exposición oral prolongada pueden causar infecciones tales como la caries, la gingivitis y la estomatitis.

Estos microorganismos pueden transferirse de diversas fuentes, tales como del aerosol emanado del inodoro, de los dedos de la persona, de los sitios húmedos del cuarto de baño y en general del medio ambiente.

“En algunos estudios se ha determinado que los microorganismos más frecuentes en un cepillo dental en uso son los siguientes: *Streptococcus* spp, *E.coli*, *Micrococcus* spp, *Staphylococcus albus*, *Corynebacterium* spp, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Bacillus subtilis*, *Difteroides* spp, *Moraxella morgani*, *Enterococcus cloacae*.”²⁰³

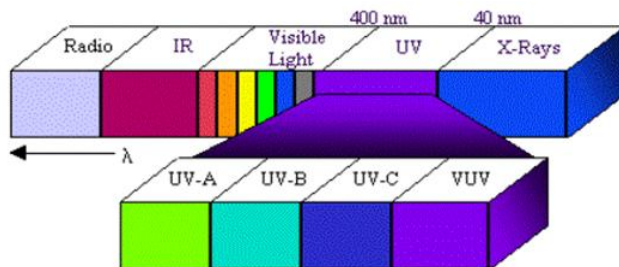


Figura 157. Espectro de luz UV.

Las longitudes de onda específicas responsables de esta acción se conocen como UV-C; se sitúan entre 240 a 280 nanómetros con una longitud de onda máxima de 265 nm.

²⁰² *Ibíd.*

²⁰³ OBANDO G.A., TORRES K.E. Efecto del triclosán sobre el biofilm del cepillo dental. Revista Estomatológica Herediana. Disponible en el sitio web <http://www.Scilo.org>.

Dentro de los métodos de desinfección actual se encuentra el proceso germicida por luz ultravioleta, siendo uno de los más sencillos, libre de químicos, barato y con un mantenimiento muy bajo. La luz UV germicida utiliza lámparas de onda corta, con presión de vapor de mercurio, las cuales producen longitudes de onda que son letales a los microorganismos.

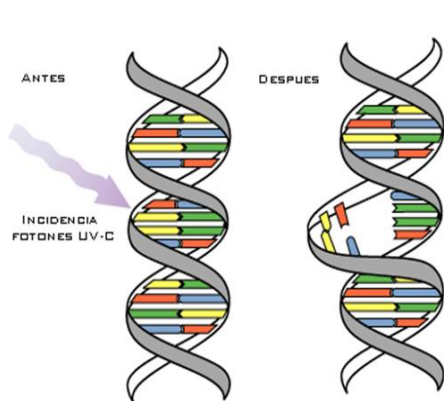


Figura 158. Espectro de luz UV.²⁰⁴

Aproximadamente el 95% de la energía ultravioleta emitida por las lámparas germicidas está en la línea de resonancia de mercurio, de 254 nm. Esta longitud de onda está en la región de efectividad máxima, es muy letal para los virus, bacterias, esporas de hongos y microorganismos superiores, alterando el ADN al absorber los fotones UV, lo que causa una reacción fotoquímica irreversible, la cual inactiva y destruye las células, evitando así su reproducción.

El grado de destrucción microbiana es producto del tiempo de irradiación y la intensidad, que es la cantidad de energía por unidad de área (salida en watts sobre el área superficial de la lámpara). Este producto de intensidad y tiempo es conocido como “dosis” y se expresa en microwatt por segundo por centímetro cuadrado (mwsec/cm²). Esto también se puede expresar como mJ/cm².

Especies	Dosis (mJ/cm ²)
Bacillus subtilis (spore)	12.0
Clostridium tetani	4.9
Legionella Pneumophilla	2.04
Pseudonomas aeruginosa	5.5
Streptococcus feacalis	4.5
Hepatitis A virus	11.0
Hepatitis Poliovirus	12.0
Saccharomyces cervisiae	6.0
Infectious pancreatic necrosis	60.0

Tabla 43. Requerimientos de dosis. Valores de la destrucción del 90%. (J) Julios.²⁰⁵

²⁰⁴ Ibíd.

²⁰⁵ Ibíd. Tabla extraída y modificada por los autores.

Dosis mJ/cm ²	Reducción en número de vidas de microorganismos
5.4	90.0%
10.8	99.0%
16.2	99.9%
21.6	99.99%
27.0	99.999%

Tabla 44. Dosis para el “E.coli” transmitido por agua = 5,4 mJ/cm². (J) Julios. ²⁰⁶



Figura 159. Tubo de luz UVC. ²⁰⁷

G4T5 / F4T5 UV.

Bulb Ecoquest Fresh Air Germicidal UVC.

Precio: 11.500 pesos

El tubo uv-c empleado para realizar la esterilización (G4T5UV) es de 6 watts con un área superficial de lámpara de 22.86 cm².

Para lograr un alto grado de desinfección se contempla manejar una dosis de 100 mJ/cm² para cubrir la mayoría de especies de microorganismos. Para cumplir esta dosis se requiere entonces una exposición de 7 minutos aproximadamente dentro de la cámara de lavado para desinfectar el cepillo dental.

NORMAS DE SEGURIDAD

- Limitar o minimizar el tiempo de exposición a la luz UV.
- Verificar que la instalación sea adecuada y realizada por un especialista en este tipo de elementos.
- Reducir y controlar el área de superficie sobre la que inciden estas radiaciones, encerrándola o limitándola lo máximo posible

²⁰⁶ Ibíd. Tabla extraída y modificada por los autores.

²⁰⁷ Imagen extraída del sitio web: <http://www.lightspectrumstore.com>

- Las fuentes de LUV-C se deben ubicar en compartimientos que permitan aislar la fuente en forma adecuada, mediante mámparas o cortinas especiales, con el fin de evitar la dispersión de radiación ultravioleta hacia otras áreas.
- Debe evitarse cualquier exposición innecesaria aún con los ojos y la piel cubiertos, para ello es indispensable implementar sistemas de encendido o apagado de protección. Nunca debe mirarse directamente la fuente de emisión.
- Es muy importante que las lámparas sean limpiadas periódicamente con alcohol y se verifique su efectividad con cierta frecuencia, al menos anual.
- Para usar la luz ultravioleta es necesario el uso de una adecuada protección personal en particular la de los ojos. Utilizar pantallas faciales o gafas de seguridad específicamente diseñadas para proteger frente a estos riesgos (norma Icontec 1836 o Norma europea EN170). Existen en diferentes colores (claro, amarillo, gris) de acuerdo con la protección ofrecida por longitud de onda. Las referencias y modelos varían según los proveedores y requisitos de la tarea. Algunas referencias disponibles en Colombia son la KxGR Marca Aerosafety y la AR 033G Marca Arseg
- La radiación ultravioleta, debido a que penetra poco, afecta solamente el ojo y la piel. Las lesiones oculares se deben a la acción térmica y el daño cutáneo se debe sobre todo a reacciones fotoquímicas. Los efectos de la exposición crónica incluyen envejecimiento acelerado de la piel.²⁰⁸

Para mayor información sobre los elementos estándar utilizados en todos los subsistemas, por favor consultar el anexo 9.

²⁰⁸ ASZ MRCG Normas de higiene y seguridad Ultravioleta 4Vicerrectoría Administrativa Departamento de Seguridad Social Programa de Prevención de Riesgos Ocupacionales

8.3.7.LA CARCASA.

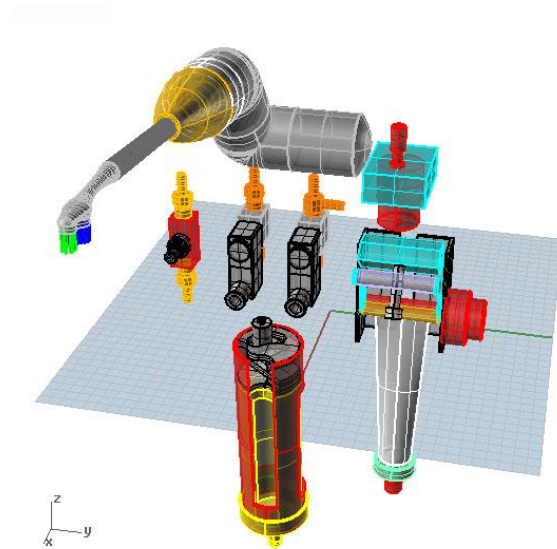


Figura 160. Partes modeladas.²⁰⁹

La prioridad en esta etapa del proceso fue la de realizar de manera detallada las piezas en virtuales, una vez los subsistemas estuviesen funcionando correctamente (en la imagen se observan las piezas más importantes del sistema total).

De esta manera, se lograría disponer de diferentes ubicaciones, con el objetivo de reducir el espacio final necesario, ya que esto afecta de manera directa la forma final de la carcasa que protegerá al sistema en total.

Con la manipulación de los elementos de interrelación formal, se buscaba la configuración de una forma final armoniosa, utilizando relaciones simétricas y superficies suaves de simples y doble curvatura, teniendo siempre presente la dependencia que poseían entre sí los subsistemas; por ejemplo, el subsistema del dentífrico fue planeado para que el usuario tipo 2, pudiese manipular el mecanismo para hacer intercambios, lo que implicaba el acceso de esta persona al subsistema, manteniendo a la vez la unidad y la coherencia.

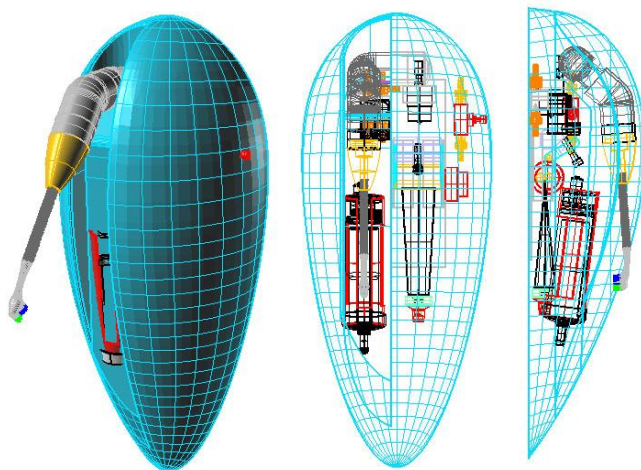


Figura 161. Alternativa 1.²¹⁰

“**Colmillo**”. Esta forma se asemeja a una gota de agua, o más cercano al caso de estudio, a un diente canino. Armoniosa y simétrica, con un fuerte peso visual en la derecha producto de la disposición del brazo; sin embargo, el espacio inferior es muy reducido, lo que obliga a la cámara de lavado a inclinarse.

²⁰⁹ Archivos digitales modelados con el software “Rhinceros V4” (licencia académica). Imagen tomada por los autores.

²¹⁰ *Ibíd.*

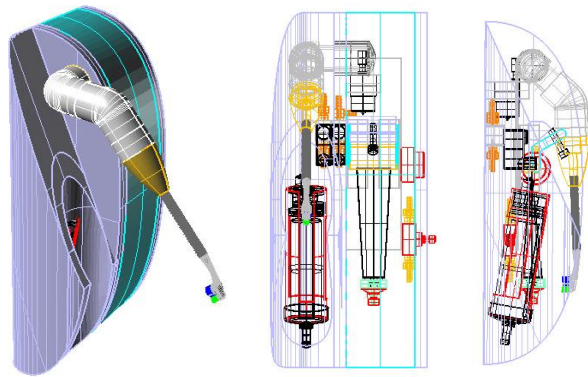


Figura 162. Alternativa 2.²¹¹

“**Cabina**”. Mucho más rígida que la alternativa anterior, se utilizan superficies de curvatura simple para albergar los componentes, separando al subsistema del dentífrico para crear un compartimento de fácil acceso para el usuario tipo 2. Esta alternativa renuncia a la simetría y a la coherencia formal.

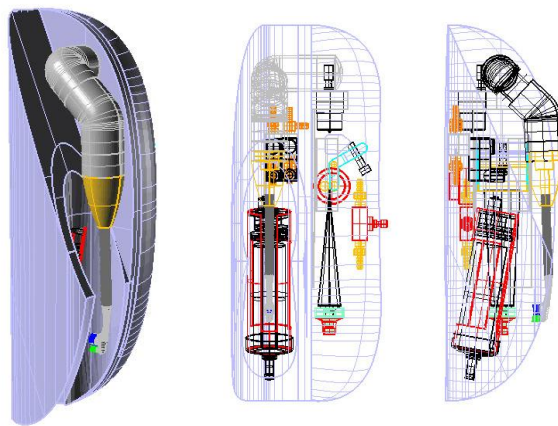


Figura 163. Alternativa 3.²¹²

“**Cabina 2**”. El corte que permite bajar al brazo hacia la cámara de lavado es similar al anterior. En este caso, la situación espacial del subsistema del cepillo cambio para rotar y ocupar menos espacio, pero, esta misma razón dificulta dispensar el dentífrico, por la pared que separaría a los subsistemas.

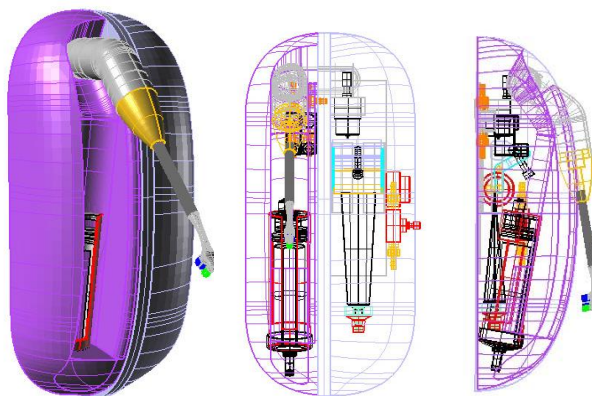


Figura 164. Alternativa 4.²¹³

“**Semilla**”. La forma de esta alternativa se asemeja a una semilla de café. Su relación es simétrica y rompe tal situación con la ubicación excéntrica del brazo, y su huella formal en la carcasa. Las superficies, son resultado de la adición entre el rectángulo y el círculo.

²¹¹ Imágenes realizadas por los autores.

²¹² Ibíd.

²¹³ Ibíd.

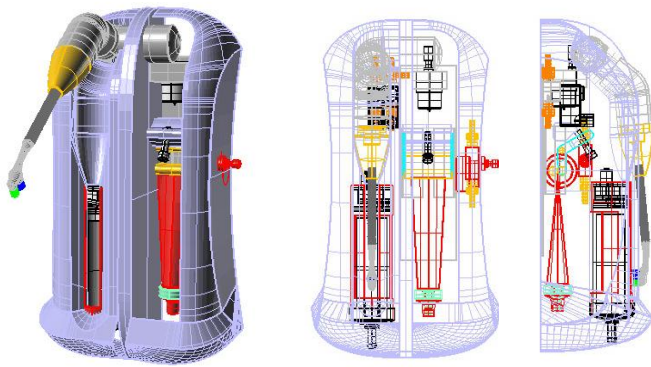


Figura 165. Alternativa 5.²¹⁴

“**Cafetera**”. Forma de apariencia robusta, con detalles que fortalecen la forma y transmiten el mensaje de protección. A partir de la elipse, dos arcos fueron sustraídos para conformar los cortes laterales. A la izquierda, se encuentra el acceso para el subsistema del dentífrico.

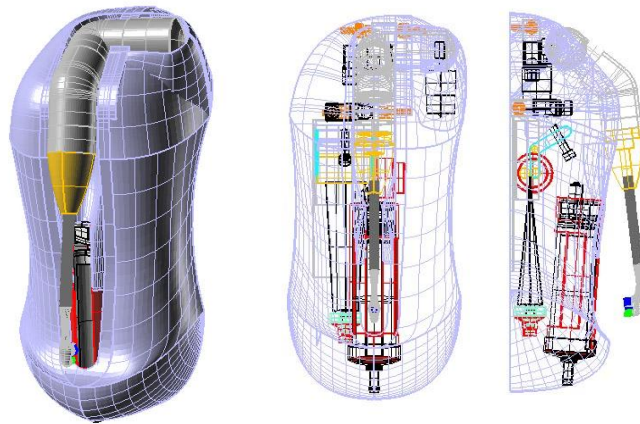


Figura 166. Alternativa 6.²¹⁵

“**Mani**”. La intersección de los arcos esta vez presenta una transición suave en la elipse base. La forma se divide en tres superficies principales cuyas uniones forman aristas agudas redondeadas. En esta ocasión, el mecanismo de elevación esta descubierto, y descansa sobre una forma que lo sostiene y se une con la carcasa.

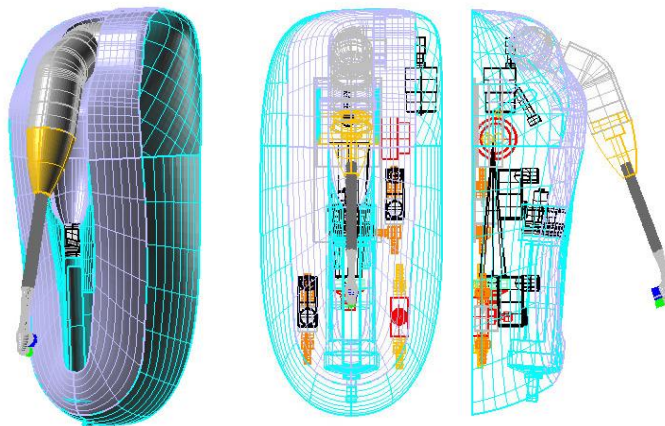


Figura 167. Alternativa 7.²¹⁶

“**Pulgar**”. La curvatura parte de la base plana en la pared y se cierra hasta encontrarse con la cortina de lavado. La situación del subsistema del cepillo queda centrada, y la simetría se mantiene; sin embargo, el mecanismo de elevación obliga a la superficie a deformarse.

²¹⁴ Imágenes realizadas por los autores.

²¹⁵ Ibíd.

²¹⁶ Ibíd.

8.3.7.1. CONSTRUCCIÓN CONTROLADA DE LA FORMA

Con base en el conocimiento adquirido de la construcción de las formas necesarias, contempladas en las anteriores alternativas, puede observarse que la asimetría del brazo respecto de la carcasa es una ventaja, debido a la interferencia que puede ocasionar el mecanismo de elevación; también lo es por la situación de los tres subsistemas, ya que al estar el subsistema del cepillo excéntrico, necesariamente la cámara de lavado necesita estar alineada con este, lo que ofrece en la parte derecha la posibilidad de que el subsistema del dentífrico este presente; este último se propuso en la parte derecha, debido a que la idea para el acceso del usuario necesita de un mecanismo corredizo para que el dentífrico quede al descubierto, y la mayoría de la población es diestra.

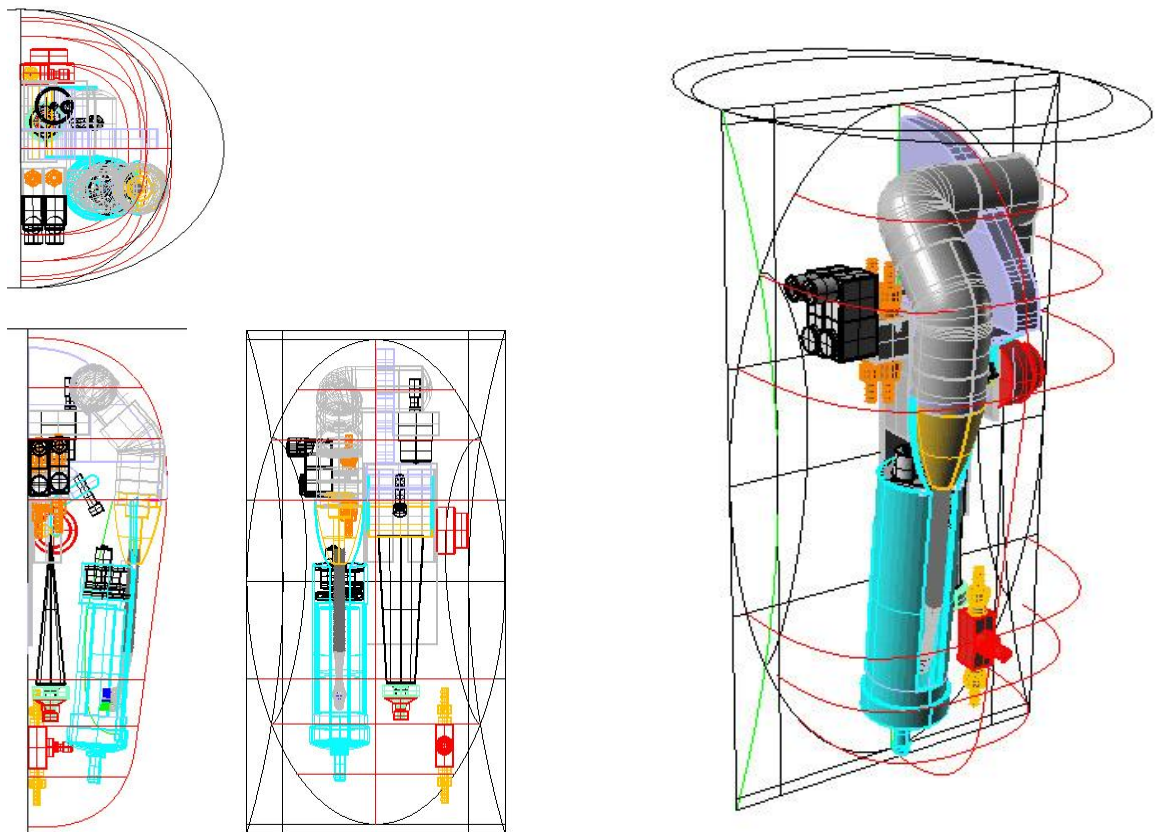


Figura 168. Construcción controlada de la forma. Los subsistemas se encuentran inmersos en un marco áureo tridimensional, formado por las líneas de construcción que modelaran la forma básica.²¹⁷

²¹⁷ Imágenes realizadas por los autores.

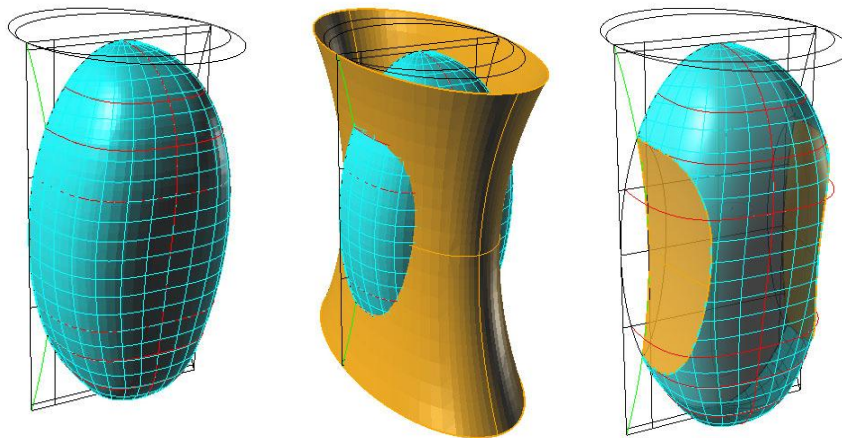
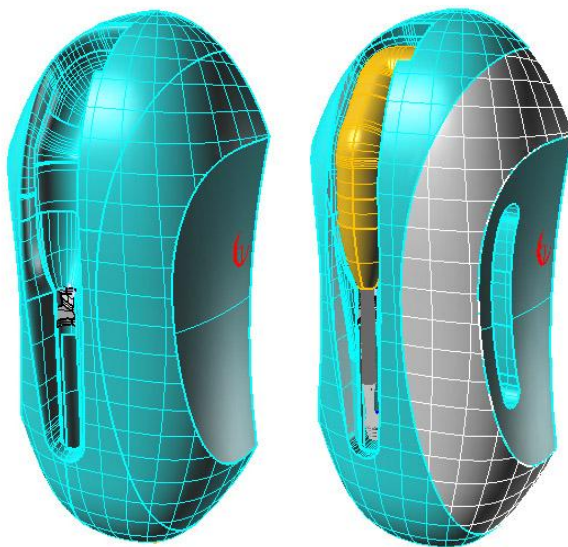


Figura 169. Corte de la forma base.²¹⁸

El elemento resultante de la jaula de alambre vista en la figura anterior, es la mitad de un elipsoide deformado, cuya superficie distal se encuentra aplanada. A esta forma se necesitó sustraerle material, para darle liviandad. Sin embargo, con el perfil de corte requerido, se construyó una superficie recta de corte, pero no se obtuvo el efecto deseado. Con el mismo perfil, junto con una elipse de iguales proporciones, se construyó lo que se conoce como “silla de montar”, con la que finalmente se realizó la figura sustrayendo e intersecando las superficies.



Posteriormente al objeto se le sustrajo la huella del subsistema del cepillo, que le permite una superficie de descanso al mismo, en el momento en el que el cabezal del cepillo de dientes quedara en el interior de la cámara de lavado.

Ahora bien, la manija que se ve en la figura de la izquierda, fue necesaria para darle al usuario la comunicación de la acción, sin interferir con formas en sobre-relieve, que alterasen la continuidad de la superficie.

Figura 170. Configuración Forma final. En la imagen, el motor interfiere en la superficie.²¹⁹

²¹⁸ Imágenes realizadas por los autores.

²¹⁹ Ibíd.

8.3.7.2. IMAGEN DE MARCA

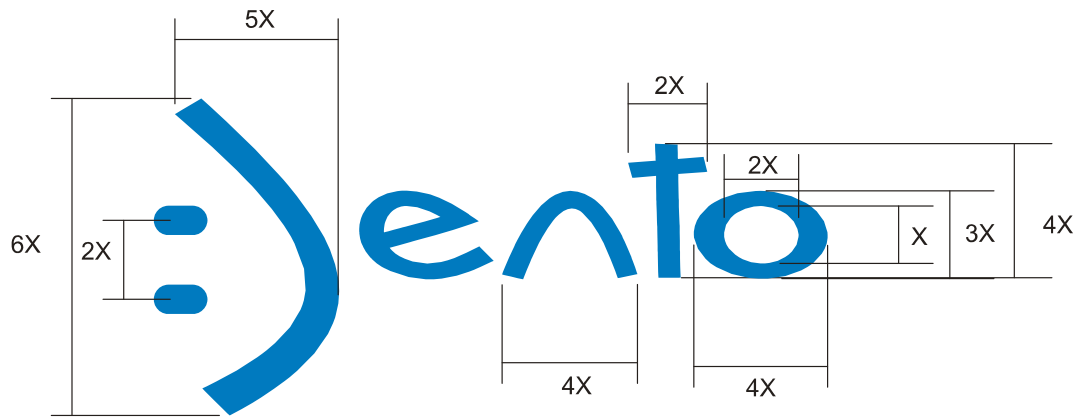
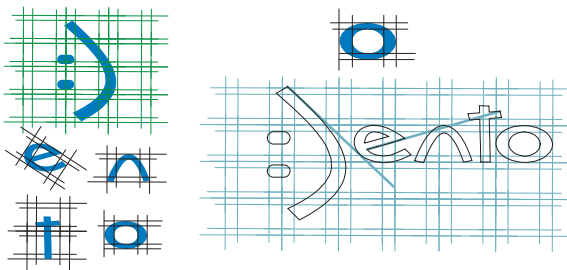


Figura 171. Proporciones del logotipo.²²⁰

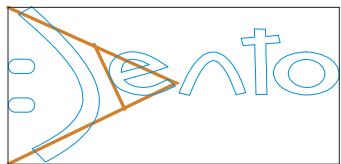


La medida horizontal y vertical de la letra "o" se dibujo en una cuadrícula mostrando la proporción en todo el logo, manteniendo coherencia en el tamaño y la forma de la tipografía diseñada.

Figura 172. Construcción del logotipo.²²¹



Se mantiene la misma curva en todas las letras para proporcionar el conjunto y mejorar la lectura.



La inclinación de las dos primeras letras se diagramaron con una geometría simétrica respecto del rectángulo del logo en su extensión horizontal con el eje vertical.

Figura 173. Construcción del logotipo.²²²

²²⁰ Imágenes realizadas por los autores.

²²¹ Ibíd.

²²² Ibíd.

8.3.7.3. CONSTRUCCIÓN DE LA CARCASA.



Figura 174. Forma básica para el tallado.²²³

El modelado virtual de la carcasa proporcionó el volumen virtual máximo que inscribía a la forma, de manera que se armó con ladrillos de espuma de P.U. De esta manera se obtuvo también patrones bidimensionales con los que se garantizaba la mayor fidelidad en las medidas.



Figura 175. Ajustes para el tallado.²²⁴

Con cada mano de talle, se verificaban las formas finales con las plantillas de las secciones transversales representativas de la forma, perpendiculares al eje principal de la forma, y las plantillas de las vistas principales. Obtenida la forma deseada, finalmente se ajustaban las partes tallando la base de la espuma, como se aprecia en la imagen con el subsistema del cepillo.

²²³ Imágenes tomadas por los autores.

²²⁴ Ibíd.



Figura 176. Endurecimiento del tallado.²²⁵

El tallado de la espuma no ofrece acabados perfectos; por esto debe endurecerse. Para ello se utilizó estuco plástico “sika”, de fácil aplicación y secado rápido, aceptable resistencia y obtención de terminaciones lustrosas.



Figura 177. Obtención del molde.²²⁶

Cuando las superficies obtenidas fueron pulidas, de manera que el cepillo pudiese moverse con facilidad y elevarse en la superficie de respaldo, se procede a impregnarlo de cera, para luego cubrirlo con resina epóxica y fibra de vidrio.

Figura 178. Molde y forma final en fibra.²²⁷

Se realizó el mismo procedimiento, de manera que la forma final se extrajo del interior del molde una vez endurecida la resina.



²²⁵ Imágenes tomadas por los autores.

²²⁶ Ibíd.

²²⁷ Ibíd.

8.3.8. SUBSISTEMA ELECTRÓNICO

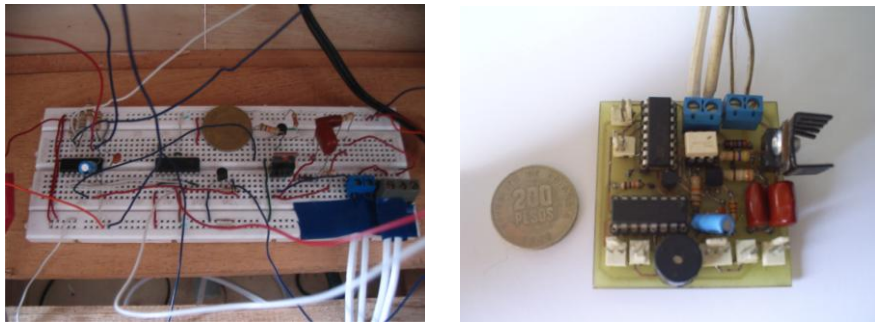


Figura 179. Componente electrónico del proyecto “Dento I”²²⁸

Para un sistema hombre-máquina, donde el usuario posee dificultades motrices, que mejor que un sistema de control que pueda salvar esos problemas ofreciendo una herramienta útil de asistencia a la persona.

Para que este sistema de control sea efectivo, requiere la disposición de un grupo de sensores que le reporte el estado de las variables físicas, información necesaria para la correcta ejecución de las tareas; adicionalmente, el cerebro (procesador) y los ojos (sensores), no pueden cumplir la tarea por completo, pues requieren una gama de actuadores tales como: pulsadores, motores, electroválvulas, y dispositivos que generen sonidos y luces, e indiquen el estado del sistema. Dentro de los sensores usados se pueden agrupar dos tipos:

Mecánicos: son sensores los cuales contienen una o varias partes móviles, ejemplo de ellos son los pulsadores, interruptores o los comúnmente llamados finales de carrera los cuales cumplen una función vital en el posicionamiento dinámico de las partes que intervienen en el sistema.

Ópticos: permiten obtener una percepción espacial del entorno permitiendo medir variables físicas relativas a la óptica como por ejemplo la intensidad lumínica, absorción del espectro, reflexión, dispersión, difracción, entre otras.

²²⁸ GARNICA, Israel. URIBE, Angélica. Diseño y construcción de un elemento que soporte, maneje y asee un cepillo de dientes eléctrico para personas con discapacidad en los miembros superiores. Trabajo escrito en el marco del taller de Diseño Industrial VII, bajo la tutoría del D.I. Juan Carlos Moreno. Docente. 2007, p. 43. Con la colaboración de la estudiante de ingeniería electrónica, Yulieth Jimenez Manjarres.

Para el proyecto actual, se contó con la colaboración del estudiante de ingeniería electrónica, Raúl Cadena, miembro activo del centro de investigaciones en robótica aplicada E. R. A.



Figura 180. Esquema de funcionamiento básico. Los sensores transmiten información al controlador, y este tiene preestablecida la orden que le dará al actuador. ²²⁹

Para este proyecto se usaron sensores de contacto, conocidos como finales de carrera, que permiten determinar el final del recorrido de las partes mecánicas, tales como el brazo y la cortina de protección del cepillo; así mismo, se utilizaron para verificar el estado de ciertas piezas móviles, como la puerta de acceso que permite el mantenimiento preventivo y correctivo.

Los sensores ópticos determinan la presencia/ausencia de la persona, para la activación/desactivación del sistema de cepillado y del agua para el enjuague de la boca. El principio de funcionamiento de estos sensores se basa en la reflexión y triangulación de la señal reflejada, permitiendo determinar la distancia a la cual se encuentra la persona. Es importante no colocar objetos traslucidos con formas cóncavas o convexas a una distancia superior a 1 centímetro del sensor, ya que el haz de luz puede incidir desviando el rayo, y haciendo una mala lectura. También evitar la incidencia directa con luz que presente componente infrarrojo, como la luz del sol, las antiguas lámparas incandescentes, o algunas fluorescentes.

Dentro del cabezal del brazo se encuentra otro sensor óptico, que ubica la posición correcta del cepillo al momento de realizar las tareas de cepillado e higiene del mismo; este sensor funciona por reflexión de un haz de luz infrarroja emitido sobre un área pequeña, por medio de un fototransistor, que obtiene el nivel de reflexión/dispersión que presenta el material. Dicho material está conformado por líneas blancas y negras, donde las primeras presentan un alto índice de reflexión (refleja toda la gama de colores), mientras que las franjas negras presentan el menor índice (absorbe todos los colores).

²²⁹ *Ibíd.*, p.43.

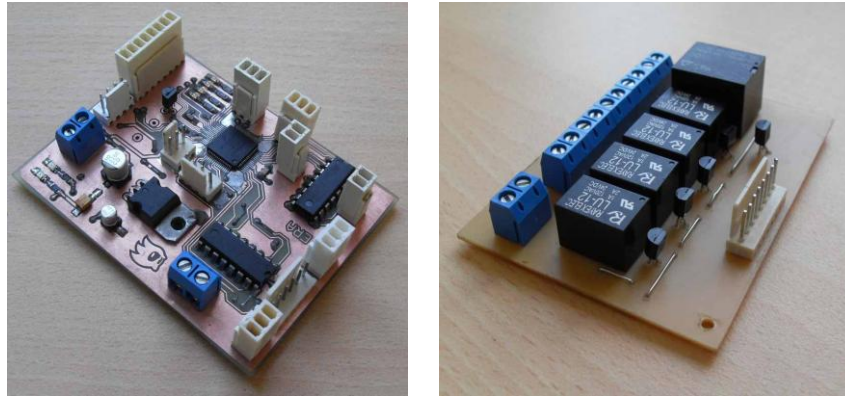


Figura 181. Tarjetas finales del sistema “Dento 2”. La imagen de la izquierda corresponde a la tarjeta de mando central, de baja tensión, y la de la derecha, a la de alta tensión. Sus dimensiones son de 6 x 8 cm.²³⁰

Procesador:

El procesador MCF51QE128 hace parte de la familia de micro-controladores Flexis™ de la empresa Freescale semiconductor, filial de Motorola company; dicha familia de microcontroladores vienen en pequeño tamaño y bajo consumo de energía, haciéndolo idóneo para la tarea a programar. El microcontrolador usa un software que se carga vía computador, por medio de un sistema de desarrollo (en este caso se usó la plataforma DEMOQE128) el cual accede al sistema por un puerto especializado para tal fin. No necesita reprogramación, ya que el procesador almacena el programa, aun en ausencia de fluido eléctrico.

Circuito eléctrico:

Para el correcto funcionamiento del sistema se hace necesario un circuito que permita la interacción entre el ambiente, el procesador y los actuadores (motores, luces, parlantes, etc.) y que adicionalmente permita el suministro adecuado y eficiente de la energía eléctrica que requiere el sistema.

El sistema de potencia está conformado por una fuente conmutada, (adaptador) la cual permite en un pequeño tamaño, obtener los voltajes de alimentación de los demás dispositivos; adicionalmente, cuenta con un factor cercano al 80% de eficiencia energética, debido a sus bajas perdidas en forma de calor, garantizando de esta manera el correcto aprovechamiento de la energía.

²³⁰ Imágenes tomadas por los autores.

El sistema de manejo de motores está dividido en dos etapas: alta y baja tensión. Dentro del sistema de baja tensión, un circuito comúnmente llamado “puente H”, permite el manejo de los pequeños motores que activan el brazo, la cortina, la rotación del cabezal y la activación de las cerdas.

Para el sistema de alta tensión se utilizó un sistema de contactores llamados relés o relevos, los cuales, al hacer circular una pequeña corriente a través de un electroimán, permiten que dos láminas ferro-magnéticas cierren sus contactos, permitiendo el paso de una corriente, a un voltaje y una corriente superiores; este tipo de dispositivos presentan un óptimo desempeño a bajas frecuencias (< a 20Hz) por lo que se pueden activar por periodos prolongados, superiores a un segundo. Existen relés de estado sólido, que pueden operar a unas frecuencias más altas con un reducido tamaño, pero debido a que pueden despedir considerables cantidades de calor al estar activos, se descartaron.

La etapa de alta tensión alimenta las electroválvulas, que controlan el flujo de agua potable hacia el sistema de enjuague y hacia el sistema de lavado del cepillo; también alimenta a la lámpara de desinfección UV y al moto-reductor del sistema de dosificación del dentífrico.

Las tarjetas de control y potencia pueden ser producidas en gran escala a un bajo precio, logrando de esta manera reducir considerablemente los costos finales del dispositivo para una producción en serie.

Software:

El dispositivo cuenta con un sistema que permite el reposicionamiento, del cabezal dentro del compartimiento de protección y aseo de las cerdas, de manera que en caso de un fallo eléctrico el sistema se ponga en una posición de arranque para la correcta secuencia a de uso.

El sistema cuenta con dos modos de funcionamiento, el primero llamado modo normal es en el que el dispositivo interactúa directamente con el usuario limitado, el segundo llamado modo de servicio permite los cambios del cabezal, cambio del dentífrico y adicionalmente ejecuta un sistema de auto monitoreo para verificar que todo el sistema se encuentra trabajando en optimas condiciones; el modo de servicio es al que tienen acceso los usuarios que asisten a la persona limitada.

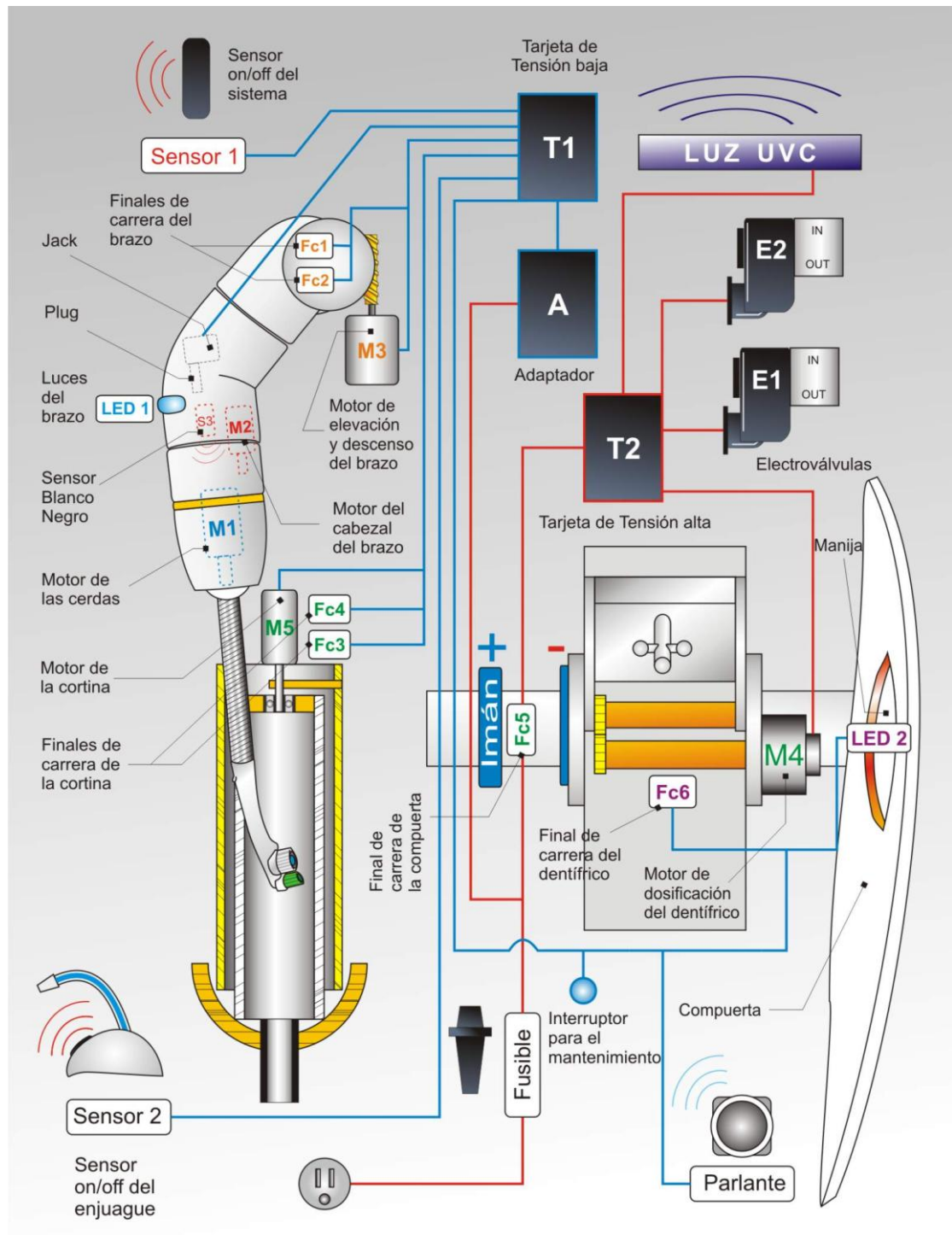


Figura 182. Red eléctrica y electrónica del Sistema general. ²³¹

²³¹ Imagen realizada por los autores.

8.3.8.1. SECUENCIAS DE ACCIÓN

Usuario 1. Previa instrucción, el usuario podrá activar el sistema por medio de acercamiento. Se indica la aproximación al sistema hasta que éste se active, como también de los tiempos que requiere el sistema en sus funciones para no crear incertidumbre. También se indica como gira el cabezal de cepillado, como se activa el dispensador de agua por medio de proximidad y el apagado del sistema cuando no detecta presencia.

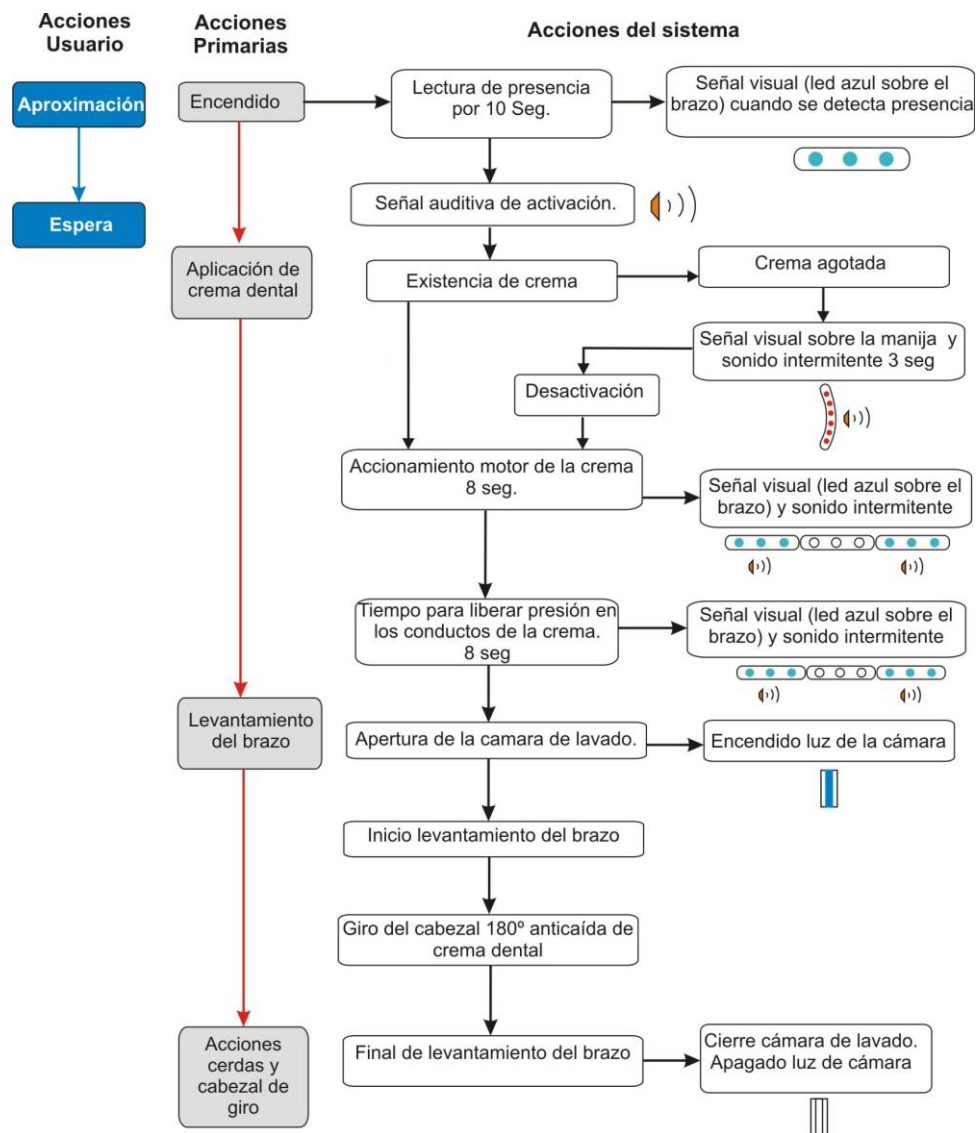


Figura 183. Secuencia de acciones del usuario y el sistema. Continúa en la siguiente. ²³²

²³² Imagen realizada por los autores.

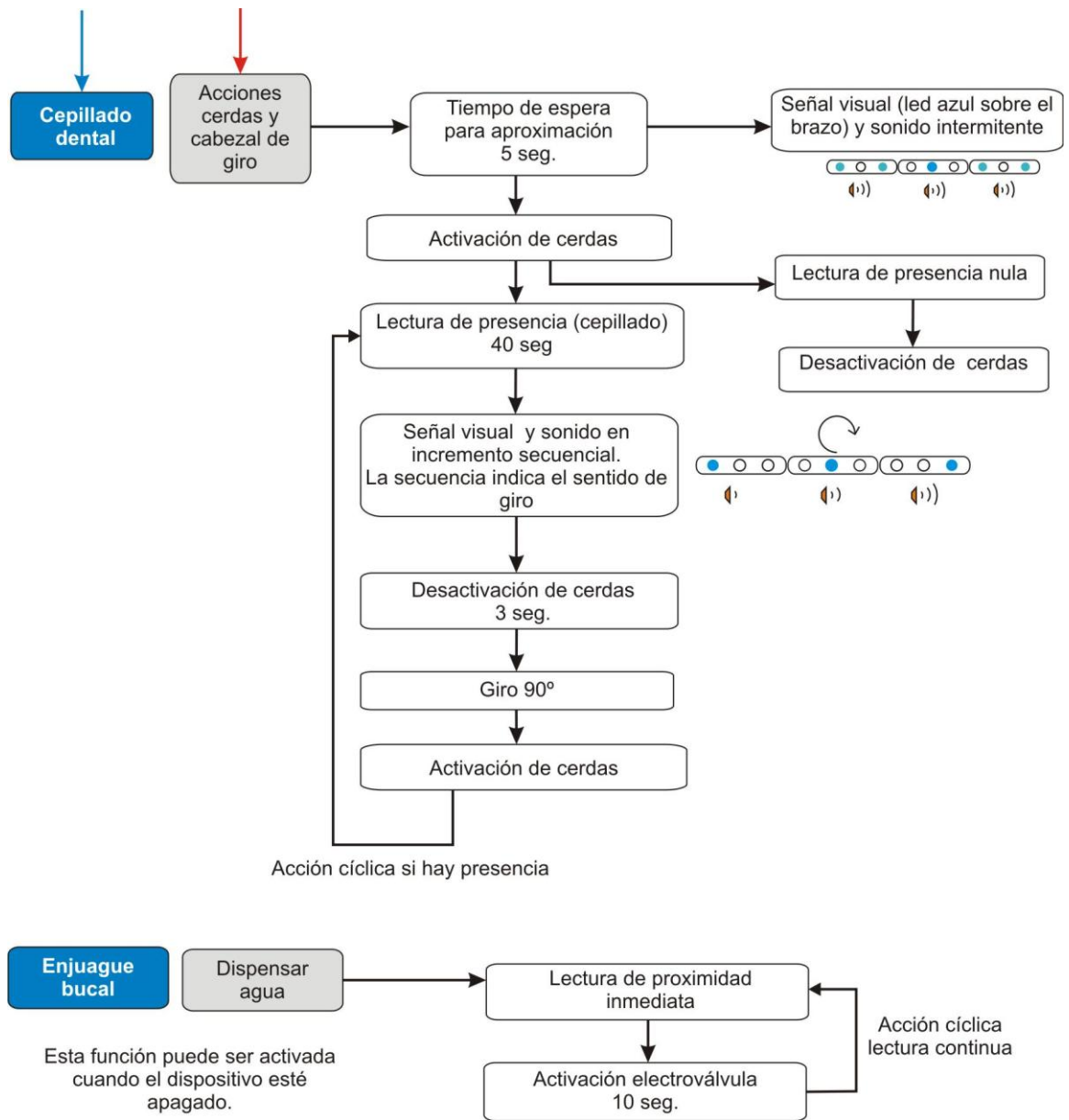


Figura 184. Secuencia de acciones del usuario y el sistema, para el cepillado dental y el enjuague bucal. La secuencia continúa en la siguiente figura.²³³

²³³ Imagen realizada por los autores.

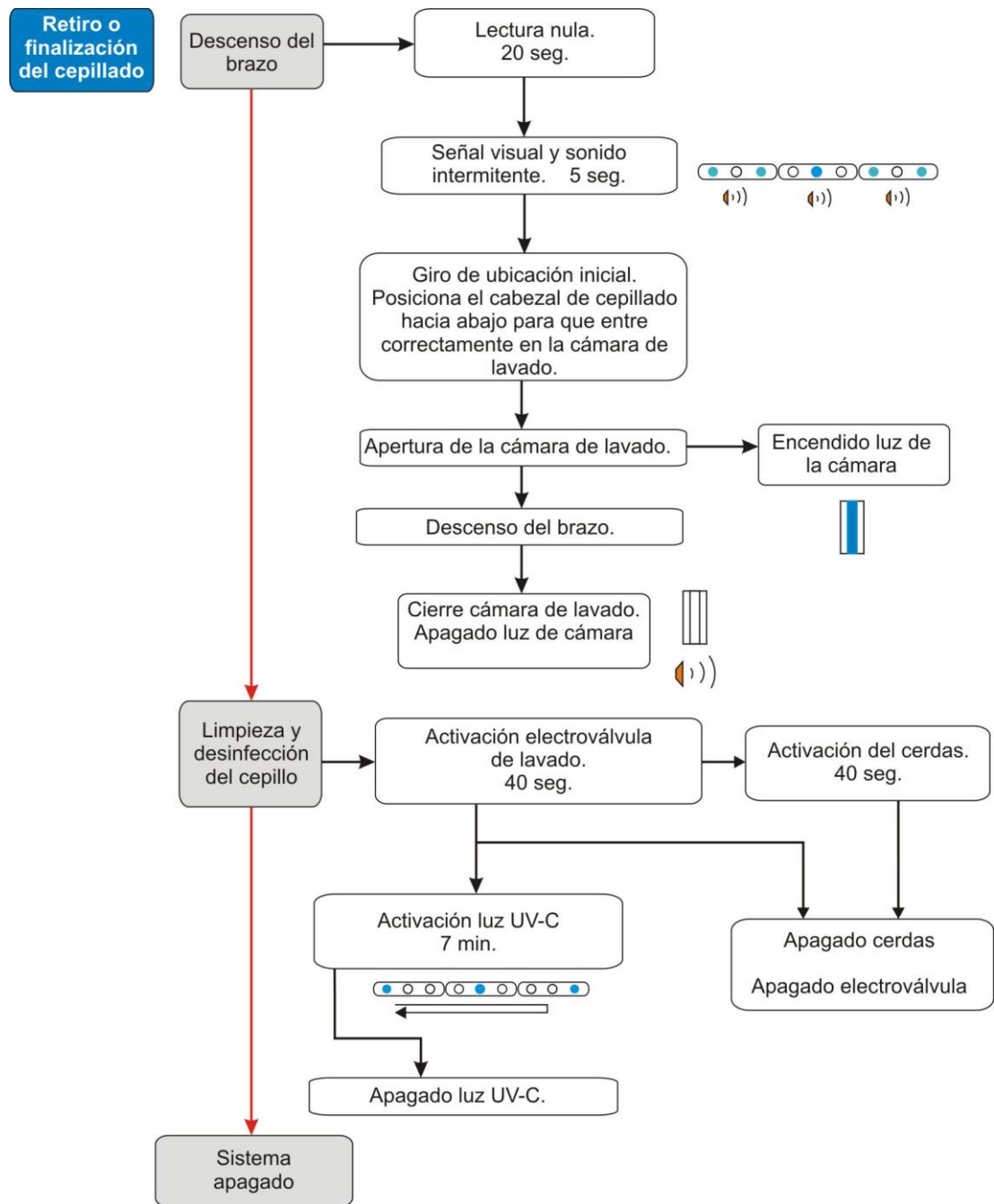


Figura 185. Secuencia de acciones del usuario y el sistema, para la finalización de la actividad de cepillado.²³⁴

²³⁴ Imagen realizada por los autores.

Usuario 2. Previa instrucción, se indica al usuario el procedimiento y las piezas involucradas para reemplazar el dentífrico. Para el recambio del cabezal se indica la secuencia de pulsaciones para elevar y bajar el brazo y la inserción correcta del cepillo en el resorte.

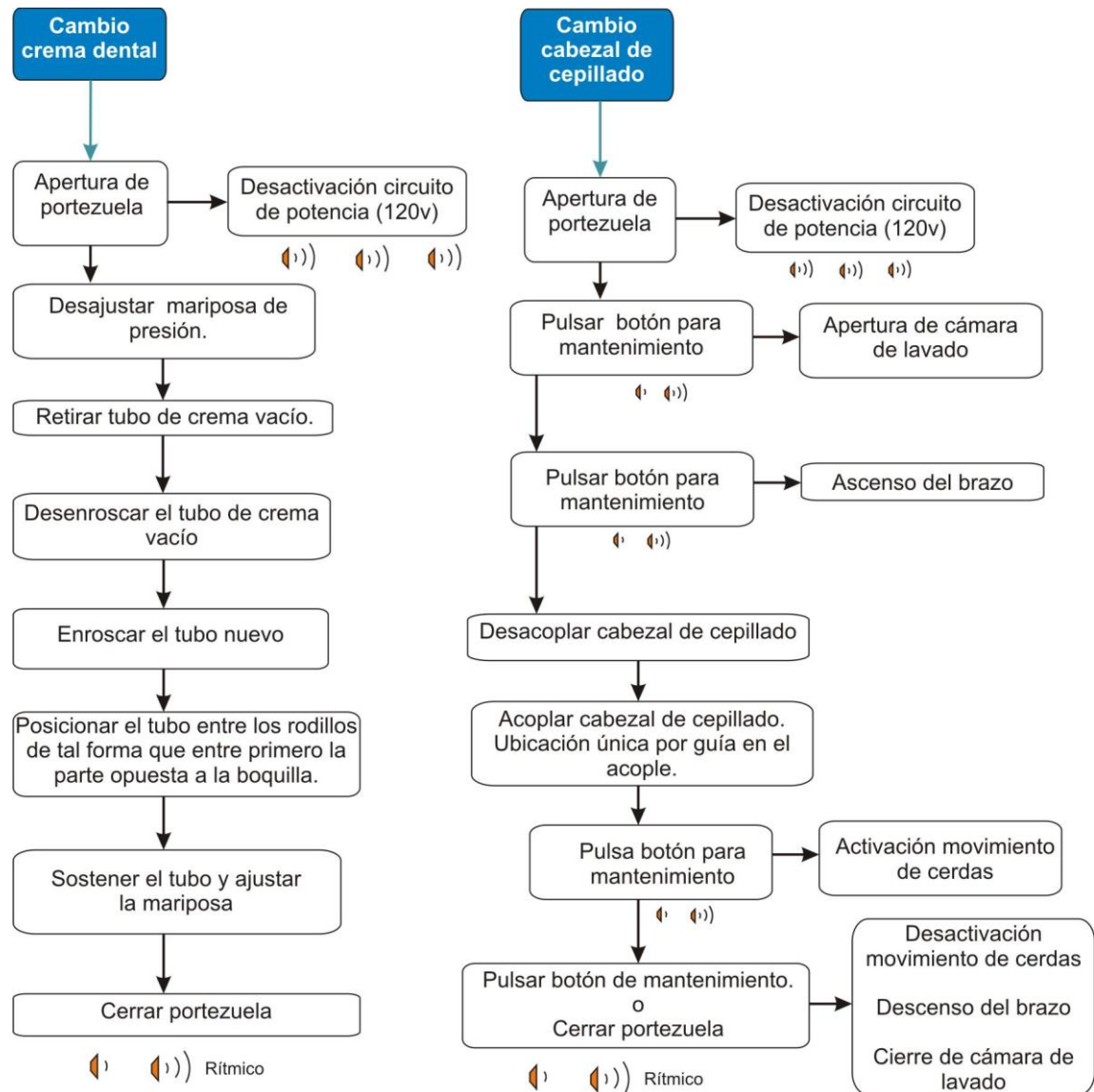


Figura 186. Secuencia de acciones del usuario 2 y el sistema, para el recambio de los elementos removibles.²³⁵

²³⁵ Imagen realizada por los autores.

8.3.8.2. SINCRONIZACIÓN DE SUBSISTEMAS.



Obtenida la forma final en material real, se necesitó una superficie de respaldo que cerrara el volumen y brindara sujeción para poder ubicar esta parte en la pared, por lo que se utilizó una lámina contrachapada.

La resina epóxica brinda además una forma sencilla de adherir material a la fibra previamente fraguada, aislando la parte requerida con plastilina, aunque, dependiendo del catalizador, esta reacción puede afectar el acabado exterior..

Fue necesario adherir material en diferentes zonas internas de la carcasa, con el objetivo de proporcionar el mayor espacio posible al subsistema del dentífrico, ubicado en la lámina de respaldo.

Figura 187. Carcasa con adiciones posteriores al moldeo.²³⁶

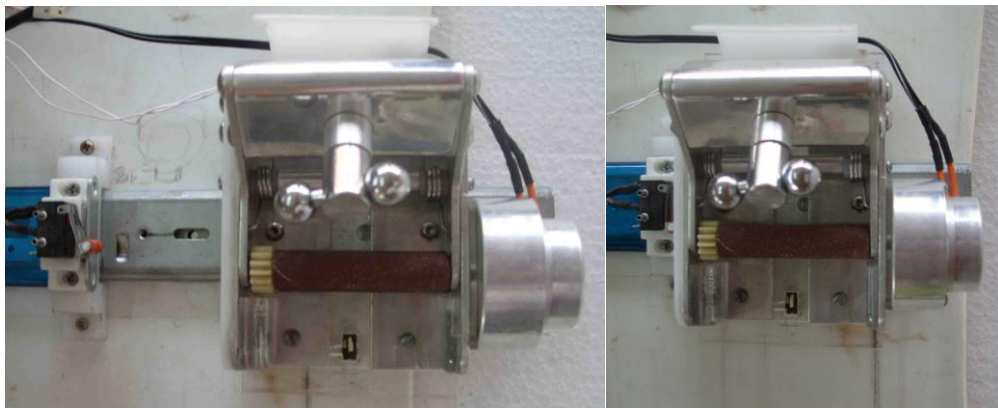


Figura 188. Subsistema de dosificación del dentífrico ensamblado en la corredera. El subsistema debía tener la suficiente extensión como para que la persona pudiese acceder al mecanismo sin que interfiriera la carcasa. Cuando se guarda, el cuerpo del mecanismo queda atrapado por la atracción magnética, accionando de manera permanente los interruptores.²³⁷

²³⁶ Imagen tomada por los autores.

²³⁷ Ibíd.

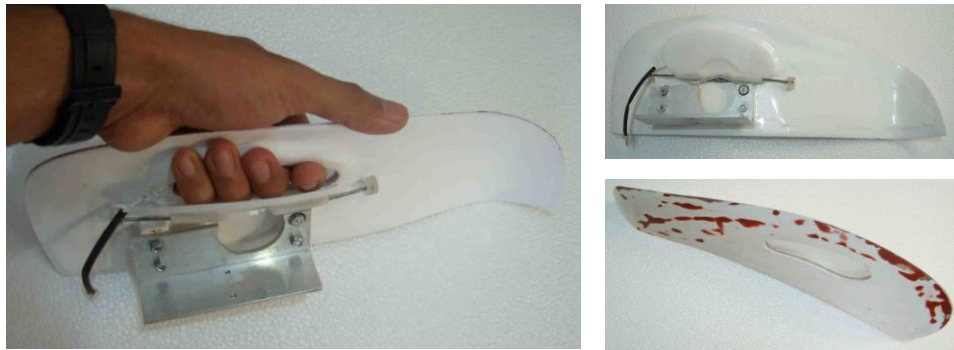


Figura 189. Compuerta de servicio.²³⁸

Este elemento es producto de la sustracción del costado derecho de la carcasa, con la suficiente longitud como para permitir la entrada o salida del repuesto nuevo de dentífrico, junto con la manguera que debe flexionarse, dejándose una holgura que permite el recorrido de la compuerta cuando se jala la compuerta. Para permitir que la mano ingrese en la manija, y a la vez, se mantenga cerrado el sistema, la ventanilla posee un eje cuyo ensamble ajustado hace que se comporte como un resorte de torsión. En la arista interna, la ventana posee una serie de leds rojos, que se iluminan cuando la crema se agota y presiona el final de carrera.

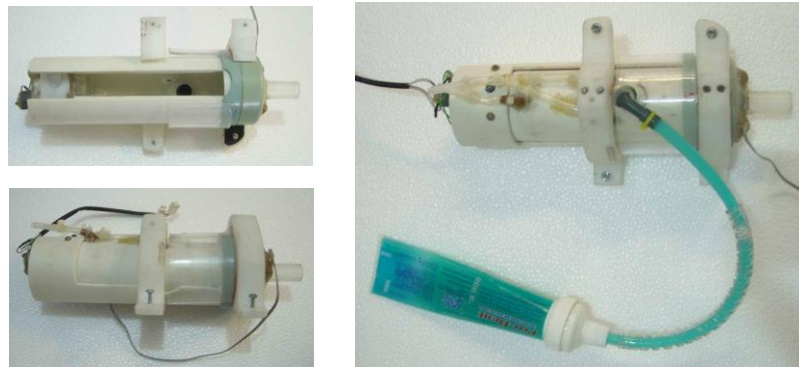


Figura 190. Compuerta de servicio.²³⁹

Cuando se completó el ajuste del brazo en su propia huella, se pudo alinear la cámara de lavado. Esta posee dos piezas en forma de C, las cuales se atornillan a unas bases moldeadas en resina en el interior de la carcasa. En la “C” superior se atornilla la base que sostiene a la luz UVC, la cual irradia el interior de la cámara, cuando la cortina está cerrada, y descubre en el pilar una ventanilla transparente.

²³⁸ Imagen tomada por los autores.

²³⁹ Ibíd.



Figura 191. Sincronización del brazo.²⁴⁰

Los elementos que actúan en el brazo del cepillo fueron sincronizados de manera tal que respondieran a las órdenes del microprocesador. Para ello, hubo que solventar diferentes dificultades, pero la más recurrente fue la del sensor de blanco y negro; este dispositivo es muy sensible, y con cualquier desperfecto falla en la precisión del giro. En la imagen de la derecha, se aprecian las marcas negras y azules, registradas para los dos sentidos de giro. Se puede observar que el desfase para el encoder de 2mm es de al menos 6 mm, por lo que se normalizó el sentido del giro hacia la izquierda.

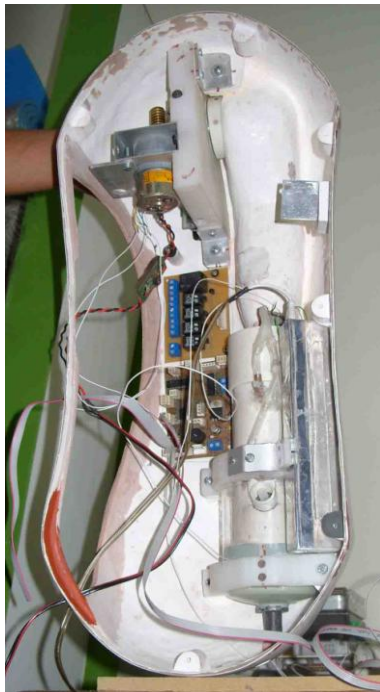


Figura 192. Sincronización espacial.²⁴¹

La carcasa en esta imagen ha sufrido importantes intervenciones. Gracias a la unión química de la resina, fue posible acoplar la cámara de la cortina, el mecanismo de elevación del brazo, la luz UVC y las tarjetas electrónicas de alta y baja tensión, realizando pequeños pilares para poder ajustar estos elementos con tornillos.

Logra verse también el espacio dejado por la sustracción de la compuerta de servicio, en la parte izquierda de la imagen. En la carcasa, existe un reborde alrededor de este orificio, que ofrece descanso a la compuerta cuando se cierra. La vena delgada tiene el mismo espesor de la lámina de sustentación, sin embargo, es muy frágil por su calibre.

²⁴⁰ Imágenes tomadas por los autores.

²⁴¹ Ibíd.



Figura 193. Ajuste de las electroválvulas y la energía de entrada.²⁴²

La instalación de las mangueras para el agua de entrada y el cableado eléctrico fue bastante engorrosa, debido a que estas al quedar sueltas interferían con el recorrido del subsistema del dentífrico y con el ajuste de la cortina de la cámara de lavado. Se necesitó de un dispositivo que regulara la energía de entrada para las tarjetas, adecuando un adaptador “Tech” a 12 V de salida.

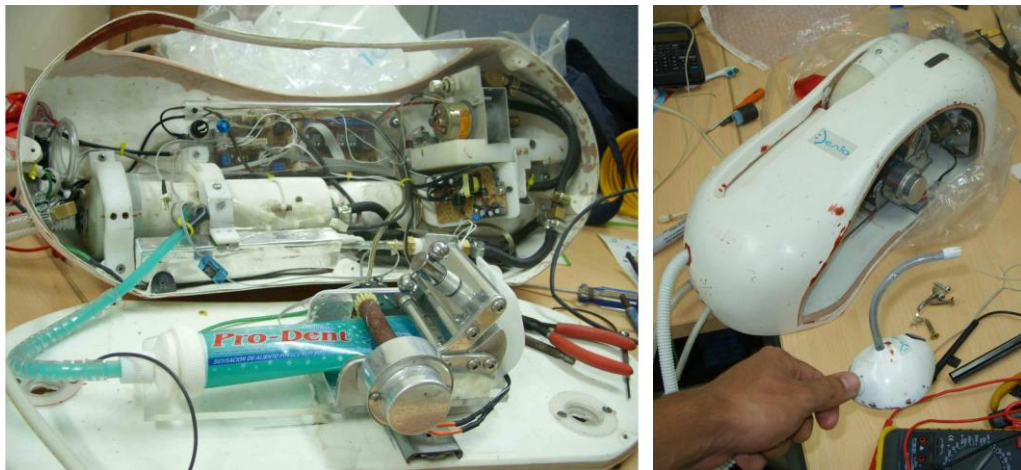


Figura 194. Elementos finales. Para sostener de manera más efectiva los cables, se ajustó una coraza protectora transparente en acrílico, que permitía el libre movimiento del subsistema del dentífrico. Al acoplar las partes, las funciones del sistema finalmente fueron comprobadas.²⁴³

²⁴² Imagen tomada por los autores.

²⁴³ *Ibíd.*

8.3.8.3. COMPROBACIÓN DEL SISTEMA.



Figura 195. Prueba 1 del sistema. ²⁴⁴

Verificación de las funciones contempladas y de la respuesta del sistema a las mismas. En esta oportunidad, se pudo constatar un error en la selección de la manguera para el desagüe, ya que se inundaba el interior de la cámara, y desbordaba el contenido sobre elementos delicados como el sistema de sonido.



Figura 196. Prueba 2 del sistema. ²⁴⁵

En esta ocasión se ajustaron al sistema las trayectorias de servicio de agua, de manera que la presión fuera la suficiente para describir un flujo lento y una trayectoria suave. El diámetro de la manguera de desagüe fue aumentado, y su disposición espacial, en términos de altura, ubicada por debajo de la posición inicial del cabezal de cepillo. En la poceta se ajusta un elemento en forma de “C” que sostiene a la manguera.

²⁴⁴ Imagen tomada por los autores.

²⁴⁵ Ibíd.

8.3.9. DIAGRAMAS DE USO

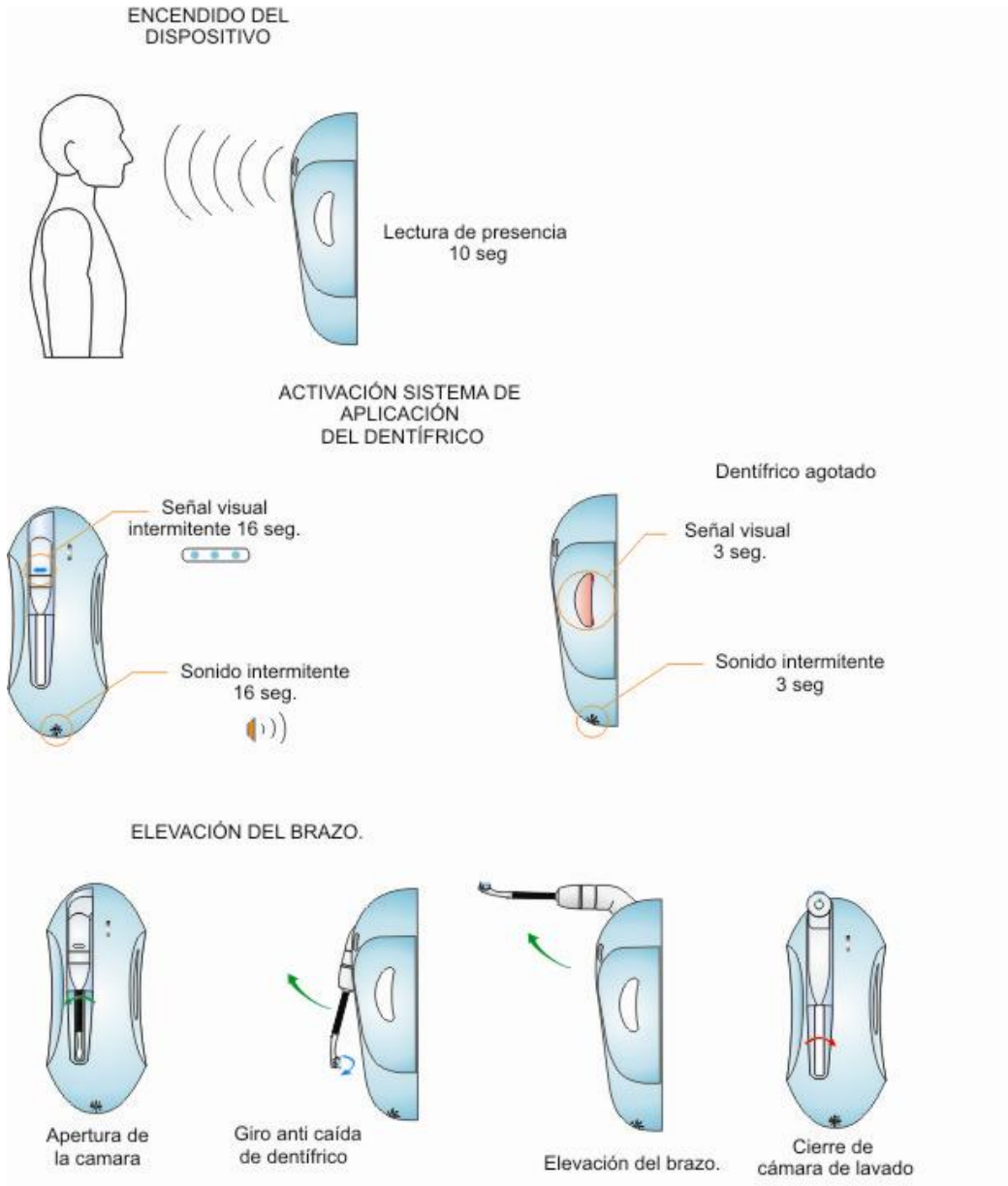


Figura 197. Encendido del dispositivo. Diagrama de uso para el usuario 1. ²⁴⁶

²⁴⁶ Imagen realizada por los autores.

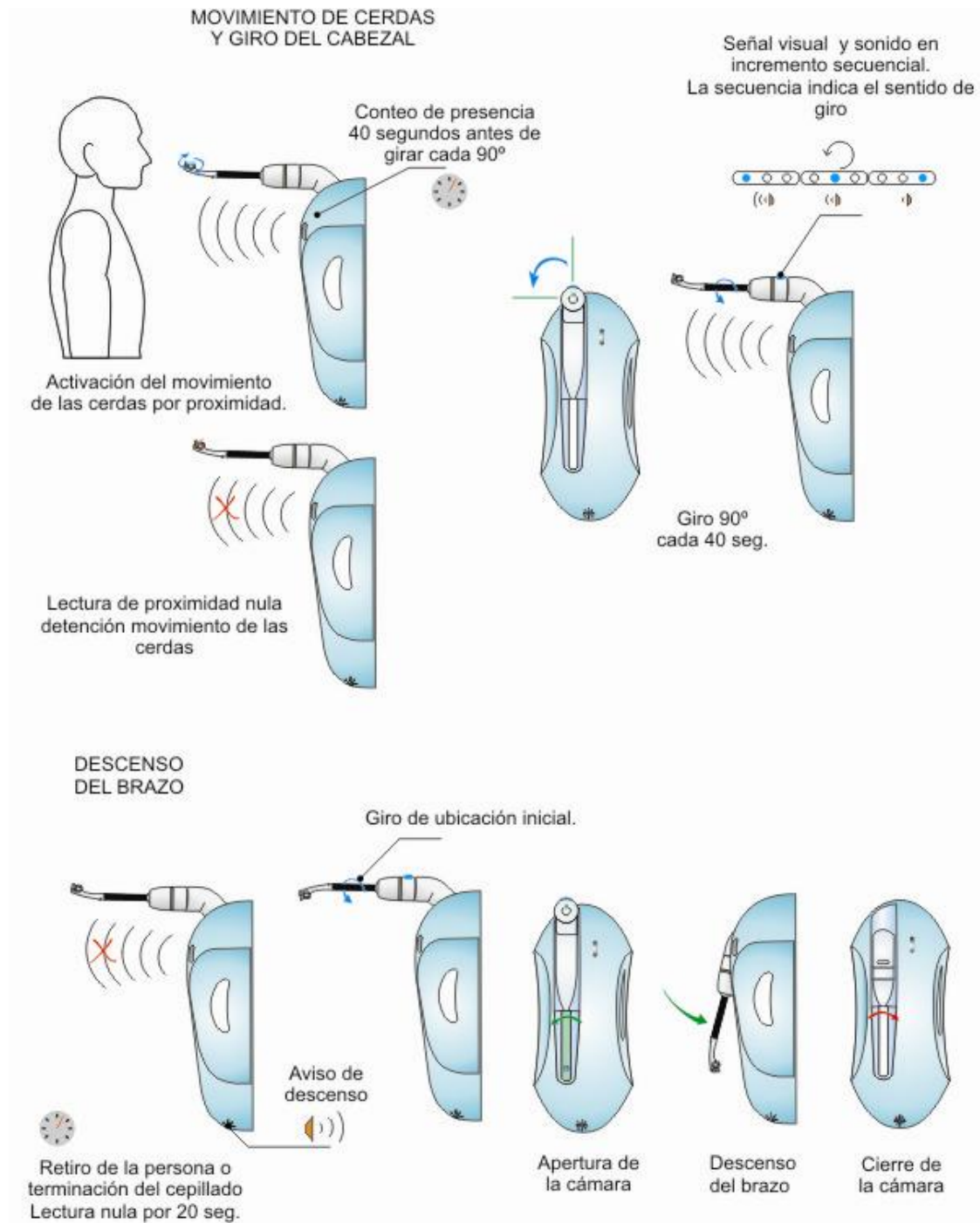
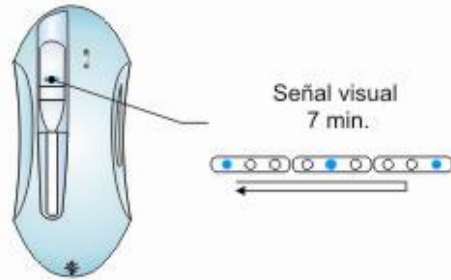


Figura 198. Acciones del subsistema del cepillo. Diagrama de uso para el usuario 1. ²⁴⁷

²⁴⁷ Imagen realizada por los autores.

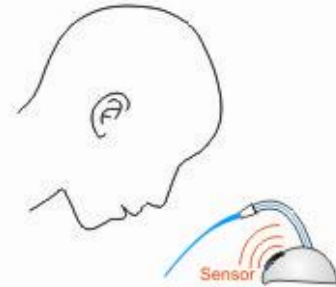
PROCESO DE LAVADO Y
DESINFECCIÓN DEL CEPILLO



Lavado a presión de agua y vibración de
cerdas. Duración 40 seg.

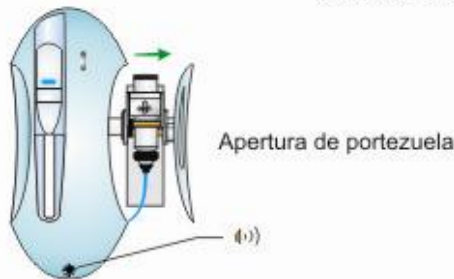
Activación luz UVC para la desinfección.
Duración 7 min.

ENJUAGUE. BUCAL.



Activación del dispensador de agua
por acercamiento.

CAMBIO DEL DENTÍFRICO



Reemplazo tubo de crema

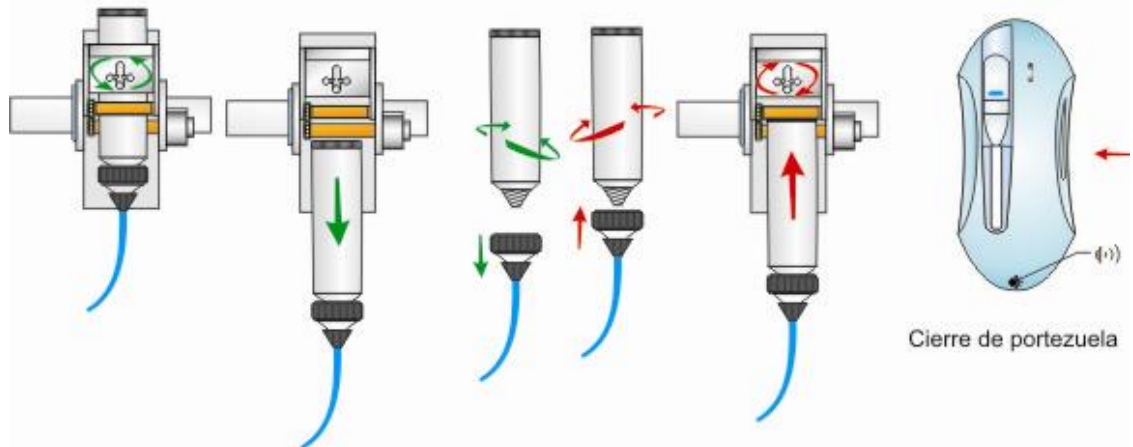


Figura 199. Proceso de lavado, enjuague y repuesto del dentífrico.
Diagrama de uso para el usuario 1 y 2 respectivamente.²⁴⁸

²⁴⁸ Imagen realizada por los autores.

CAMBIO DE CABEZAL DE CEPILLADO

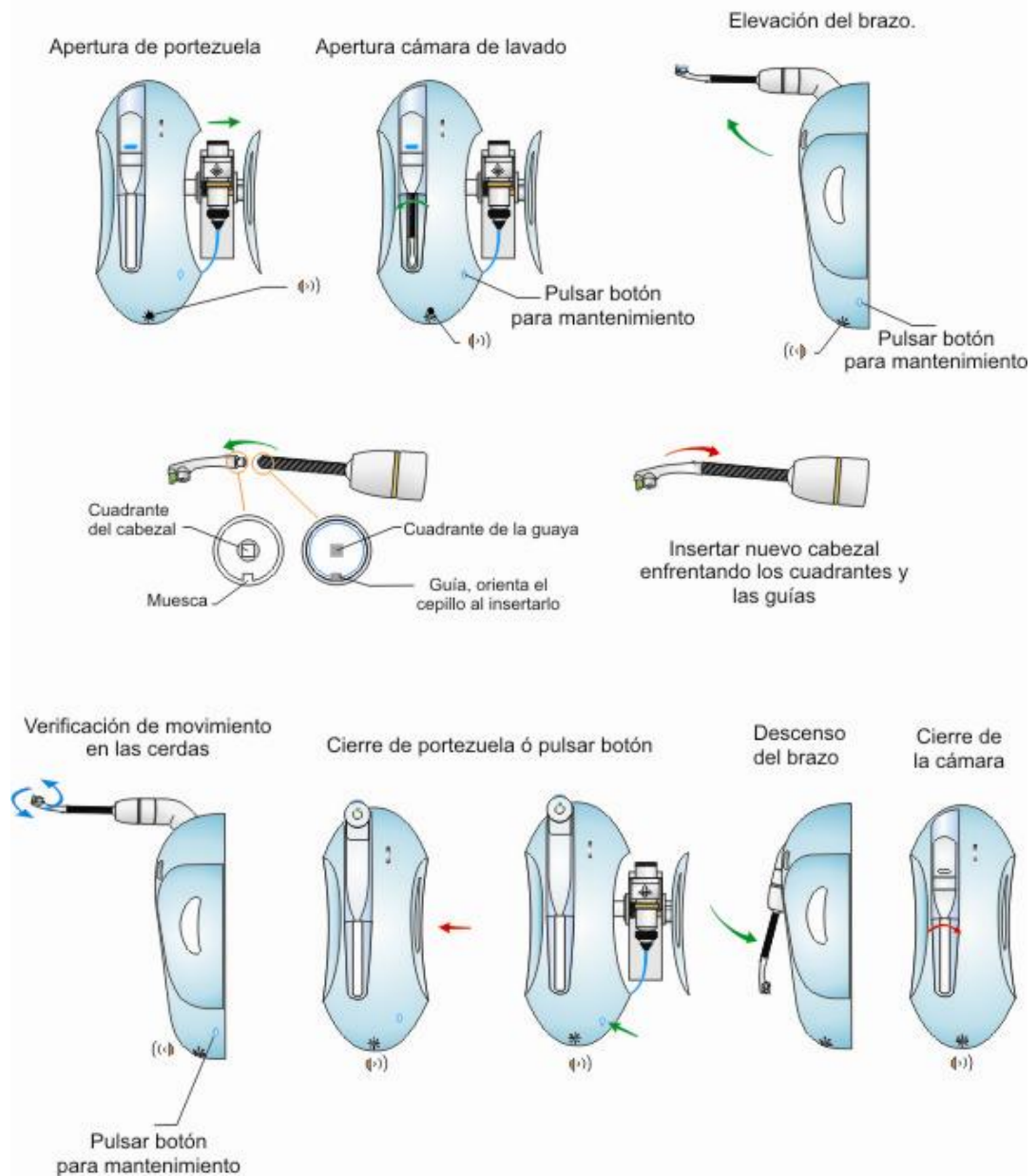


Figura 200. Cambio del cabezal del cepillo de dientes.
Diagrama de uso para el usuario 2. ²⁴⁹

²⁴⁹ Imagen realizada por los autores.

8.4. PRUEBA ERGONOMICA

8.4.1. PRUEBA N °1. Comodidad del cepillado.

Metodología: Evaluación por Observación. Análisis de tarea programada.

La persona estuvo expuesta a un dispositivo que sostiene el cabezal del cepillo, ajustado a un resorte, con el fin de detectar el ángulo en el que la presión logró incomodar al usuario.

Objetivo: Detectar un rango general de presiones en las encías y los dientes, en función del ángulo de escualización del resorte.

Justificación: Este dato tuvo dos propósitos; establecer una medida de presión suave en la cara vestibular (ángulo de 35° para los premolares), y verificar las cargas de uso que soportará el sistema de elevación del brazo.

Muestra: Aleatoria simple. 30 usuarios tipo. Sesgo: Los evaluadores y personas cercanas a los mismos. Personas con hipersensibilidad dental y/o periodontal (por enfermedades o tratamientos odontológicos).

VARIABLES INDEPENDIENTES

- *Variables ambientales:*
Baño con iluminación artificial, con una temperatura de 20 °C ± 5; ambiente húmedo. Edificio Mamitza Bayer. 2do piso.
- *Variables personales:*
Edad: 18 – 30 años. Altura: 1.6 a 1.8 m. 15 hombres y 15 mujeres. Estudiantes universitarios.

- *Variables de equipo:*
 - 2 Sillas tipo pupitre.
 - 1 Trípode.
 - 1 Cámara de filiación dvd. 1 caja de mini dvd de 25 unidades.
 - Eje de pruebas con ángulo graduable.
 - 30 cepillos marca “colgate motion”.

VARIABLES DEPENDIENTES

- *Comodidad:* Sensación táctil de las encías o de las paredes del diente respecto al cambio en la presión ejercido por las cerdas y el movimiento corporal, en la zona dental expuesta.

VARIABLES CONTROLADAS

- *Ubicación de la persona:* Posición sedente del sujeto.
- *Participación de la persona:* Al sujeto se le pidió que permaneciera quieto y calmado. Dependiendo de la zona que se quiera medir, se necesitó que moviera su cuello o lo impidiera. Se le especificó además que debía señalar el momento en el que comenzara a sentir molestias, (aplaudiendo, levantando la mano, diciendo “pare”, por ejemplo), a medida que se hacía un barrido lento del eje de pruebas, o hasta que el movimiento le resultara incómodo.
- *Eje de pruebas:* Cada persona contó con su propio cabezal de cepillo eléctrico (marca “colgate motion”) ensamblado en un resorte inoxidable, de 13 mm de diámetro, calibre 12; con una longitud hasta el empotramiento constante de 8 cm (determinada por experimentación). En el eje se ensambló el resorte, que posee una graduación angular. El cabezal no contó con un mecanismo de transmisión para el movimiento de las cerdas, sino, de un pequeño motor con eje excéntrico, para generar vibración.

PROCEDIMIENTO

EL evaluador aproximó el eje de pruebas y lo hizo girar, mientras el cabezal se encontraba en la boca del sujeto, el cual permanecía quieto. El otro evaluador registraba los datos desde arriba, frente a la persona, con la ayuda del trípode, para los datos vestibulares de los molares y premolares.

Los datos de la corona de estos dientes, necesitaban registrarse lateralmente por uno de los evaluadores. En esta oportunidad, la persona pudo flexionar o extender su cuello hasta su juicio personal, de manera que podía en todo momento ver la cara del evaluador que sostenía el eje, el cual se encontraba inmobilizado. Cuando la persona paraba, debía permanecer en esa posición, hasta que el evaluador girara el dial para determinar el ángulo.

Para los dientes frontales, se le pidió a la persona, mientras se mantenía el eje de pruebas inmobilizado, que los cepillara de la manera más cómoda que pudiera; es decir, que flexionara el resorte con el movimiento de su cuello; una vez que parara el movimiento, el evaluador liberaría poco a poco el eje, hasta que el resorte recuperase su forma original, para poder determinar el ángulo de giro.



Figura 201. Eje de pruebas. En la imagen faltan los indicadores y el motor.²⁵⁰

²⁵⁰ Ibíd.

8.4.2. PRUEBA N °2. Eficiencia del prototipo.

Metodología: Evaluación por Observación. Test de usabilidad clásico. La persona usó el sistema completo y verificó las funciones del mismo, como usuario primario.

Objetivo Principal:

Evaluar el proceso de cepillado de dientes y enjuagado de la boca.

Objetivos secundarios

- Determinar el grado de limpieza que proporciona el sistema a los dientes.
- Verificar la comodidad del usuario en la realización de las tareas.
- Identificar problemas o virtudes en la comprensión del sistema.
- Comprobar la utilidad del método evaluando a los usuarios finales.

Justificación: El propósito de esta prueba fue el de validar las secuencias de uso para el sistema, con el fin de encontrar errores, preferencias o sugerencias de los usuarios tipo, antes de comprobar el funcionamiento con los usuarios finales.

Muestra: Aleatoria simple. 30 estudiantes universitarios. *Sesgo:* Los evaluadores y personas cercanas a los mismos. Personas con alta sensibilidad dental o periodontal (por enfermedades, tratamientos odontológicos o de ortodoncia).

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Variables ambientales:
Baño con iluminación artificial, con una temperatura de $20^{\circ} \text{C} \pm 5$; ambiente húmedo. Edificio Mamitza Bayer. 2do piso.
- Variables personales:
Edad: 18 – 30 años. Altura: 1.6 a 1.8 m. 15 hombres y 15 mujeres. Estudiantes universitarios.
- Variables de equipo:
 - Prototipo funcional.

- Soporte graduable. 2 tablas, una sujeta a la pared, la otra deslizante.
- Espejo pegado a la tabla deslizante.
- 1 Flexómetro.
- 1 Cámara de filmación dvd. 1 caja de mini dvd de 25 unidades.
- 1 trípode.
- Ajuste de conexiones.
 - 2 m de manguera de ½ inch.
 - 5 m de extensión eléctrica.
- Lavamanos.
- Anillo de goma de 5 cm de diámetro.
- 30 cepillos marca “colgate motion”.
- Formularios impresos. 30
 - Encuesta de usuarios.

VARIABLES DEPENDIENTES

- *Efectividad.* Medida cualitativa en la que el sistema ayuda a cumplir con la tarea del cepillado. Se le pidió a la persona que evaluara la eficiencia del cepillado mediante escala de diferencial semántico, de manera que indicara su sensación de limpieza. También se proporcionó un mapa dental, para que indicara que zonas se le dificultaron más al momento del cepillado.
- *Comodidad.* Medida cualitativa en la que la persona manifiesta agrado o desagrado de las prestaciones de la máquina y en las actividades que realizó. Mediante escala de diferencial semántico, se le pidió que especificara su aceptación por cada ítem propuesto en el formulario.
- *Comprensibilidad.* El sujeto evaluó la imagen del sistema y las secuencias de uso, mediante escala de diferencial semántico.

VARIABLES CONTROLADAS

- *Altura de los dispositivos.* El sistema principal se ubicó respecto a la altura de la boca de cada usuario, con la máxima elevación lograda por el cepillo, (referencia lateral del cabezal, debido a la excentricidad del mismo). El dispositivo de enjuague se ubicó a la altura del lavamanos.

- *Participación de la persona.* Toda la muestra debía comportarse con la situación máxima de discapacidad simulada, manteniendo atrás sus manos.
- *Tipos comerciales de recambio.* Para la prueba se presentó como constante la referencia del recambio; el cabezal de cepillo eléctrico, por facilitar la adaptación técnica, y la marca de crema de dientes, cuyo empaque permite menor interferencia por el aplastamiento, lo que ofrece mayor desplazamiento del dentífrico.

PROCEDIMIENTO

- *Adecuación.* El lugar fue aseado y sus elementos reubicados, para brindar mayor espacio a los evaluadores y al montaje del equipo.
- *Obtención de la muestra.* 15 hombres y 15 mujeres presentes en el campus universitario; se solicitó cordialmente su participación en el experimento, explicándoles el motivo del mismo y el tiempo aproximado que tomaría.
- *Instrucciones.* El evaluador tomaba los datos de la persona y le explicaba las tareas que realizaría. Tenía derecho a parar la prueba en cualquier momento, y a pedir ayuda o más instructivos. Se instruyó la forma como el usuario 1 y 2 utilizan el sistema. (En algunos casos se hizo una demostración)
- *Tareas a realizar.* Se ofreció primero una golosina al sujeto para que sintiera sucia su dentadura. Luego se graduaba la altura para el usuario. Se solicitaba entonces que probara el prototipo con la condición de discapacidad simulada.
- *Formulario.* Concluidas las actividades, se le pedía que llenara el formato de evaluación.
- *Análisis de los resultados.* El material recopilado en video fue evaluado, al igual que los formatos suministrados. Se espera con estos ratificar las prestaciones del sistema, y detectar fallos o errores del mismo.

FORMATO DE EVALUACION

PROYECTO DENTO. Muchas gracias por su tiempo. La información recopilada tiene finalidades académicas, por tanto no se divulgarán con ánimo de lucro. Por favor, conteste el siguiente formato, pida ayuda al evaluador en caso de confusión.

Nombre _____ Edad _____ Estatura _____

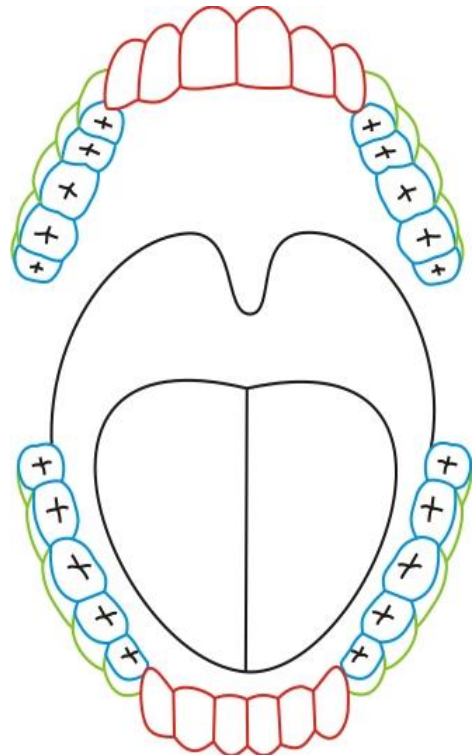
Ocupación _____ Sexo M / F

A. Califique marcando en la recta numérica una línea. Considera que el efecto de limpieza luego de usar el sistema "Dento" es:



B. ¿Cuales zonas considera que fueron más difíciles de cepillar? Por favor con el lápiz sombree las zonas, o indíquelas con una flecha.

C. ¿Porque estas zonas resultaron complicadas?



D. Califique marcando en la recta una línea. ¿Qué tan cómodo se sintió al momento de...?

	0	1	2	3	4	5
Encender la máquina						
Utilizar el cepillo						
Enjuagarse la boca						
Apagar la máquina						
Cambiar el cabezal del cepillo						
Cambiar el dentífrico						

E. Las instrucciones para cepillarse y enjuagarse los dientes fueron:

0	1	2	3	4	5
Difíciles		Claros			Sencillas

F. Las instrucciones para cambiar el cabezal del cepillo y el dentífrico fueron:

0	1	2	3	4	5
Difíciles		Claros			Sencillas

G. Observaciones y sugerencias. ¿Qué le falta (o sobra) al sistema "Dento" para atender a las personas discapacitadas? _____

8.4.3. RESULTADOS.

8.4.3.1. RESULTADOS PRUEBA 1. Comodidad del cepillado. Ver Anexo 11.

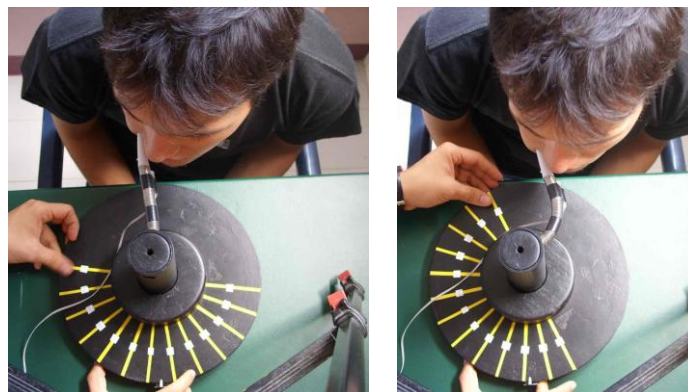


Figura 202. Flexión lateral. Dientes molares en la zona vestibular. ²⁵¹

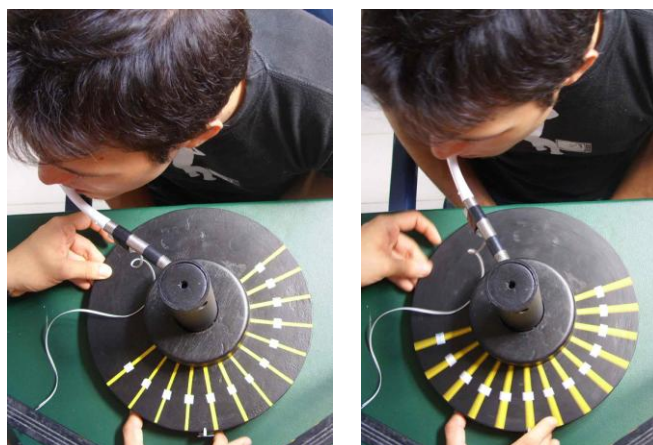


Figura 203. Flexión frontal. Dientes Incisivos en la zona vestibular. ²⁵²

²⁵¹ Imágenes tomadas por los autores bajo consentimiento de los usuarios tipo.

²⁵² *Ibíd.*



Figura 204. Flexión de ascenso. Cara oclusal. ²⁵³

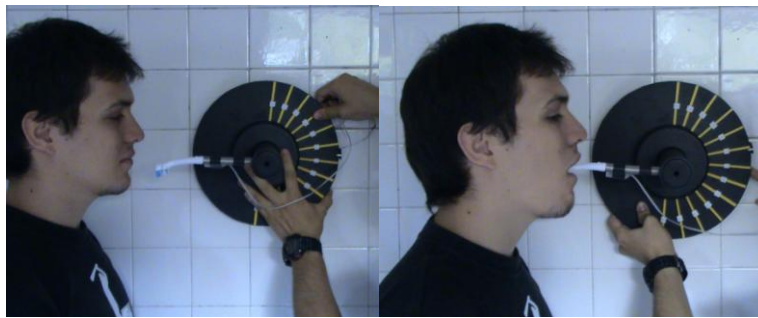


Figura 205. Flexión de descenso. Cara oclusal. ²⁵⁴

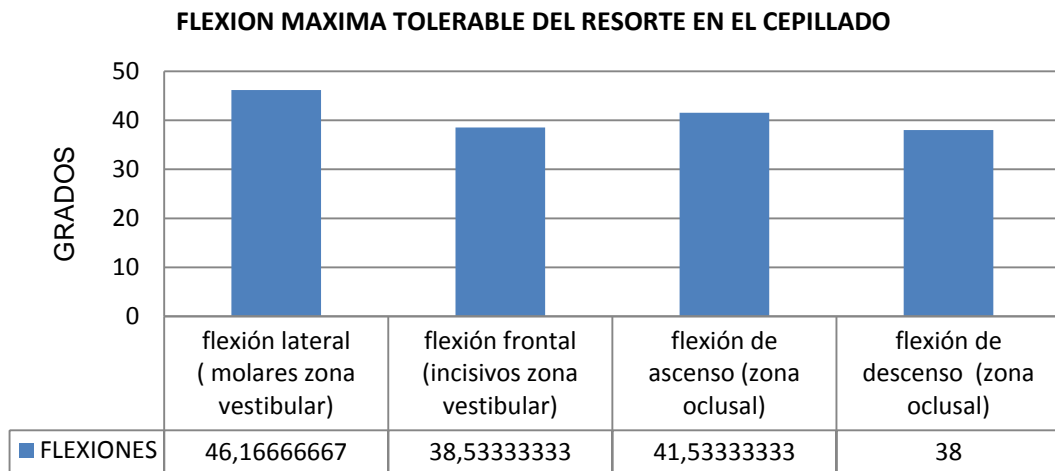


Tabla 45. Flexión promedio tolerada. ²⁵⁵

²⁵³ Imágenes tomadas por los autores bajo consentimiento de los usuarios tipo.

²⁵⁴ *Ibíd.*

²⁵⁵ Tabla realizada por los autores.

Según los datos arrojados por la experimentación, la flexión lateral soportada por los molares, y la de ascenso, son las zonas que presentan mayor elongación del resorte. Probablemente esto haya ocurrido, por que en estas zonas los espacios interdetales son menores, y las cerdas logran incomodar cuando presionan algún punto en la encía, aunque, en realidad la diferencia es muy poca; podría insinuarse 40 grados como valor estándar para que el usuario comenzara a sentirse incomodo con la sensación.

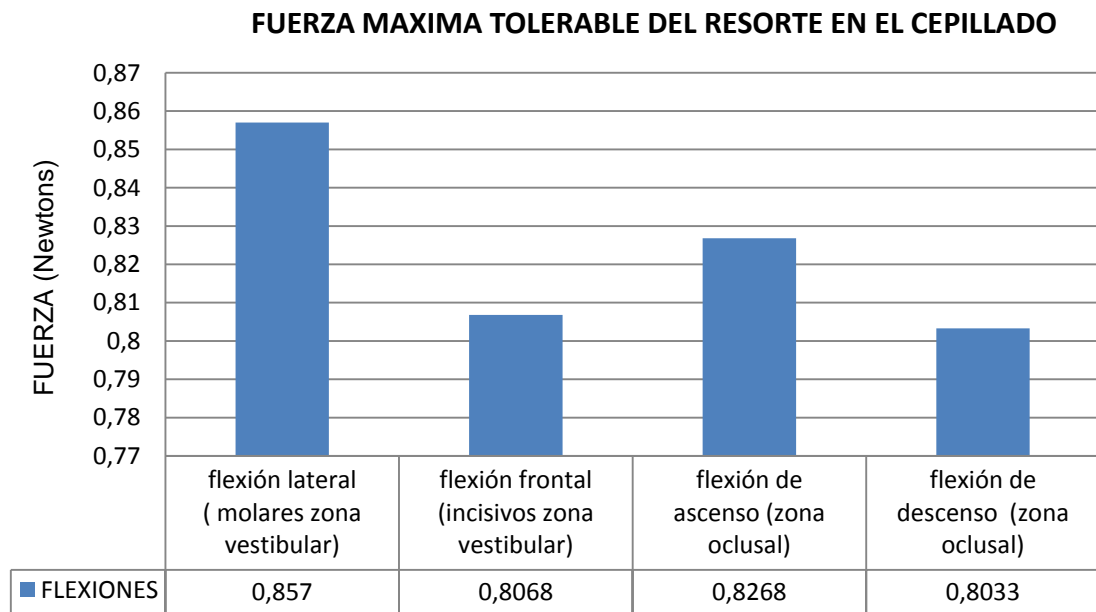


Tabla 46. Fuerza promedio tolerada.²⁵⁶

Como el promedio angular es muy similar, la diferencia en la fuerza ofrecida por el resorte sobre las paredes de los dientes y encías, según las zonas expuestas, también lo es; aunque, podría deducirse una conclusión análoga a la anterior. Los molares, en especial los de la arcada superior, resisten mucha más fuerza sobre ellos antes de que la persona se sienta incomoda. La desviación natural de la línea de los molares es de 35 grados; si el resorte se inclinara desde el plano sagital, ofrecería 0.78 N (ver tabla 41). Esto brinda un rango de fuerzas en función de la deformación, siendo mínima la anterior, hasta 0.86 N, máxima fuerza tolerable. Dentro de estos valores, se encuentra la fuerza de limpieza cómoda, lo cual resultaría difícil de determinar con exactitud, por las impresiones táctiles de cada individuo.

²⁵⁶ Tabla realizada por los autores.

8.4.3.2. RESULTADOS PRUEBA 2. Eficiencia del sistema.

A. A la cuestión “Considera que el efecto de limpieza luego de usar el sistema “Dento” es”, la gente respondió positivamente. Para ver las tablas por favor revisar el Anexo 10.

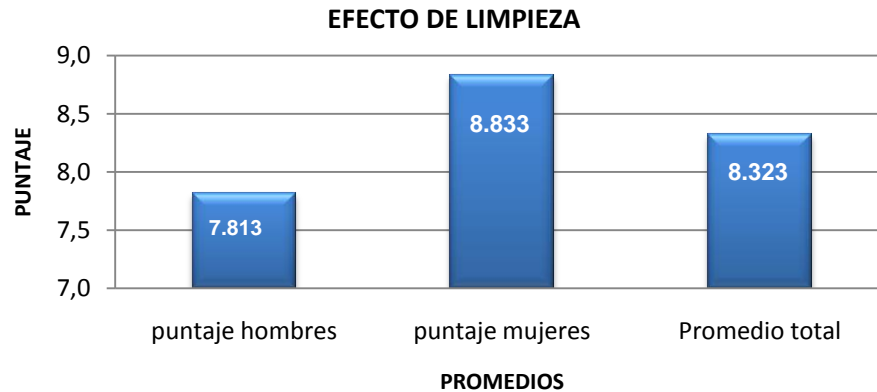


Tabla 47. Efecto de limpieza.²⁵⁷

Aunque el margen es pequeño, podría inferirse en este promedio, que los hombres tuvieron más problemas con la manipulación del cepillo, en especial, la profundidad con la que lograba llegar a la boca. Sin embargo, los resultados son excelentes.

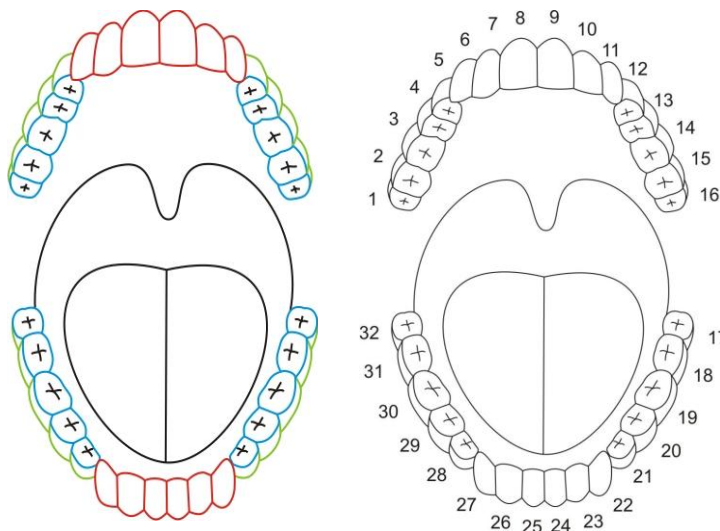


Figura 206. Numeración de los dientes.²⁵⁸

Aunque el propósito de evaluación era el de establecer zonas, muchos de los usuarios fueron muy específicos respecto a la zona con la que habían quedado inconformes.

Fue por esto que se evaluaron las zonas de la misma manera.

²⁵⁷ Tabla realizada por los autores.

²⁵⁸ *Ibid.*

B. A la cuestión: “¿Cuales zonas considera que fueron más difíciles de cepillar? Por favor con el lápiz sombree las zonas, o indíquelas con una flecha”. Las personas respondieron.

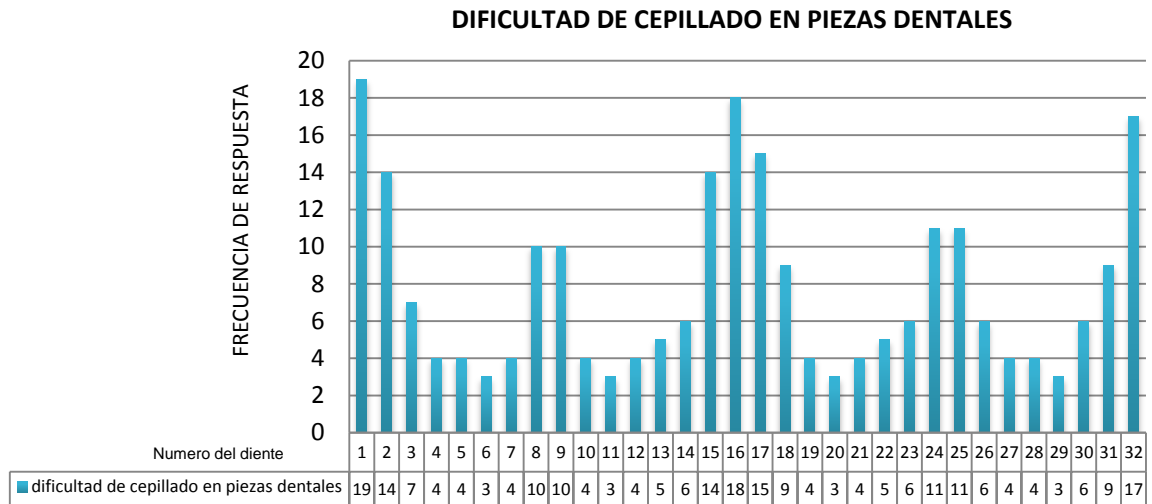


Tabla 48. Dificultad del cepillado. ²⁵⁹

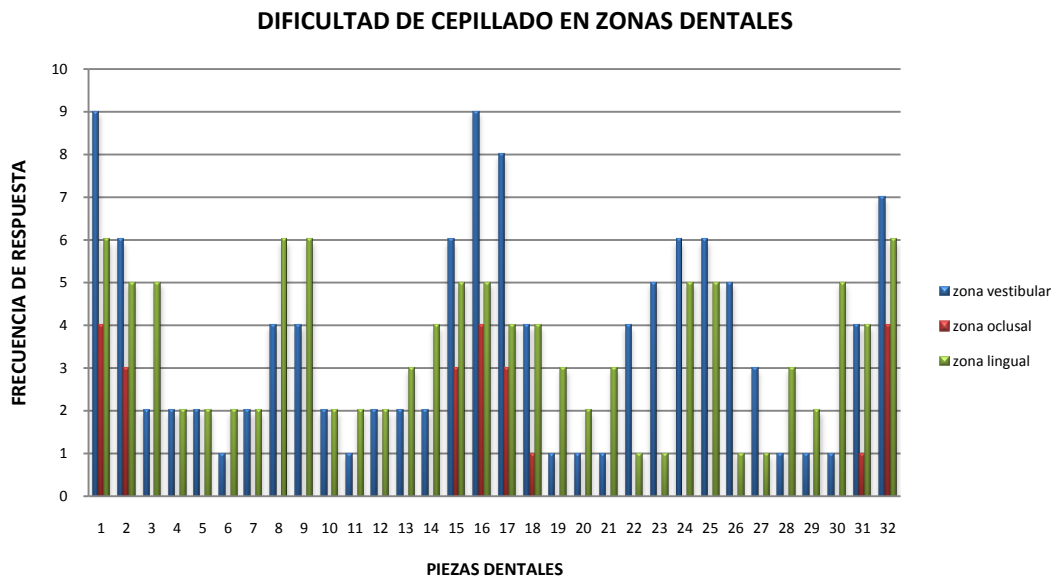


Tabla 49. Dificultad del cepillado por dientes y zonas. ²⁶⁰

²⁵⁹ Tabla realizada por los autores.

²⁶⁰ Ibíd.

PORCETAJE DE DIFICULTAD PARA CEPILLAR PIEZAS DENTALES Y SUS ZONAS

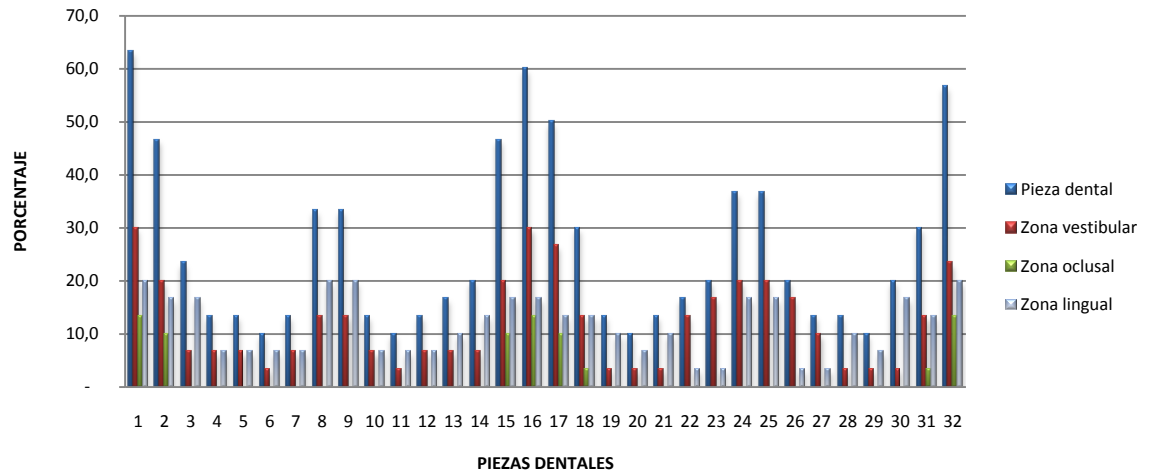


Tabla 50. Porcentaje de la dificultad del cepillado por dientes y zonas. ²⁶¹

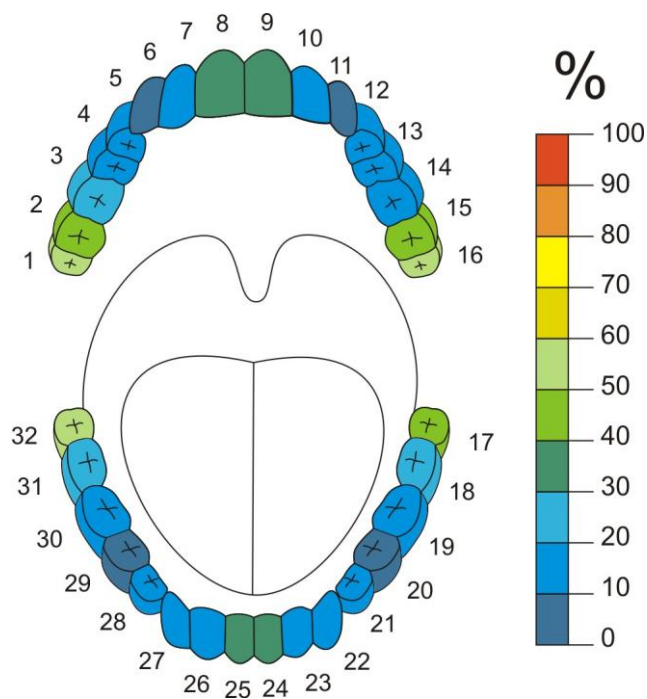


Figura 207. Porcentaje de dificultad por pieza dental. Para los usuarios tipo, los dientes que presentaron mayor dificultad fueron los incisivos frontales y las cordales. ²⁶²

²⁶¹ Tabla realizada por los autores.

²⁶² Imagen realizada por los autores.

C. A la cuestión: “¿Porque estas zonas resultaron complicadas?”, las personas respondieron para las cordales, que el cepillo no llegaba hasta esa profundidad; en realidad, por lo observado, puede afirmarse que la persona en realidad no sentía confianza del sistema, y temía dañarlo, o le avergonzaba que el cepillo llegara hasta esta zona. Algunos afirmaron también que por su cercanía con las paredes de la boca, el cabezal del cepillo no podía llegar hasta la zona.

Para los dientes frontales, aunque se explicaba el funcionamiento, gran parte de las personas desconocían que se podía forzar el cepillo para comprender esta zona, aunque pudo ser también el temor manifestado anteriormente.

D. A la cuestión: “Califique marcando en la recta una línea. ¿Qué tan cómodo se sintió al momento de...?” las personas respondieron lo siguiente.

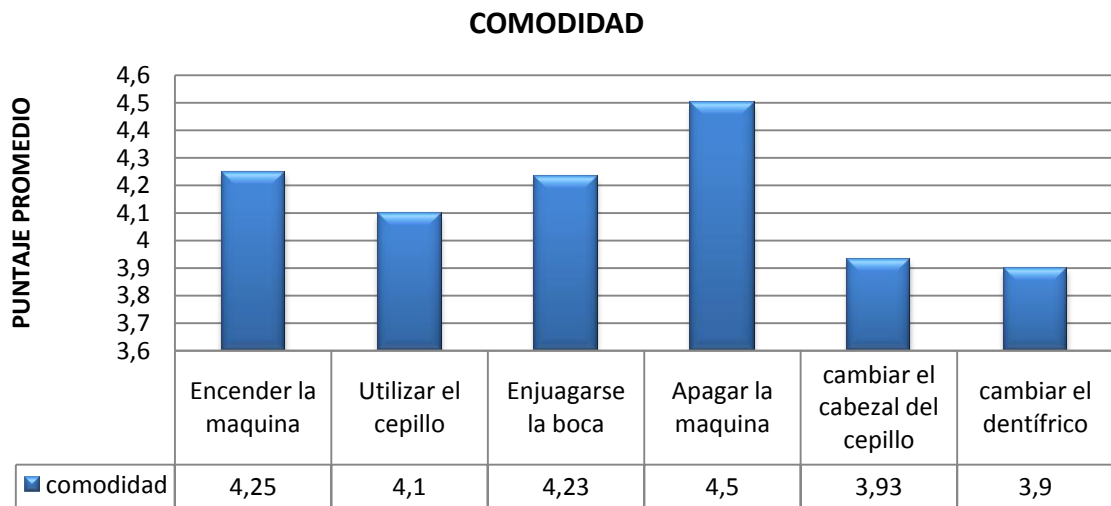


Tabla 51. Sensación promedio de la comodidad del usuario. La calificación de la muestra varía de 0 a 5. En la gráfica se observa que el modo automático del sistema fue el que mayor acogida obtuvo. Molesto (0-1.5). Cómodo (1.6-3.5). Excelente (3.6-5).²⁶³

Enjuagarse la boca y utilizar el cepillo, obtuvieron puntajes sobresalientes. Las personas en general se quejaban de la altura del dispositivo de enjuague, que dependía del lavamanos, y de la vibración del cepillo, ya ocasionaba mucho cosquilleo dentro de la boca; en dos casos, de sujetos con dientes sensibles, la presión del resorte fue tan molesta como para retirarse del dispositivo.

²⁶³ Tabla realizada por los autores.

Cambiar el cabezal del cepillo y el dentífrico, para los usuarios, fueron las actividades que más apreciaron como incómodas, aunque la puntuación por parte de los usuarios fue favorable. Nuevamente el temor a las averías y además, la complejidad visual de estas actividades, hicieron que el usuario sintiera temor al respecto.

E y F. A la cuestión: “Las instrucciones para cepillarse y enjuagarse los dientes fueron” y “Las instrucciones para cambiar el cabezal del cepillo y el dentífrico fueron”, las personas respondieron lo siguiente:

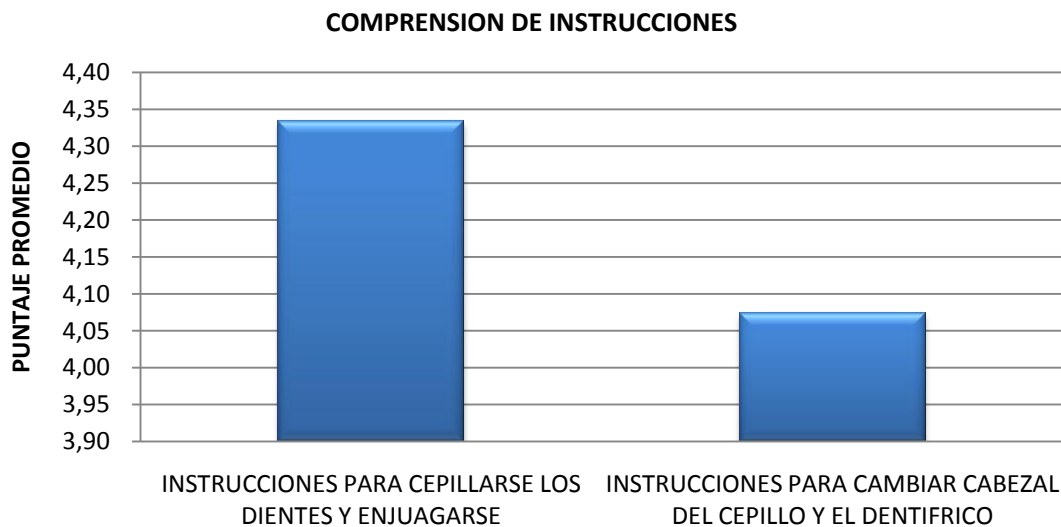


Tabla 52. Comprensión promedio del usuario. La puntuación evidencia que el conocimiento generado por el usuario luego de atender las instrucciones y utilizar el sistema para cepillarse los dientes y enjuagarse la boca fue satisfactorio, al igual que el de las instrucciones para los recambios, lo cuales son de mayor complejidad que la tarea anterior, que requiere de una intervención directa en la máquina y de una secuencia de acción preestablecida. Dificiles (0-1.5). Claras (1.6-3.5). Sencillas (3.6-5). ²⁶⁴

²⁶⁴ Tabla realizada por los autores.

G. A la cuestión: “Observaciones y sugerencias. ¿Qué le falta (o sobra) al sistema “Dento” para atender a las personas discapacitadas?”. A continuación se expondrán las sugerencias más frecuentes, y las razones por las que se omitieron, o se debiera reconsiderar.

- *Ajustar el sensor de proximidad principal.* En algunas ocasiones, cuando el usuario lateralizaba su cuerpo para cepillarse los dientes frontales, el sensor fallaba en la lectura y dejaba de transmitir el movimiento a las cerdas. Este ajuste es necesario.
- *Control directo de la rotación.* Se había propuesto para brindarle mayor control al usuario, la implementación de un control para el uso con los pies; sin embargo, se descartó esta opción por considerar que podría atentar con el equilibrio del usuario que no poseyera los miembros superiores.
- *Más dentífrico en el cabezal.* La dosificación falló por milímetros de precisión, y no hubo más remedio que proceder con la prueba en ese estado, aunque en algunos casos si pudo suministrar la suficiente. Este ajuste es necesario.
- *Enjuague bucal.* Aunque podría suministrarse, acarrearía el uso de un espacio de almacenamiento y un mecanismo de bombeo, un componente similar al del desplazamiento para el subsistema del cepillo, o un dispositivo aparte. Además, sería necesario asegurar que nunca se escapara de la boca la trayectoria del enjuague bucal, pues su desperdicio acarrearía costos al usuario.
- *Stickers con instrucciones.* Atenta contra las normas de usabilidad esta propuesta, ya que las explicaciones, como lo demostró la prueba, fueron más que suficientes. Lo ideal es disminuir la complejidad de la función de recambio, ubicando el botón de pulsado en la parte externa, y entregar un manual de instrucciones junto con el producto.
- *Ajustar la altura automáticamente.* Sería sumamente complejo, en términos técnicos, y no sería fundamental para el usuario final.
- *Movimiento horizontal.* Nuevamente, sería demasiado complejo el subsistema para permitir este movimiento, en términos técnicos. La transmisión se comporta como se esperaba; esta propuesta es producto de la falta de experiencia de uso.
- *Mayor rapidez.* Este tiempo es relativo. Generalmente las personas permanecían 15 segundos inactivos. Este ajuste es deseable.

8.4.4. PRUEBAS CON LOS USUARIOS FINALES

Fueron dos los métodos utilizados para evaluar el efecto del sistema en los usuarios finales.

1. La evaluación del material fílmico con el método propuesto durante la indagación contextual. Lamentablemente, algunos de los usuarios contactados anteriormente habían cambiado su lugar de residencia, por lo que no se pudo contar con ellos para la prueba final.

Variable 1. *Efectividad*. Para esta variable, serán constantes los tiempos de las actividades A, B, y C1, ya que ahora es la maquina la que interviene en esta labor. C2 y D, que son las que involucran al usuario directamente, varían por la permanencia del usuario en el sitio hasta que la actividad finaliza. Para hacer un contraste con los resultados anteriores, se añadió una nueva línea de color verde, que representa al usuario usando el sistema Dento. Usuario tipo, línea azul. Usuario 2 usando un cepillo convencional, línea roja.

Variable 2. *Confort*. Se verán como en la anterior, curvas de comportamiento constante, salvo para las actividades que involucran la participación activa del usuario. Para hacer un contraste con los resultados anteriores, se añadió una nueva línea de color verde, para la grafica promedio del confort, que representa al usuario usando el sistema Dento. Usuario tipo, línea azul. Usuario 2 usando un cepillo convencional, línea roja.

2. El método anteriormente expuesto, usado para la evaluación de los usuarios tipo. Se invitaba a la personas a acercarse a la Universidad Industrial de Santander, o se hacia la misma prueba en el lugar en el que ellos pudieran en caso de no lograr realizar el viaje. Los resultados finales se evaluaron solo con las personas con las que se pudo contactar y hacer la prueba.

Usuario 2. Javier Payares.

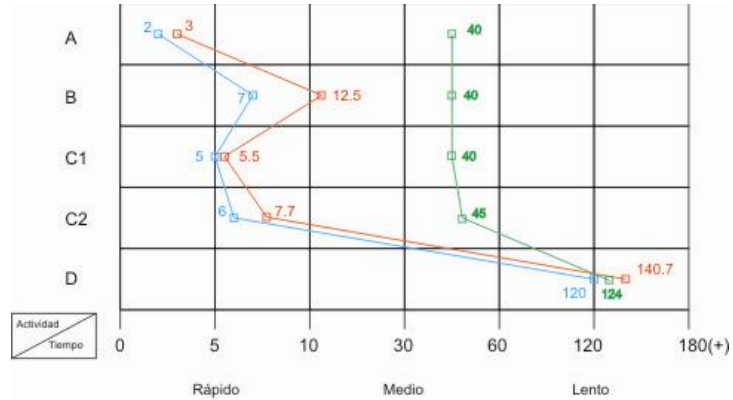


Tabla 53. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 2. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

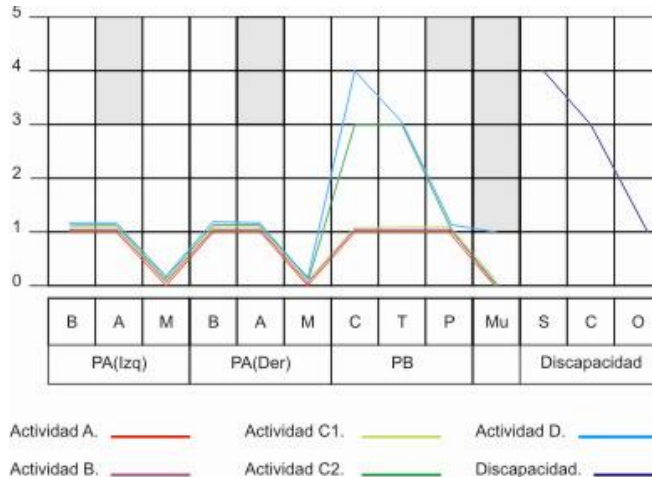


Tabla 54. Tabla gráfica del Confort para el usuario 2 usando el sistema Dento. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

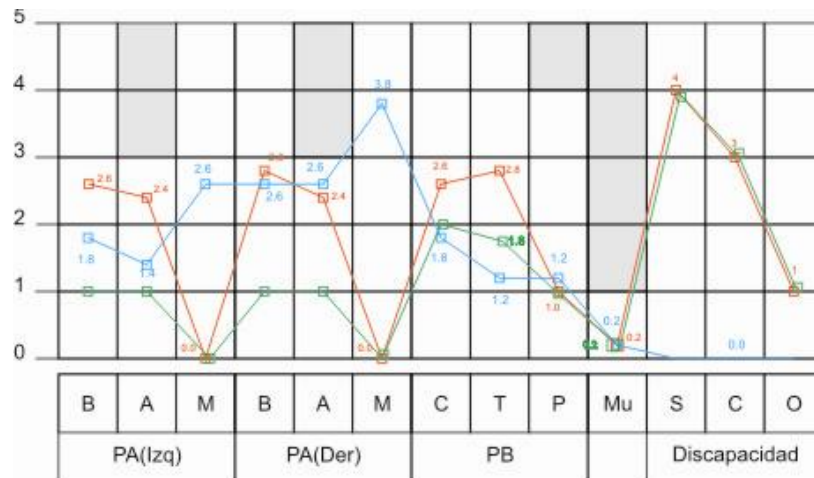


Tabla 55. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 2. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 4. Gladys Zulleyma Rueda Villamizar.

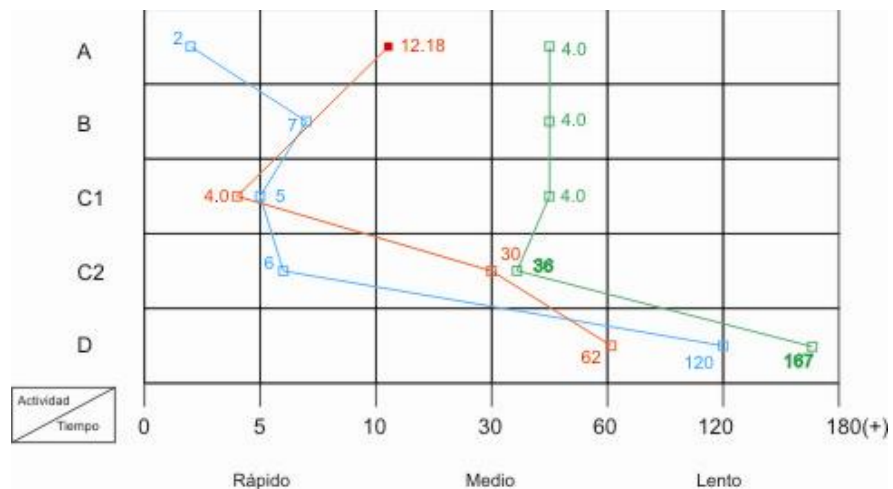


Tabla 56. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 4. La actividad B no fue registrada anteriormente. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

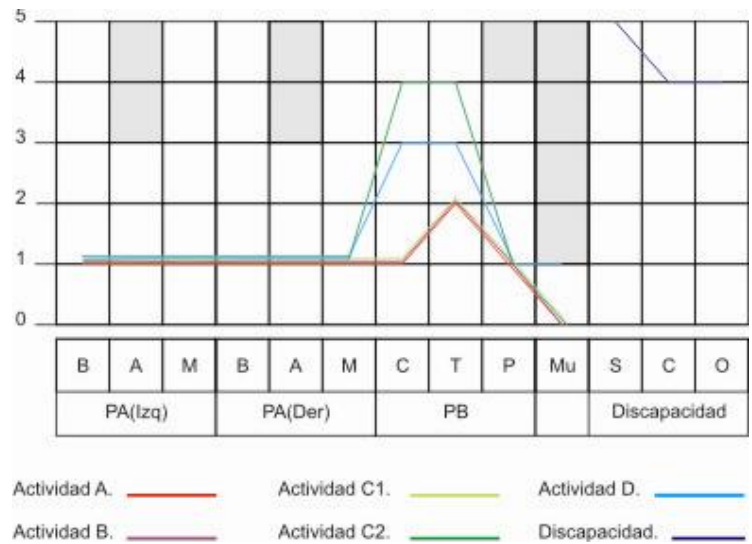


Tabla 57. Tabla gráfica del Confort para el usuario 4 usando el sistema Dento. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. No registrada por cuestiones del usuario. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

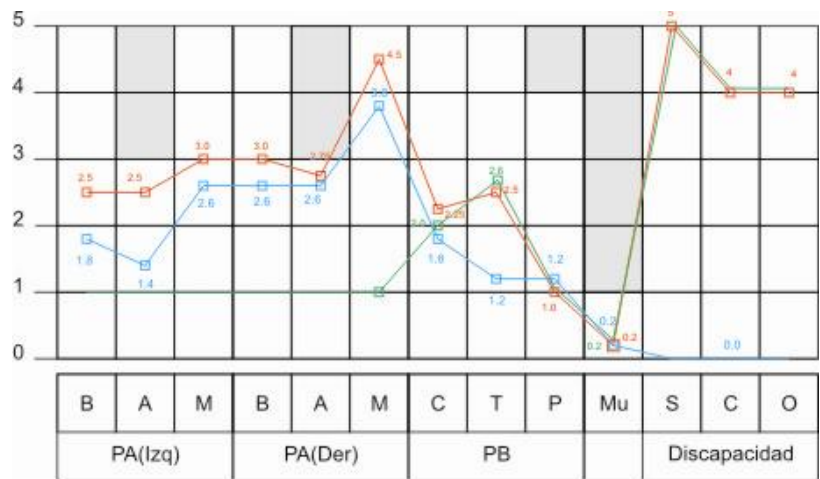


Tabla 58. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 4. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 5. Gerson Julián Niño

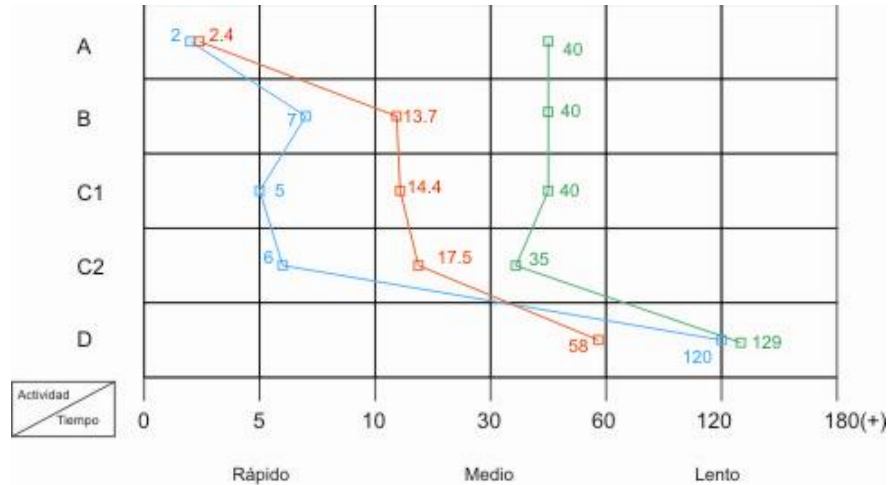


Tabla 59. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 5. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

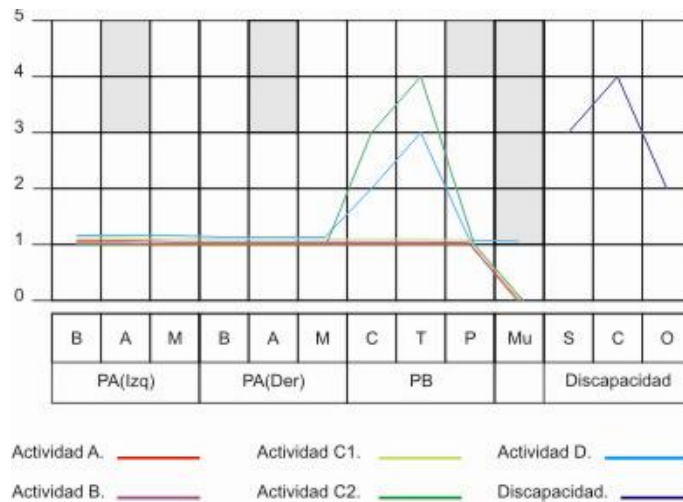


Tabla 60. Tabla gráfica del Confort para el usuario 5. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

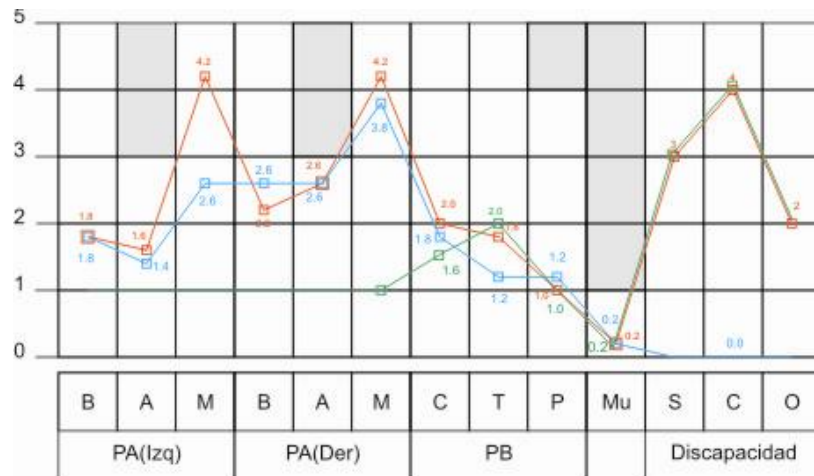


Tabla 61. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 5. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados

Usuario 6. Henry Tabares Martínez.

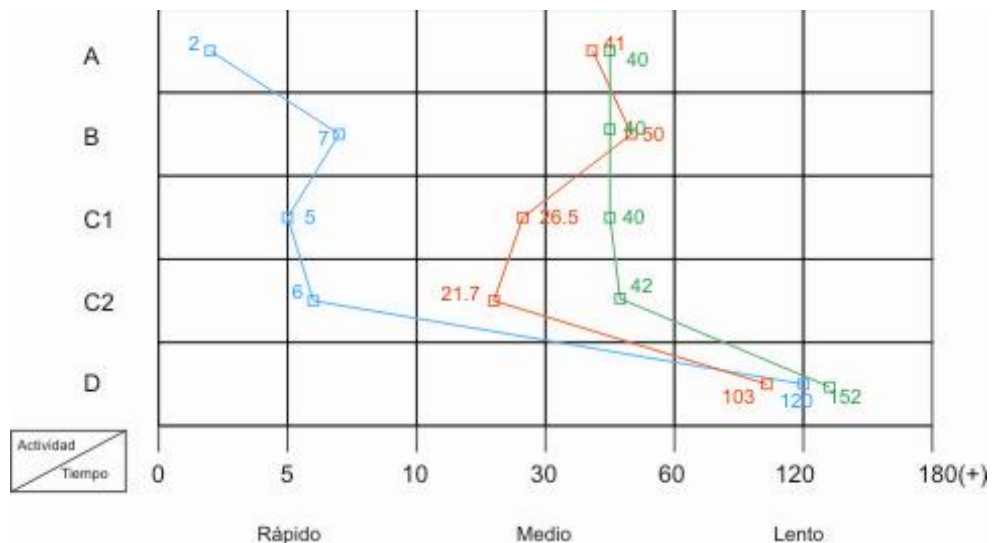


Tabla 62. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 6. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

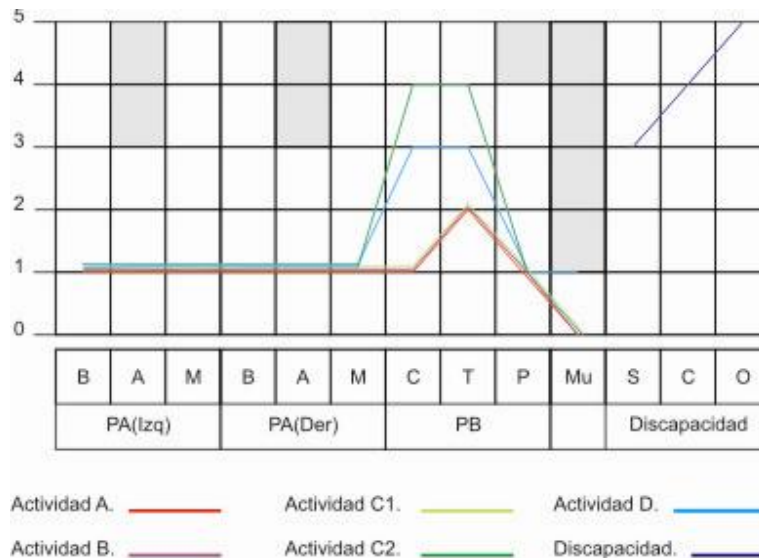


Tabla 63. Tabla gráfica del Confort para el usuario 6. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

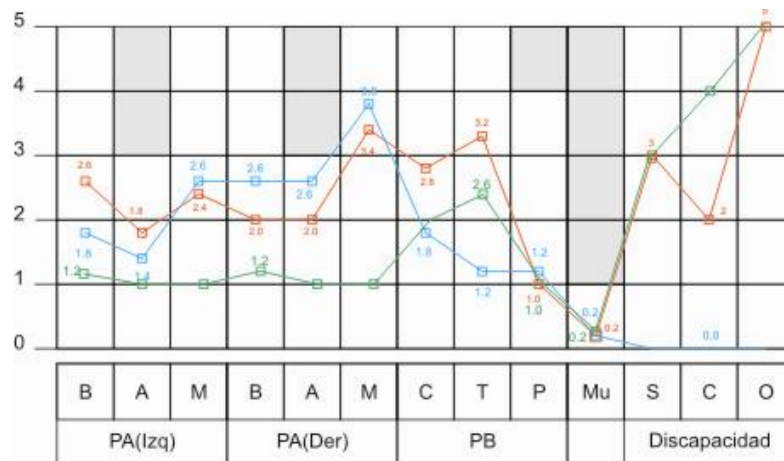


Tabla 64. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 6. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 7. Diana Carolina Gutiérrez Acuña.

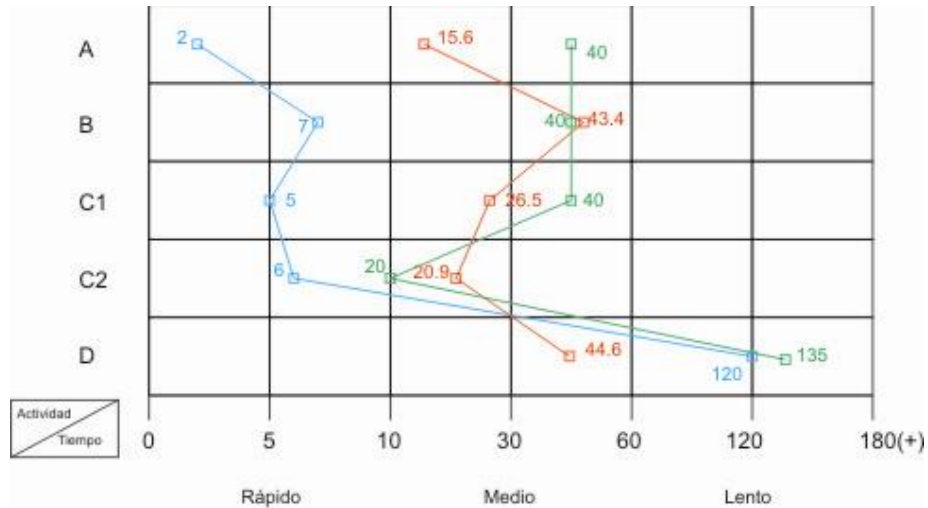


Tabla 65. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 7. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

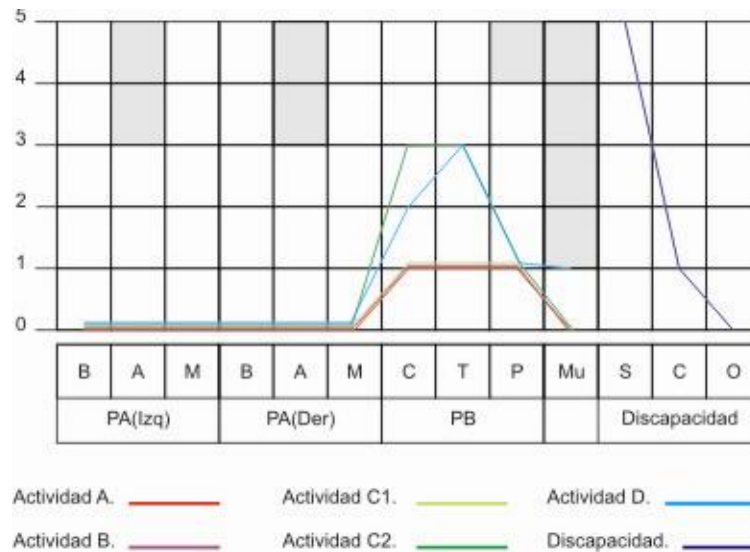


Tabla 66. Tabla gráfica del Confort para el usuario 7. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

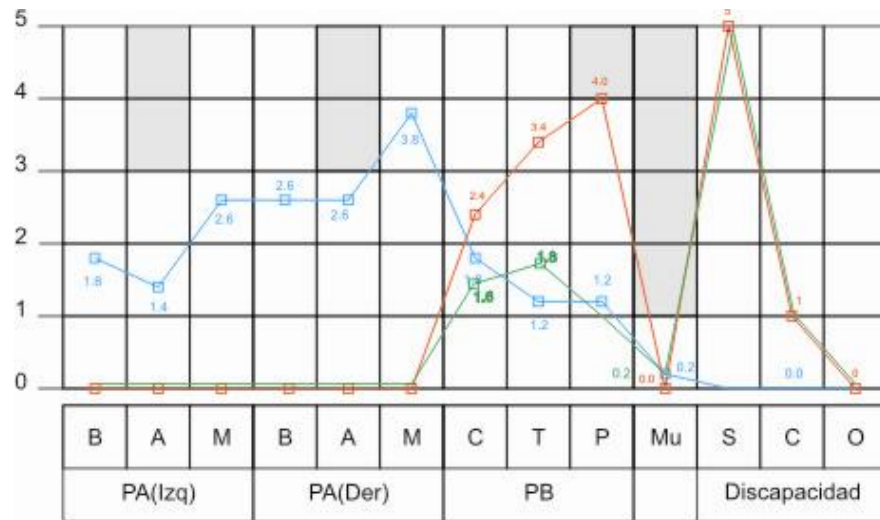


Tabla 67. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 7. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 8. Pedro Jesús Pabón Pérez

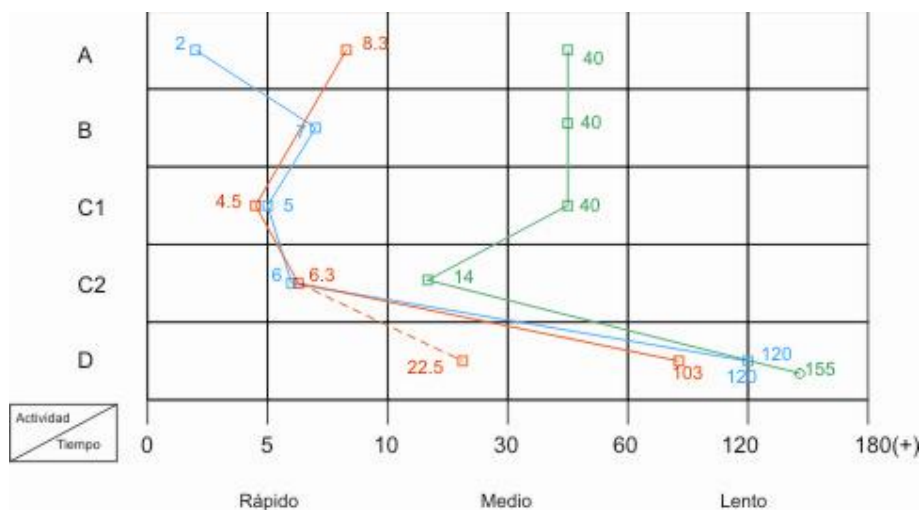


Tabla 68. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 8. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

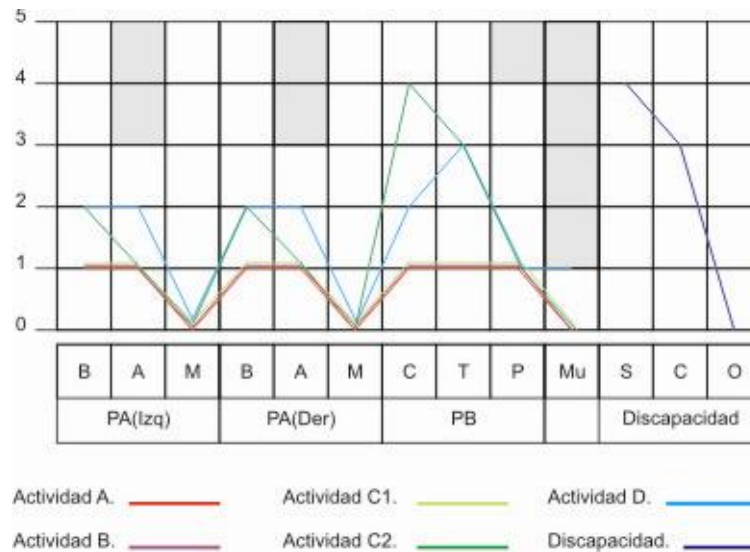


Tabla 69. Tabla gráfica del Confort para el usuario 8. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

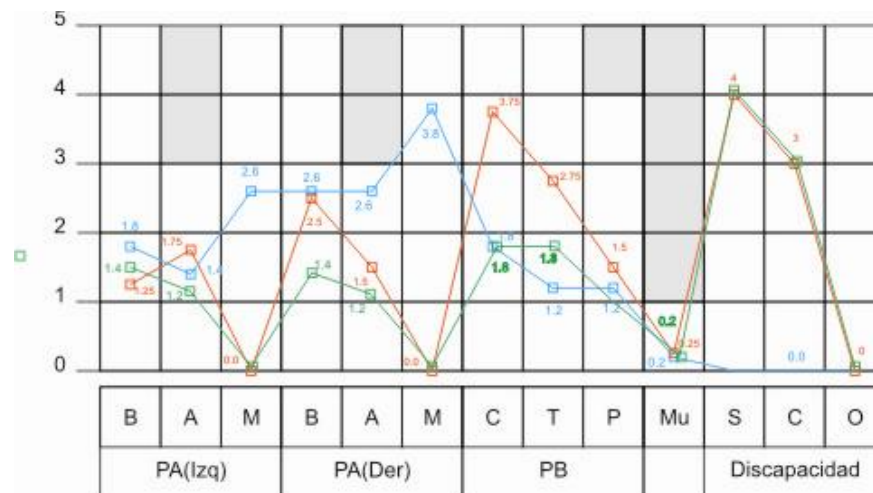


Tabla 70. Tabla gráfica del Confort promedio correspondientes al usuario 8. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

9. Carlos Julián Celis Díaz.

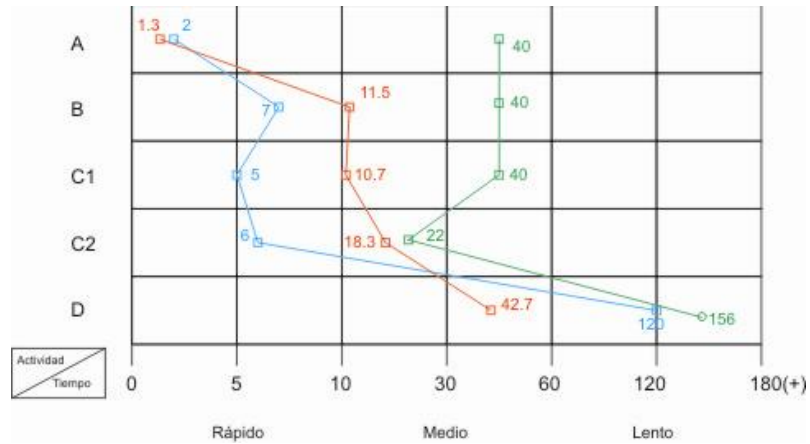


Tabla 71. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 9. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

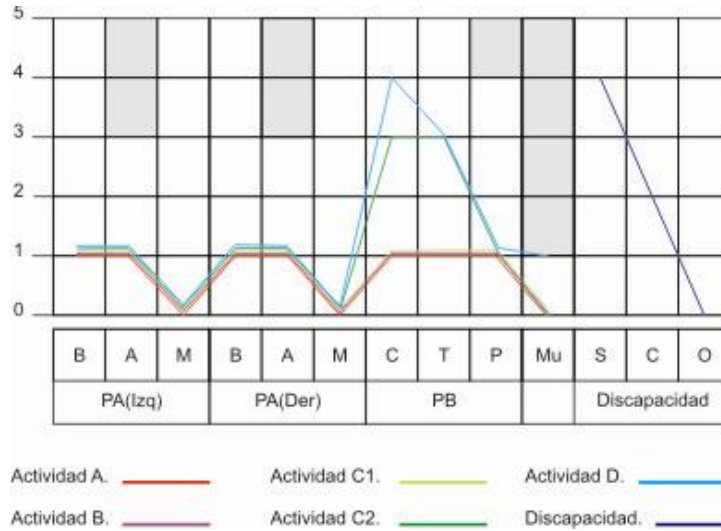


Tabla 72. Tabla gráfica del Confort para el usuario 9. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

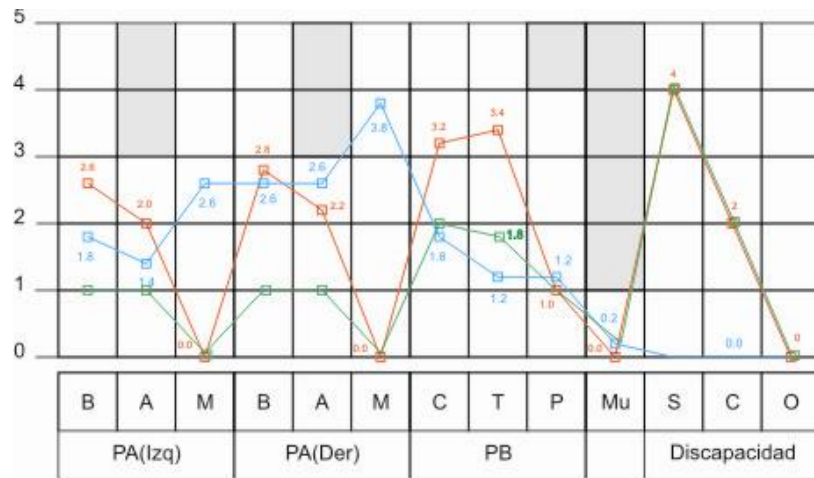


Tabla 73. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 9, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

Usuario 10. Cristian Mauricio Lugo Roper.

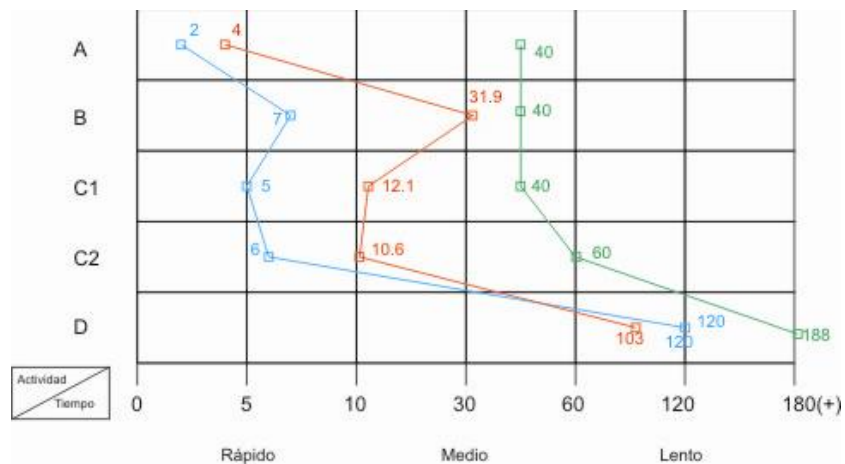


Tabla 74. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 10. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

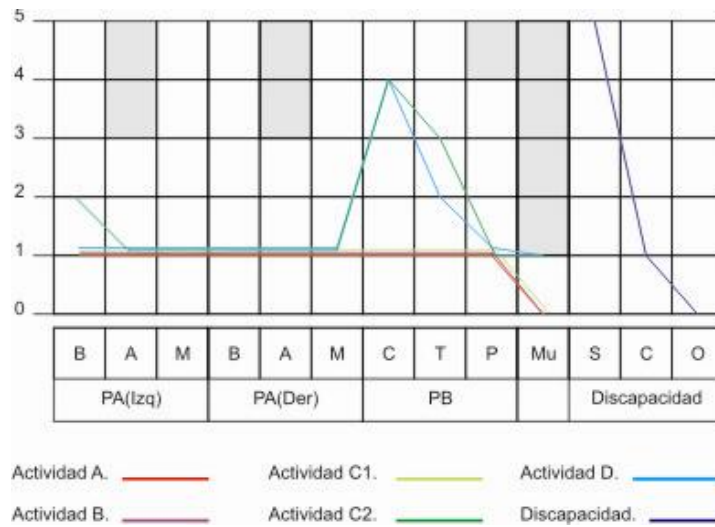


Tabla 75. Tabla gráfica del Confort para el usuario 10. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

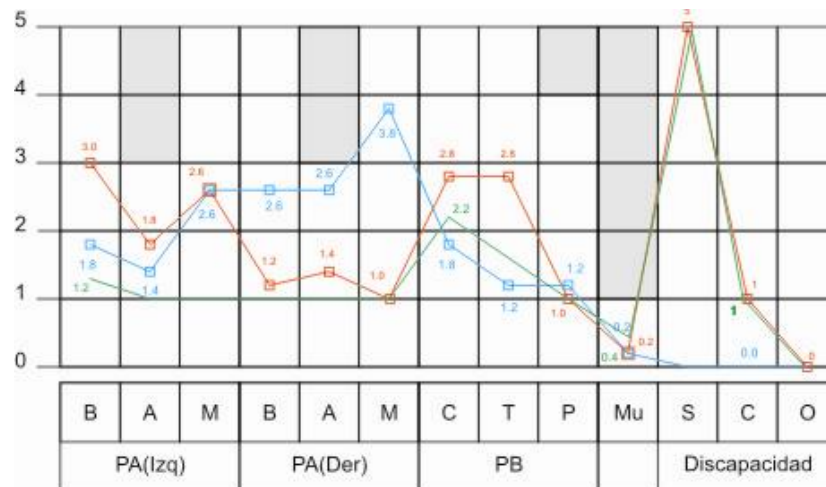


Tabla 76 Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 10, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

8.5. CONCLUSIONES DEL MATERIAL FILMADO.

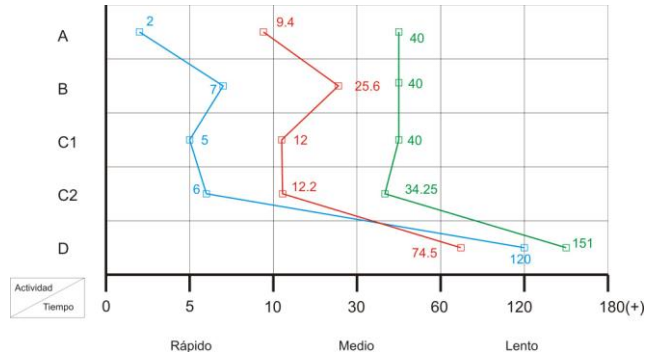


Tabla 77. Tabla promedio de la Eficiencia para los usuarios. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

Para estos resultados, la línea azul representa al usuario tipo, la roja a los usuarios encuestados en la indagación, y la verde a esos mismos usuarios, utilizando el sistema Dento. Las actividades automatizadas requieren de mucho más tiempo que el empleado por los usuarios con su movilidad residual; sin embargo, el sistema ofrece mejoramiento en los tiempos para enjuague y el cepillado, de manera que la limpieza podría considerarse más efectiva. En la grafica inferior, puede observarse que este sistema aporta un notable decrecimiento en el esfuerzo necesario por los usuarios por partes corporal, respecto a la actividad, aunque es necesaria la intervención del cuello y el tronco.

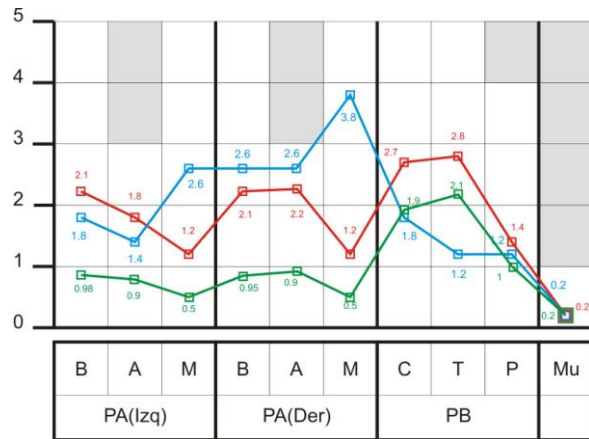


Tabla 78 Tabla gráfica del Confort para la confrontación de los promedios. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

8.5.1.RESULTADOS PRUEBA DE USABILIDAD.

A. A la cuestión “Considera que el efecto de limpieza luego de usar el sistema “Dento” es”, la gente respondió positivamente. Para ver las tablas por favor revisar el Anexo 11.

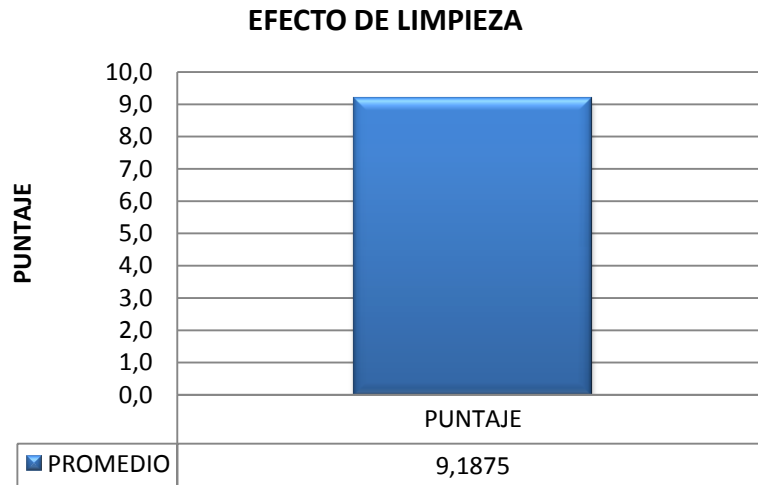


Tabla 79. Efecto de limpieza en los usuarios finales.²⁶⁵

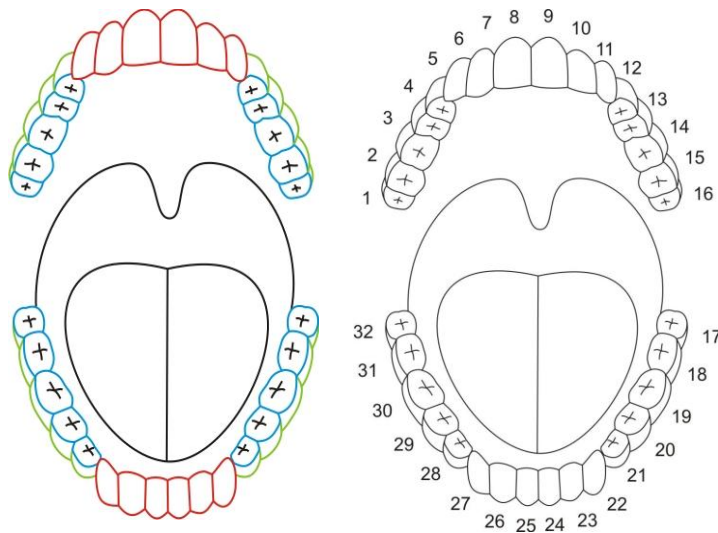


Figura 208. Numeración de los dientes.²⁶⁶

²⁶⁵ Tabla realizada por los autores.

²⁶⁶ Imagen realizada por los autores.

B. A la cuestión: “¿Cuales zonas considera que fueron más difíciles de cepillar? Por favor con el lápiz sombree las zonas, o indíquelas con una flecha”. Las personas respondieron.

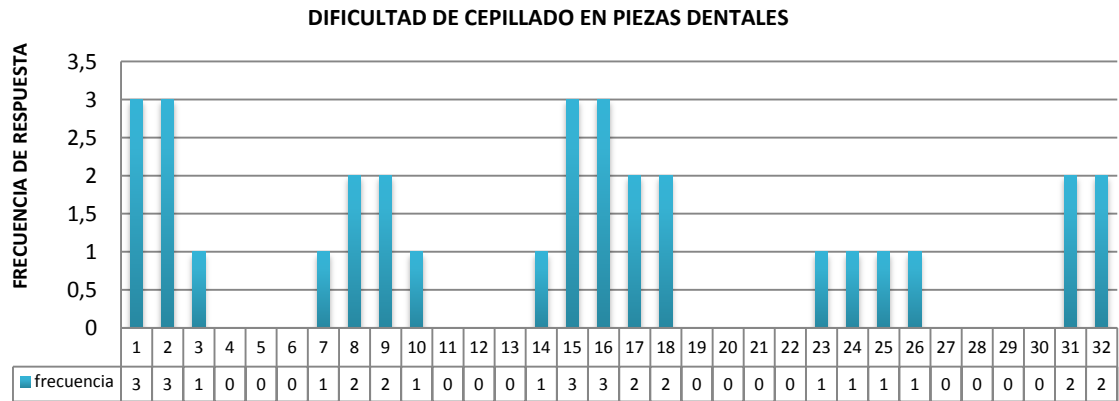


Tabla 80. Dificultad en el cepillado por piezas dentales para los usuarios finales.²⁶⁷

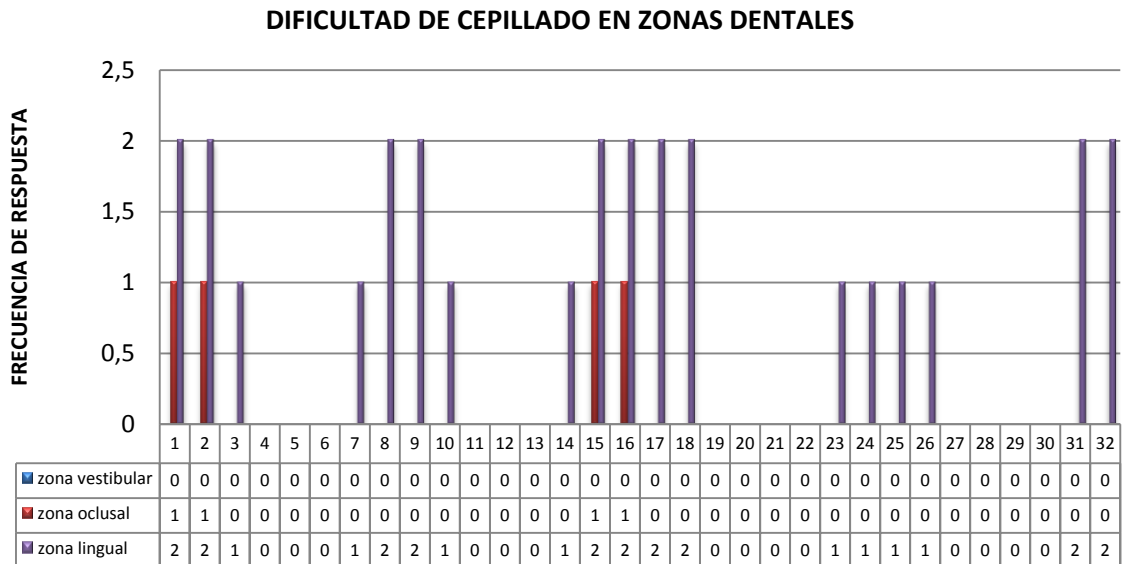


Tabla 81. Dificultad en el cepillado por zonas dentales para los usuarios finales.²⁶⁸

²⁶⁷ Tabla realizada por los autores.

²⁶⁸ Ibíd.

PORCETAJE DE DIFICULTAD PARA CEPILLAR PIEZAS DENTALES Y SUS ZONAS

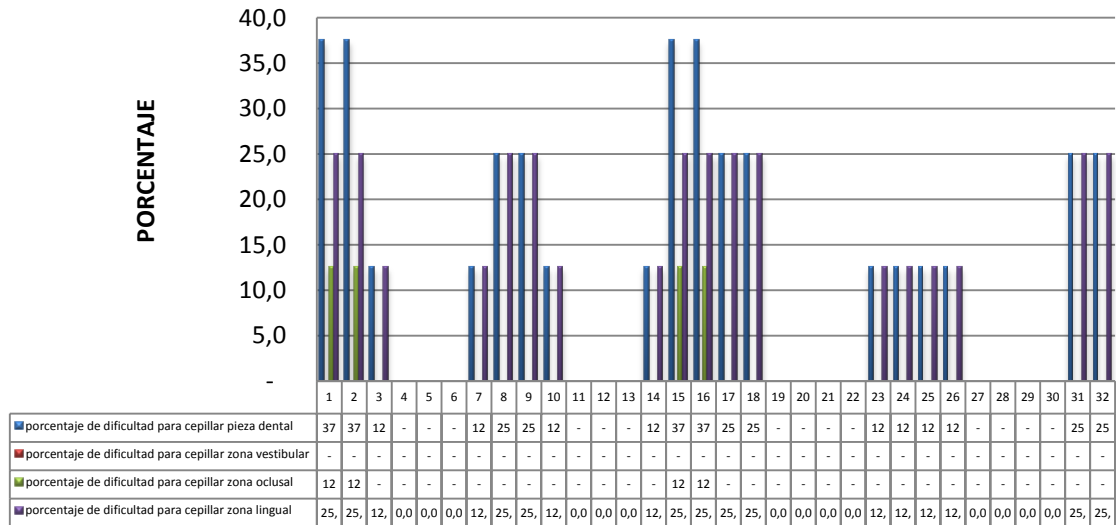


Tabla 82. Porcentaje de dificultad en el cepillado para los usuarios finales.²⁶⁹

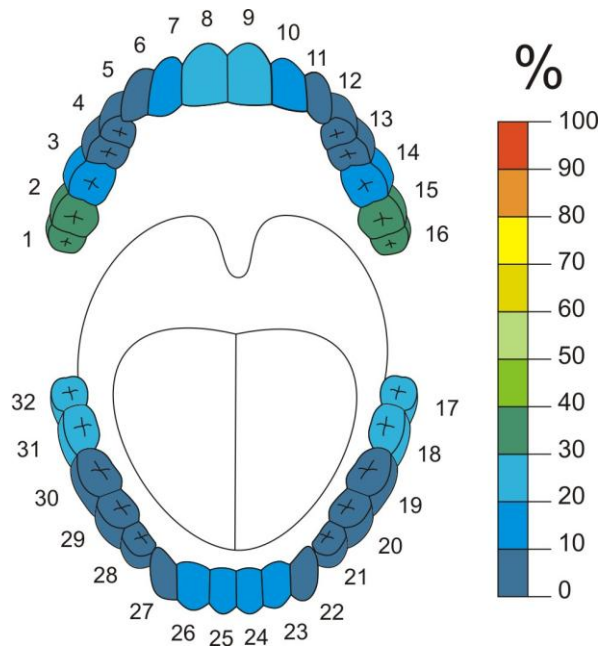


Figura 209. Porcentaje de dificultad por pieza dental. Para los usuarios finales, los dientes que presentaron mayor dificultad fueron los incisivos frontales y las cordales superiores²⁷⁰

²⁶⁹Tabla realizada por los autores.

²⁷⁰Imagen realizada por los autores.

8.5.2. CONCLUSIONES PRUEBA DE USABILIDAD.



Figura 210. Fotografía de Javier Payares (usuario 2) con los autores.²⁷¹

Estas personas han vivido la mayor parte de su vida con la condición de discapacidad latente en cada una de sus actividades, y han tenido que solventar sus dificultades valiéndose por sí mismos, por lo que han desarrollado enormes habilidades en la manipulación fina de los elementos, lo que incluye claro, al cepillo dental, a la apertura y cierre de un dentífrico y de una llave de agua.

Sin embargo, el sistema obtuvo gran acogida entre los usuarios primarios, y sus desperfectos pasaron desapercibidos ante las grandes ventajas que ofrecía. Es notoria esta tendencia, en especial comparando las repuestas de los usuarios tipo, quienes fueron mucho más inquisitivos en las molestias que sentían en sus piezas dentales, que los usuarios primarios, a los cuales les gusto el sistema y no presentaron mayores reclamos al respecto (aunque por el tamaño de la muestra, este hecho puede no ser concluyente).

El promedio aritmético del precio final que estaría dispuesto a pagar el usuario, sería de 1'930.000 \$. De igual manera, como hubo precios muy elevados, y otros que ni siquiera alcanzaban el 10 % del costo.

²⁷¹ Imagen tomada por los autores bajo consentimiento.

9. ANALISIS TÉCNICO-PRODUCTIVO

RECURSOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN PRODUCTO						
MATERIALES	CANTIDAD	VALOR		PROCESO	tiempo (minutos)	COSTO
resina poliéster pre acelerada.	1kg	7800		carcasa en fibra de vidrio (incluye sistema para dispensar agua)		
mek catalizador	200 mL	2500				
gel coat	1kg	16800		limpieza de moldes	3	
fibra de vidrio	1kg	7000		aplicación desmoldantes (cera y alcohol pv)	13	
aplicadores (rodillos, brochas)	2 de cada ítem	3800		aplicación gel coat	15	
pieza acrílico azul traslucido. Corte laser	1 (1x2x0.3 cms)	183		secado momentáneo	15	
pieza acrílico negro humo traslucido. Corte laser. Doble	1 (1x3x0.3cms)	350		aplicación fibra de vidrio+resina	35	
pieza acrílico blanco. Corte laser. Doble	1 (1x1x0.3 cms)	250		aplicación gel coat	15	
pieza acrílico transparente. Corte sierra.	1 (20x8x0.5 cms)	2900		desmoldeo	10	
pieza acrílico blanco. Corte sierra. Doble	1 (8x8x0.3 cms)	800		cortes (agujeros)	10	
perfil aluminio. Angulo 1 1/4"	1(40 cms)	6000		fundir bases en resina	15	
varilla aluminio 5/16"	1(20 cms)	2300		perforaciones (roscado, sonido, sensores, cableado)	10	
varilla aluminio 5/8"	1(20 cms)	5600		retoques	10	
tubo aluminio 5/16"	1(20 cms)	3000			151	9311
perfil aluminio. Cuadrado 1 1/4"	1(20 cms)	12000				
piñón plástico Z = 14 D = 16 mm (fujian,china)	2	1550		sistema de presion para aplicación del dentífrico		
duralon 1/2"	1(20cms)	5000				
lija tela N° 60	1(25x10cms)	1300		corte acrílico, perforaciones, roscado	25	
resortes torsión	2	2000		corte aluminio perforaciones, roscado	25	
corredera gabinete	1	7500		piezas de presión (fresado, roscado)	35	
mariposa de prensa. Torno. Cromo.	1	4500		ejes de calandrado (duralón y aluminio) torneado	35	
tapa rosca crema dental (Colgate niños)	1	4200		brazo de presión (sujeta los ejes de calandrado) fresado	35	
tornillería(sistema aplicación de la crema)	17	3400		pegue cobertura en lija de ejes.	6	
motor sincrónico con reducción 1rpm 60 hz (saybrook)	1	64100		modificación tapa-rosca (rectificar diámetro de boquilla)	15	
piezas polipropileno. Corte y perforaciones	1	1200		fijación de piñones a ejes de presión	10	

codo plástico (sistema de crema)	1	300	modificar terminal manguera (systoflow)	10	
			armado general. Fijación partes y motor	20	
tubo uv-c	1	11800		216	13320
base encendido electrónico	1	7500			
lamina aluminio 0.5 mm	1(15x15 cms)	3000	sistema de luz uv-c		
base de sujeción en aluminio	1(3/4"x10cmsx3mm)	1000			
tornillos	4	500	modificación base de encendido electrónico	15	
			ubicación laminilla de aluminio a modo de pantalla	8	
motor dc con caja reductora	1	20000	bases de sujeción (corte, dobléz y perforaciones)	20	
RECURSOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN PRODUCTO					
MATERIALES	CANTIDAD	VALOR	PROCESO	tiempo (minutos)	COSTO
piezas acrílicas circulares. Sostenimiento motor (corte laser)	1	3200		43	2651
rodamiento de bolas no lubricada 15-6-5	1	3500			
tubería pvc blanca 2 1/2" y 2"	25cms c/u	4400	sistema de lavado y aplicación del dentífrico		
tapón pvc 2 1/2"	1	2500			
cobertura pieza acrílica >2". Corte y dobléz	1	3100	corte y perforación tubos pvc	10	
bases en PP. Cortes. perforaciones.	2	16000	perforación tapón	3	
tubos 1/4" cobre para boquillas (chorro de agua)	3	3000	pegue y sellado de boquillas y desagüe	15	
diafragma silicón.	1	4450	pegue del diafragma de salida del dentífrico	5	
finales de carrera	2	3400	fijación bases del motor	10	
bases acrílico 5mm. Roscado	2	1000	alineamiento del motor dc con caja reductora	5	
leds (luz dispersa azul)	2	2000	fijación finales de carrera	5	
manguera flexible (sistoflow, Baxter)	1	7500	fijación cobertura pieza acrílica	7	
			pegue tapón y tubo central de pvc	7	
			ubicación leds	3	
pieza, lamina PP. Cortes y perforaciones	1	6300	pegue de bases de acrílico de 5mm	3	
perfil rectangular aluminio 3/4"x 2"	5 cms	1200	ubicación y atornillado de bases en PP	3	
motor dc con caja reductora 50:1 72 rpm 12v	1	35000	conexión de manguera flexible a entrada de boquillas	10	
tornillo sin fin bronce	1	8000	conexión codo plástico y manguera systoflow	5	
piñón helicoidal plástico (fujian,china)	1	2600	conexión tapón y manguera de desagüe	2	

tornillo bristol sin cabeza	1	100			93	5735
eje acero 1/4"x 8 cms	1	1700				
rodamiento 25 42 9	2	12000		sistema de elevación y movimiento del brazo		
rodamiento 7 16 8	1	4000				
acople pvc 1 1/4"	1	1000		corte circular en perfil rectangular. Base de motor	5	
codo pvc 1 1/4" 45°	1	2000		perforaciones en perfil rectangular para tornillos pasantes	2	
codo pvc 1 1/4" 90°	1	2000		fijación motor a base aluminio rectangular	2	
plug	1	2000		atornillar base de aluminio a pieza de PP	1	
yack	1	2000		realizar agujeros roscado y pasante en eje de acero	10	
leds azules 3mm chorro de luz	3	1200		tornear piezas de duralón de ajuste para balineras y eje de acero	35	
lector blanco/negro	1	2500		fijación tornillo sin fin a eje de motor	10	
pieza acrílica base micromotor. Corte laser	1	2100		introducir y fijar cojinete de balinera a pieza de PP	3	
micromotor	1	34500		armar sistema de rotación (ejes, piezas de duralón y balineras)	10	
RECURSOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN PRODUCTO						
MATERIALES	CANTIDAD	VALOR		PROCESO	tiempo (minutos)	COSTO
piñón pequeño Z=10	1	200		realizar agujero roscado en extremo de piñón helicoidal	10	
piñón grande Z=21	1	300		pasar pin de sujeción a través de eje de acero	1	
finales de carrera	2	4000		alineer eje con, cojinete en la pieza de PP.	1	
duralón 2"diam.x15cms	1	23000		insertar piñón helicoidal y atornillar	2	
motor dc rotación de cerdas (mabushi)	1	27500		fijar por tornillos todo el conjunto (pieza PP) a la carcasa	3	
piezas sistema compresivo de la guaya	1 juego	3000		fijar micromotor y lector de blanco y negro a su base	4	
resorte inoxidable sin paso 4mmx 15cms	1	2000		fijar base de micromotor a pared interna del codo de 45°	3	
manguera flexible 1/4" x 15 cms	1	50		ubicar PCB de leds en pieza acrílica blanca.	2	
enrosquetado negro	15 cms	80		ubicar Jack en el interior del codo de 45°	3	
resorte sin paso inox. Diam. 12 mm	15 cms	2500		acoplar codo de 45° al codo de 90°	1	
cuadrantes soldadura de plata	2	2300		armar : rodamiento, encoder, piñón Z21, plug y ejes de duralón	12	
tornillos butom bristol	2	1000		armar sistema compresivo de la guaya y fijar al motor	10	

pieza acrílico curvo blanco. Corte y doblez (lente leds)		1	2200	armar pared interna del resorte (12mm)	3	
bases en aluminio, sostenimiento de base en PP		2	1000	insertar motor de rotación cerdas en pieza cónica de duralón	1	
				insertar resorte (12mm) a pieza cónica de duralón	1	
				fijar rodamiento a codo de 45° por medio de tornillos	2	
lamina PS. Corte	50x30x0.3		5000	cablear y alinear el brazo en cavidad de reposo	6	
lamina MDF. Corte	50x30x1		3000		143	8818
anclajes para espejos		3	3600			
tornillos		6	200	sistema hidráulico		
manguera superflex 1/4"	2m		5000	conexiones de racores a electroválvulas y válvulas de paso	10	
manguera fukushima ayg 1/4"	2m		4000	disposición de derivaciones(tipo T,Y)	5	
tubos en cobre	10 cms		800	posicionar en sus respectivas bases las electroválvulas	3	
racor codo reducción 1/4"- 3/16" (npt a manguera)		2	6000	posicionar la válvula de control de flujo	3	
válvula de paso tipo aguja 1/4"npt		1	23000	insertar mangueras y fijar con abrazaderas y amarres	7	
electroválvulas		2	60000	insertar y fijar manguera de desagüe a racor de desagüe.	3	
racores. Manguera- electroválvula		4	10000		31	1910
manguera flexible, normal 1/4"	20cm		50	sistema electrónico		
acople tipo T para manguera 1/4"		1	3300			
abrazaderas (Taiwán) 1/2"		12	6000	ubicación sensores de proximidad	5	
RECURSOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN PRODUCTO						
MATERIALES	CANTIDAD	VALOR		PROCESO	tiempo (minutos)	COSTO
acople tipo Y plásticos	2	4000		ubicación finales de carrera, crema y protección cierre portezuela	8	
amarres pequeños	20	1000		adaptación adaptador tech y fijación.	10	
acople tipo codo	1	2500		corte y doblez lamina acrílico. Protección circuitos electrónicos	9	
manguera de desagüe blanca	2m	1200		ubicar fusible e interruptores (sonido), pulsador (mantenimiento)	5	
acople manguera desagüe, cámara de lavado	1	700		montaje componentes en tarjetas	45	
				cableado general	45	

componentes electrónicos para tarjetas		40000		programación. Preestablecido	5		
tarjetas	2	30000		prueba de funcionamiento	15		
sensor primario	1	40000			147	9060	
sensor dispensador de agua	1	20000					
parlante	1	5000		acabado y pintura			
adaptador tech	1	23000					
cable encauchetado x 3	3m	7000		preparación de la superficie	12		
fusibles	1	2000		enmascarado de zonas	5		
finales de carrera cierre portezuela	2	1500		pintura (3 manos) secado intermedio 3 min	25		
cableado ribon y dúplex	2m c/u	4000		retiro de enmascarado	1		
leds para indicador final de crema dental	8	1800		polichada	9		
					52	3200	
pintura PU catalizada glicooat blanca (catalizador + disolvente)	1/32"	7000					
pintura PU catalizada glicooat azul (catalizador + disolvente)	1/32"	7000		armado restante y empaque			
masilla PU roja	1/32"	5000					
lijas (320 - 400 - 600)	4 pliegos	3800		fijar anclajes para espejos en tapa posterior	5		
		789963	TOTAL	fijar sistema del dentífrico a tapa posterior	8		
				realizar conexiones eléctricas restantes	4		
				ubicar lentes sobre los agujeros de los sensores de proximidad	6		
				ubicar logos	1		
				empacar/embalaje	12		
					36	2220	
COSTOS DE PRODUCCION	846188						
					56225	TOTAL	

Tabla 83. Recursos y procesos para la fabricación de un producto.²⁷²

²⁷² Tabla realizada por los autores.

9.1. DIAGRAMAS DE GANTT

Diagramas de las actividades para la fabricación de un producto, para una serie corta de 100 unidades. Para su elaboración se empleo el programa Microsoft Project 2007.

La elaboración de un producto tardaría aproximadamente 6 horas con 25 minutos con 4 operarios. Al mes se elaborarían 37.5 productos. La ruta crítica de fabricación se muestra en color rojo.

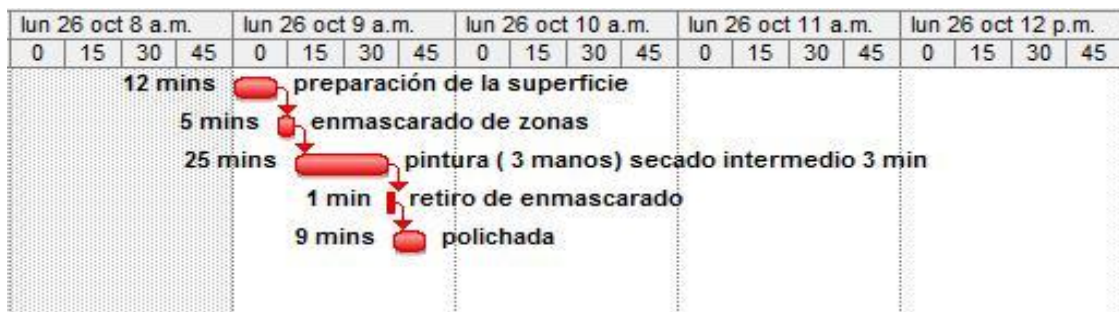


Figura 211. Acabado y pintura.²⁷³

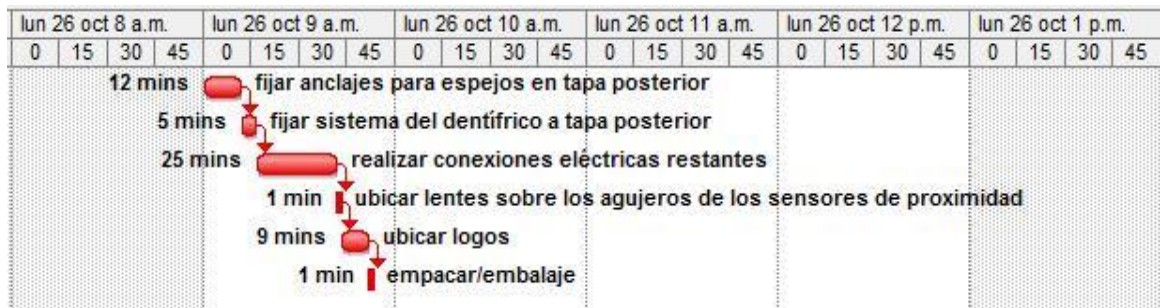


Figura 212. Armado restante.²⁷⁴

²⁷³ Figuras realizadas por los autores.

²⁷⁴ *Ibíd.*



Figura 213. Elaboración de la Carcasa.²⁷⁵

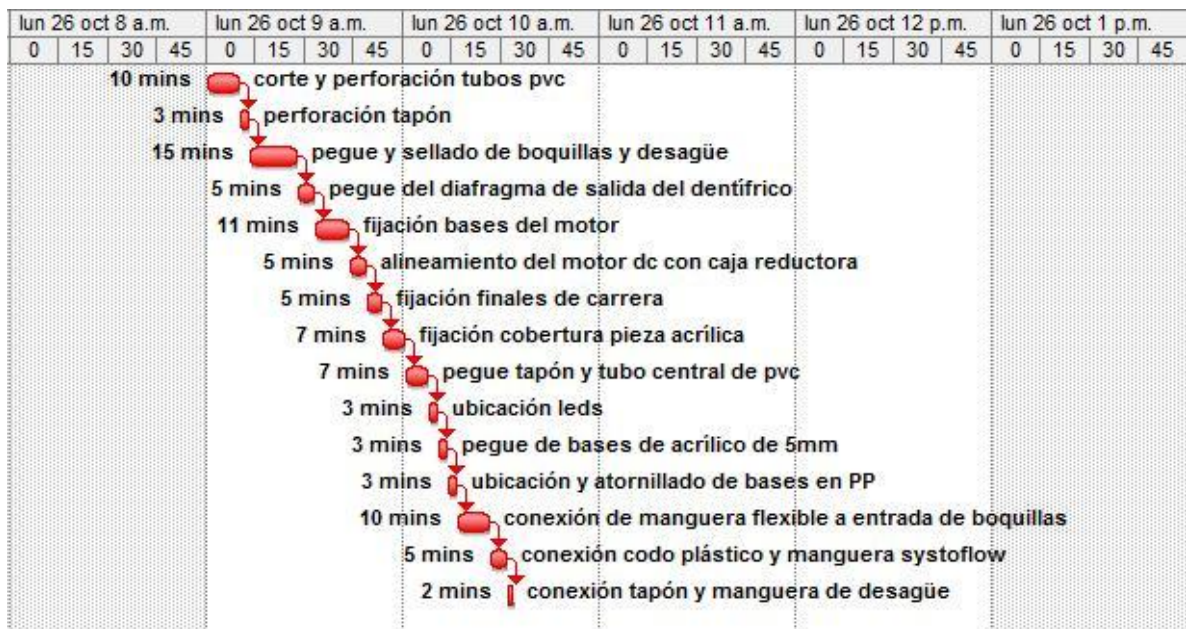


Figura 214. Elaboración sistema de Lavado y aplicación de dentífrico.²⁷⁶

²⁷⁵ Figuras realizadas por los autores.

²⁷⁶ Ibíd.

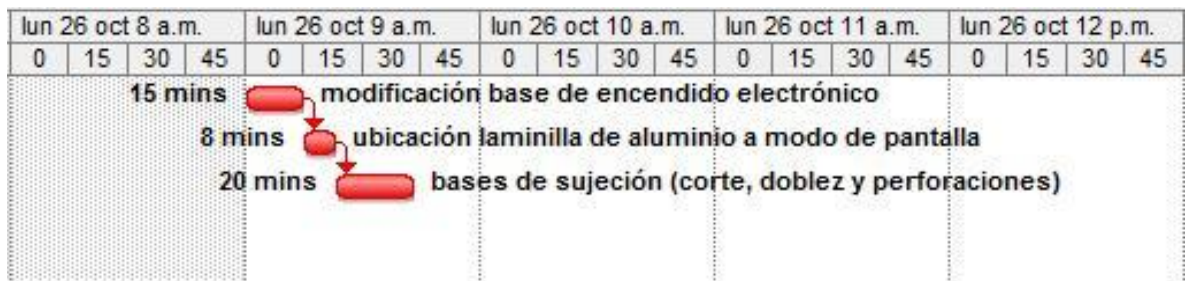


Figura 215. Elaboración del sistema de desinfección por Luz uv-c.²⁷⁷

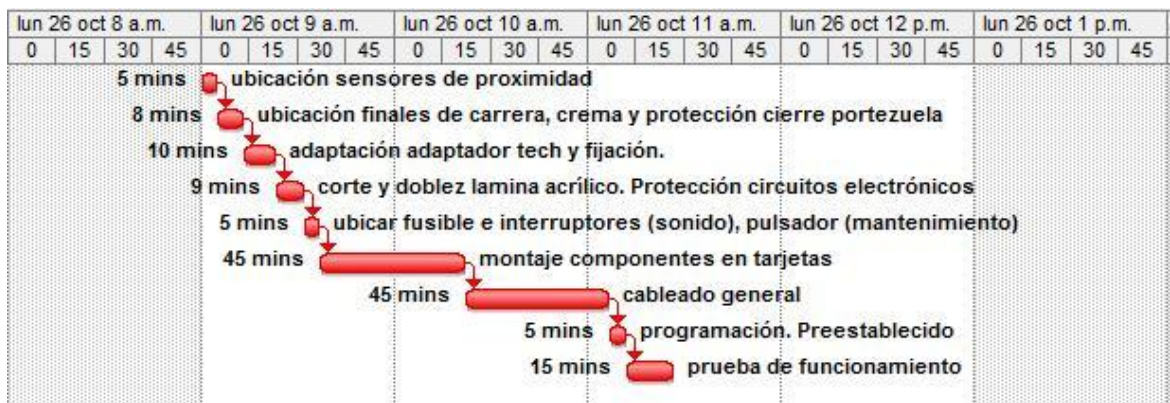


Figura 216. Elaboración del Sistema electrónico.²⁷⁸

²⁷⁷ Figuras realizadas por los autores.

²⁷⁸ *Ibíd.*

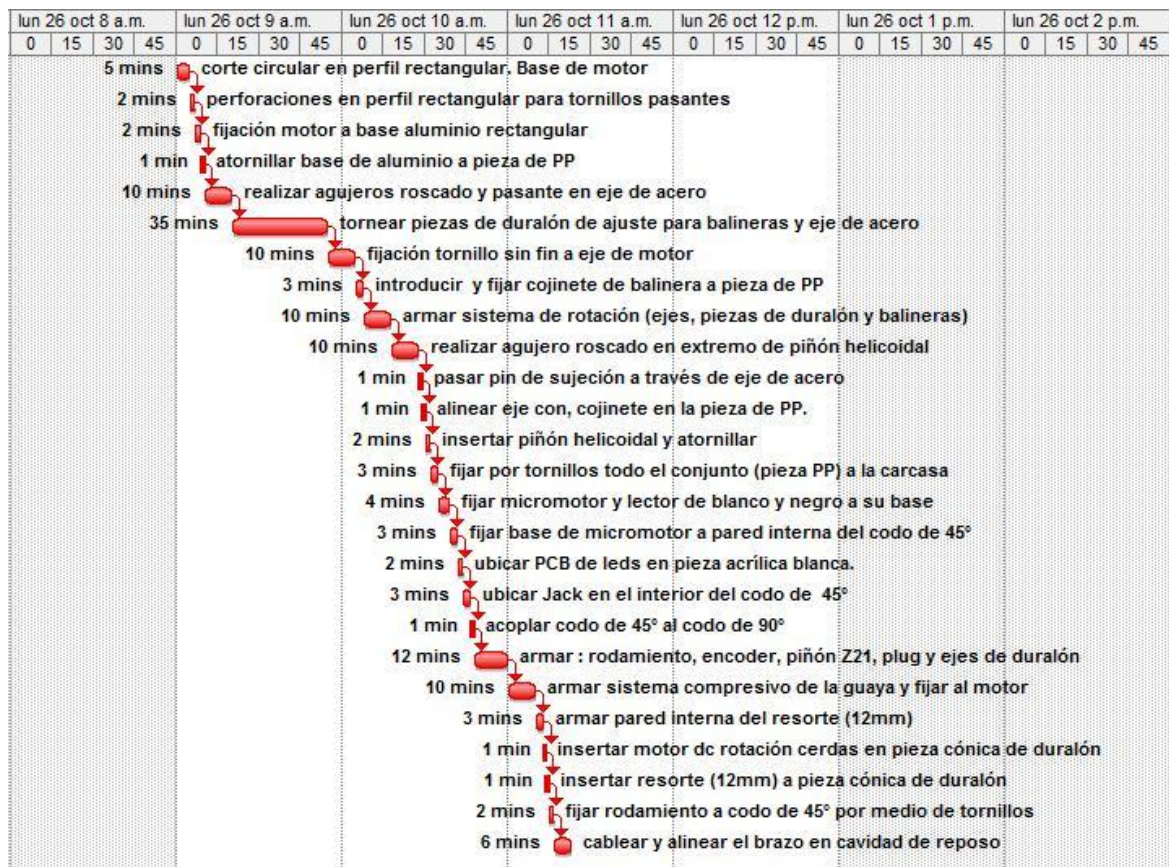


Figura diagrama 217. Elaboración del Sistema de elevación y movimiento del brazo.²⁷⁹

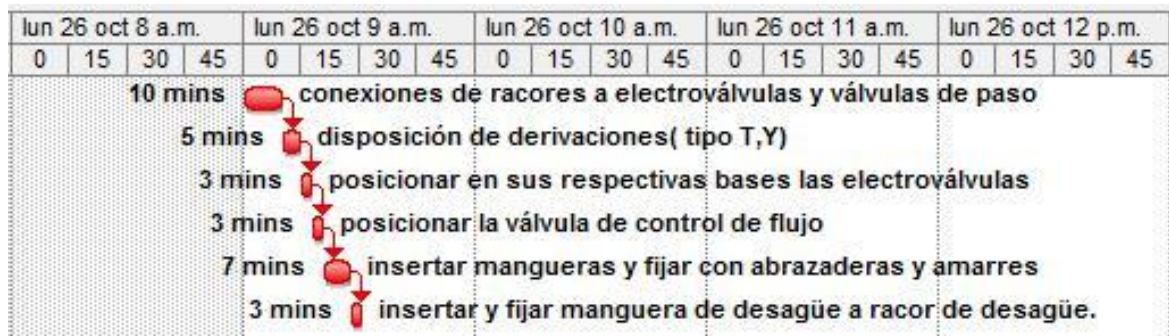


Figura 218. Elaboración del Sistema hidráulico.²⁸⁰

²⁷⁹ Figuras realizadas por los autores.

²⁸⁰ Ibíd.

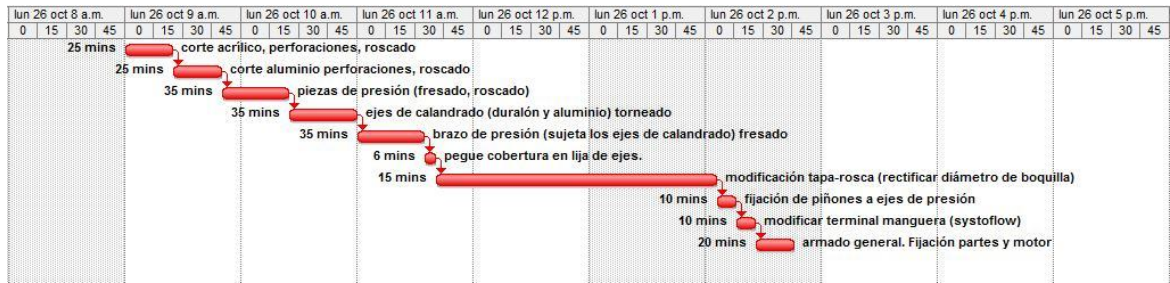


Figura diagrama 219. Elaboración del Sistema de presión para la crema.²⁸¹

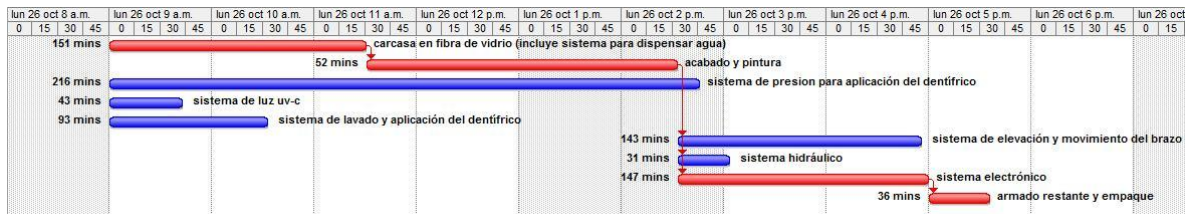


Figura diagrama 220. Duración total de fabricación de un producto para una serie corta de 100 Unidades.²⁸²

²⁸¹ Imagen realizada por los autores.

²⁸² Ibíd.

10. CONCLUSIONES

La comprensión del problema se basó en estadísticas y posibilidades de atender al mayor colectivo de gente posible con alguna deficiencia o limitación, que pudiese dificultarle la manipulación de los artículos involucrados en el cepillado dental. En el Anexo 7, podemos ver que este grupo de usuarios potenciales puede ser enorme, pero el esfuerzo para que un sistema atienda todas las necesidades particulares, lo sería también. Por esto, la muestra solo se enfocó en deficiencias cuya dificultad fuera visible y evidente,

Una vez contactados los usuarios, se observó en todos una gran fuerza de voluntad para lograr su autonomía, realizar todo lo que supuestamente sería un problema para ellos, sin la ayuda de nadie. En este punto, se logra identificar que las personas con discapacidades por debajo del codo, desarrollan con entrenamiento de años, gran habilidad en la motricidad fina y en la manipulación de los elementos pequeños. En cambio, a las personas que poseen discapacidad por encima del codo o a nivel de hombro, desarrollan métodos diferentes, conforme encuentran la justa medida de sus necesidades respecto a sus capacidades.

El sistema de limpieza dental “Dento” ha sufrido cambios desde su planteamiento como proyecto de aula, conforme el comportamiento del usuario final era comprendido, gracias al acercamiento y a la buena voluntad que dispusieron para compartir un poco de su tiempo y de su experiencia de vida con la academia. De este hecho, las especulaciones sobre las dificultades generadas por la discapacidad en miembros superiores, se transformaron en necesidades tangibles respecto a la tareas del cepillado dental, a dificultades vistas, que incluso los que las padecían pasaban por alto, acostumbrados a toda una vida adaptándose a artículos comunes.

Aunque no se podría tener la certeza con el tamaño evaluado de la muestra, que en realidad el sistema aminoró las cargas músculo-esqueléticas del usuario, si es posible, en cambio, determinar que al momento de la prueba se brindó *comodidad* durante el evento, realizando las tareas complementarias, para dejarle la responsabilidad de cepillarse y enjuagarse los dientes; y el factor *asombro*, incluso

más que comodidad, pues hasta que no vieron el sistema completo, no comprendieron los alcances que se habían expuesto durante la indagación.

Los resultados de la prueba con los usuarios finales arrojaron para el sistema un rendimiento de más del 90 %, con un efecto de limpieza excelente cuyo puntaje obtenido fue de 9.2 en escala de 1 a 10. Se identificaron en la boca además las piezas de mayor dificultad, los molares más profundos, con un 35 % de molestias generadas, debido principalmente a la falta de entrenamiento y al temor que generaba una posible avería por parte del usuario, aunque se le hubiera asegurado que esto no pasaría.

La comodidad generada por las prestaciones, logró que el sistema obtuviera también resultados notables, de manera que los usuarios disfrutaron del lapso en el que utilizaron el sistema, en más de un 85%, al no requerir el manejo de controles que implicaran contacto directo, desplazamientos complejos o sobreentendimiento en las acciones que los implicaban, siendo muy deseable la automatización de las que requerirían para el usuario un poco más de esfuerzo si las realizara por cuenta propia.

El cepillado dental brindó al usuario la posibilidad de acceder a su dentadura y boca de forma total cubriendo todas las zonas, incluyendo la lengua y el paladar, gracias a la flexibilidad del resorte y la rotación del cabezal cada 90 grados. Las señales visuales y sonoras permitieron una comunicación de acción- efecto de las funciones y comprobación del estado de los elementos de desgaste.

La aplicación del dentífrico requirió un desarrollo más complejo; debido a su viscosidad presentó dificultad para transportarla por un conducto, y la fuerza para realizar esta función es considerable. La configuración del dispositivo para el enjuague bucal, permitió que su ubicación fuera fácil de realizar en diferentes lavamanos.

Se realizaron los ajustes y mejoras necesarios en los sistemas electrónicos y elementos compositivos para cubrir desperfectos y defectos detectados en las comprobaciones con usuarios tipos y finales.

Finalmente se planteó un proceso de producción para una serie corta de 100 unidades, con ganancias de \$ 30.000.000 aproximadamente, en un mes de fabricación.

11. BIBLIOGRAFÍA

CAILLIET, René. Anatomía Funcional, Biomecánica. Madrid: Marbán, 2006, p.49.

CARVAJAL, Florangel. Et al. Malformaciones Congénitas de Los Miembros Superiores. [En línea]. Disponibilidad en: <http://www.ilustrados.com/.../multimedia/2211065.gi>.

CRITES, Michael. Et al. Musculoskeletal Disorders in the workplace. Ed.: Mosby, 1997, p.275.

CRUZ ROJA COLOMBIANA. Asistencia a víctimas de minas y otros artefactos explosivos. Ruta de atención. Folleto informativo.

DANE. Sistema de consulta Radatam. [En línea]. Motor de búsqueda y publicación en formato Excel. Censo 2005 Disponibilidad en: <http://www.dane.gov.co>

DANE. Información estadística sobre la discapacidad. Bogotá: DANE, Junio de 2004, p.5. Formato PDF.

EVERETT, Toni. Human Movement. An introductory text. Ed Churchill Livingstone. 2001. p. 219.

GIL AGUDO, A. M. Evaluación funcional del robot portable de ayuda a personas discapacitadas, ASIBOT. [En línea]. Formato PDF. Disponibilidad en: <http://www.roboticslab.uc3m.es>.

GLYNN, Henry, et al, Ingeniería Ambiental, segunda edición: México: UNAM, 1996, p. 410. E-book. Disponibilidad en: <http://books.google.com.mx>.

GIL HERNANDEZ, Fernando. Tratado de Medicina del Trabajo. Ediciones Elsevier. España. 2007. Página 413. Disponibilidad en: <http://books.google.com.co/books>.

HERNÁNDEZ, Norberto. Morfología Funcional Deportiva. La Habana: Científico-técnica, 1987, p. 61.

HINRISCHEN, Carlos. Aplicación del diseño concurrente en la pyme chilena. Desarrollo y manufactura de ayudas técnicas. Ed. CDDI, Santiago de Chile, 2002

IBV. Instituto de Biomecánica de Valencia. Libro Blanco. I+D+I al servicio de las personas con discapacidad y las personas mayores, 2003. Formato Pdf. p. 9 y 48.

IBV. Instituto de Biomecánica de Valencia. Ergonomía y discapacidad. Madrid: IMSERSO, 1997, p.16.

JOUVENCEL. M, Rodríguez. Ergonomía Básica: Aplicada a la medicina del trabajo. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1994.

MARADEI, María Fernanda. Fundamentos de diseño mecánico. Bucaramanga, Colombia.

MAPRE. Manual de Ergonomía. Madrid, 1997. p. 516

MARADEÍ, Fernanda. Et al. Datos Antropométricos para el Diseño. Región Nororiental Colombiana. Bucaramanga: Centro de investigaciones en Ergonomía, 2008, p. 51 y 52

MILLARES, Rodrigo C. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona. MASSON, S.A.1998.

MOORE, Keith. Anatomía con orientación clínica. Madrid: Panamericana, 3ra edición, 1993, p. 362, 367.

NEUFERT, Ernst. Arte de proyectar en Arquitectura. 14ª edición. Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1995, p. 221 y 222. Imagen producida por los autores.

NORMAN, Donald A. El diseño emocional. Barcelona. EDICIONES PAIDÓS IBÉRIC, S.A.2005.

NORMAN, Donald. Psicología de los objetos cotidianos. Madrid: Nerea S.A., 1990, p.67.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. CIF. Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la salud. Madrid: Grafo S.A., 2001.p.15.

PANERO, Julius. Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. Barcelona: Gustavo Gili, 1983.Sección 9.1. Conceptos Básicos.

RAMIREZ, Carlos. Diseño Universal. En: UN Periódico. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 12, Octubre, 2008; p. 22. N° 116.

VICEPRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Recopilación marco legal. [En línea].Formato PDF. Disponibilidad en: [http:// www.dane.gov.co /.../marco_legal.pdf](http://www.dane.gov.co/.../marco_legal.pdf).

12. ANEXOS

ANEXO 1. Cifras. DANE (Departamento Nacional de Estadística).²⁸³

DEPARTAMENTO	Total
Guainía	174
Amazonas	231
Vaupés	416
San Andrés	492
Guaviare	556
Vichada	1255
Arauca	1359
Casanare	2170
Putumayo	2624
Guajira	2906
Choco	2944
Caquetá	3333
Sucre	4553
Meta	5678
Quindío	5765
Cesar	7518
Risaralda	8085
Magdalena	8881
Caldas	9130
Córdoba	10938
N. Santander	11419
Huila	11705
Bolívar	12235
Atlántico	13585
Tolima	15036
Cauca	16379
Boyacá	16780
Santander	18190
Nariño	18636
Cundinamarca	21861
Valle del Cauca	40027
Bogotá	51515
Antioquia	53375

Tabla 1A. Discapacitados M.S. por departamento.

Edad	Hombre	Mujer	Total
0-9	19028	15956	34984
10-19	20411	15353	35764
20-29	22453	13835	36288
30-39	23230	15201	38431
40-49	26845	21181	48026
50-59	25834	24471	50305
60-69	25269	25955	51224
70-79	23570	28957	52527
≥80	16153	26476	42629
Total	202793	187385	390178

Tabla 2A. Discapacitados por grupos de edad y sexo en todo el país.

Edad	Hombre	Mujer	Total
0-14	22165	18868	41034
15-64	119913	95925	215838
≥65	53055	69821	122877
Total	195134	184615	379749

Tabla 3A. Discapacitados por grupos de edad más amplios y sexo en todo el país.

Edad	Hombre	Mujer	Total
0-14	769	811	1580
15-64	5646	4167	9813
≥65	3200	3597	6798
Total	9616	8575	18190

Tabla 4A. Discapacitados por grupos de edad más amplios y sexo en Santander.

²⁸³ DANE. www.dane.gov.co, censo 2005, datos extraídos del sistema de consulta Radatam. Estadística generada en su motor de búsqueda y publicada en Excel.

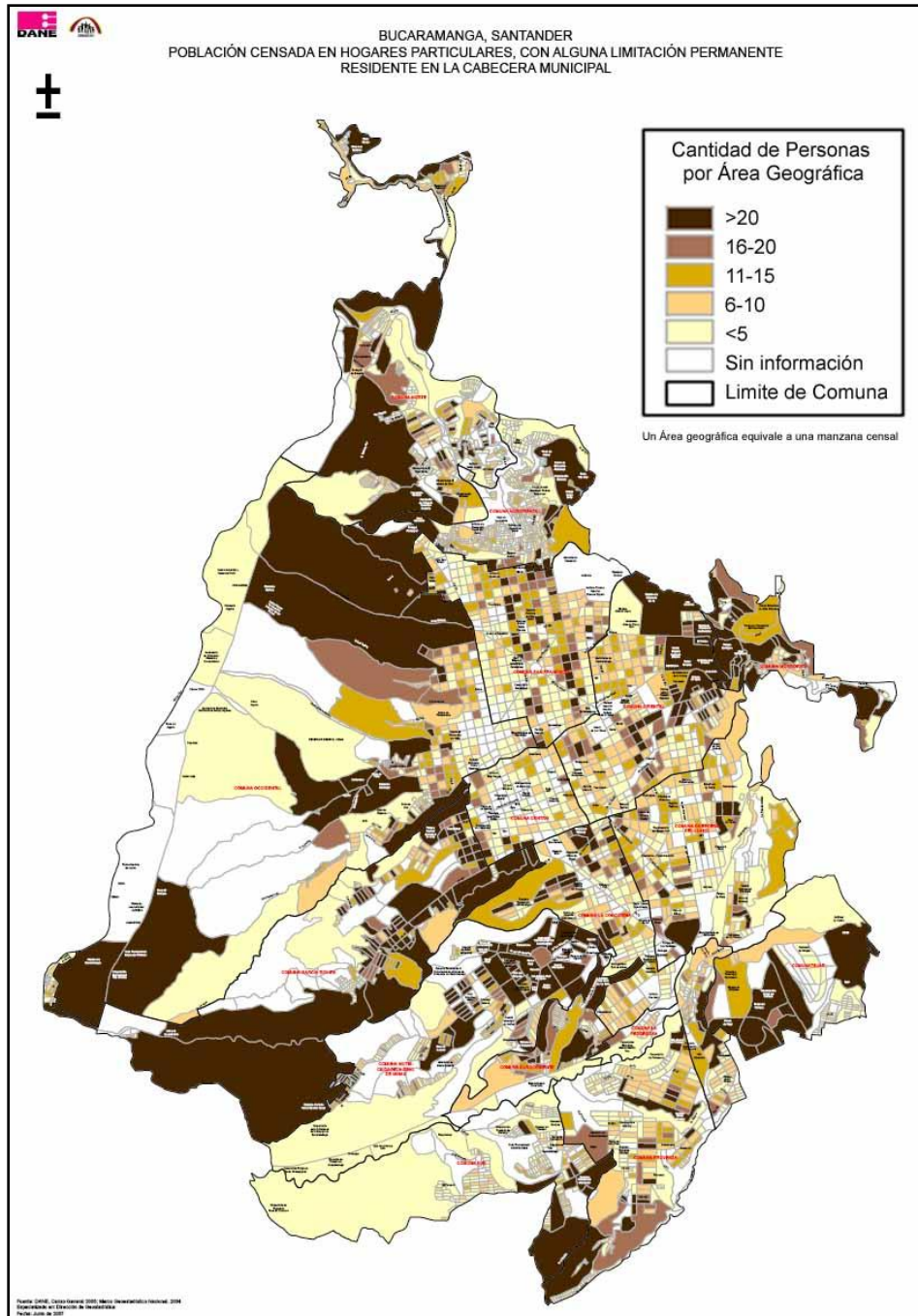


Figura 1A. Dispersión demográfica de personas discapacitadas en el área de Bucaramanga.²⁸⁴

²⁸⁴ DANE. Censo General 2005. Marco Geoestadístico Nacional. Junio de 2007.

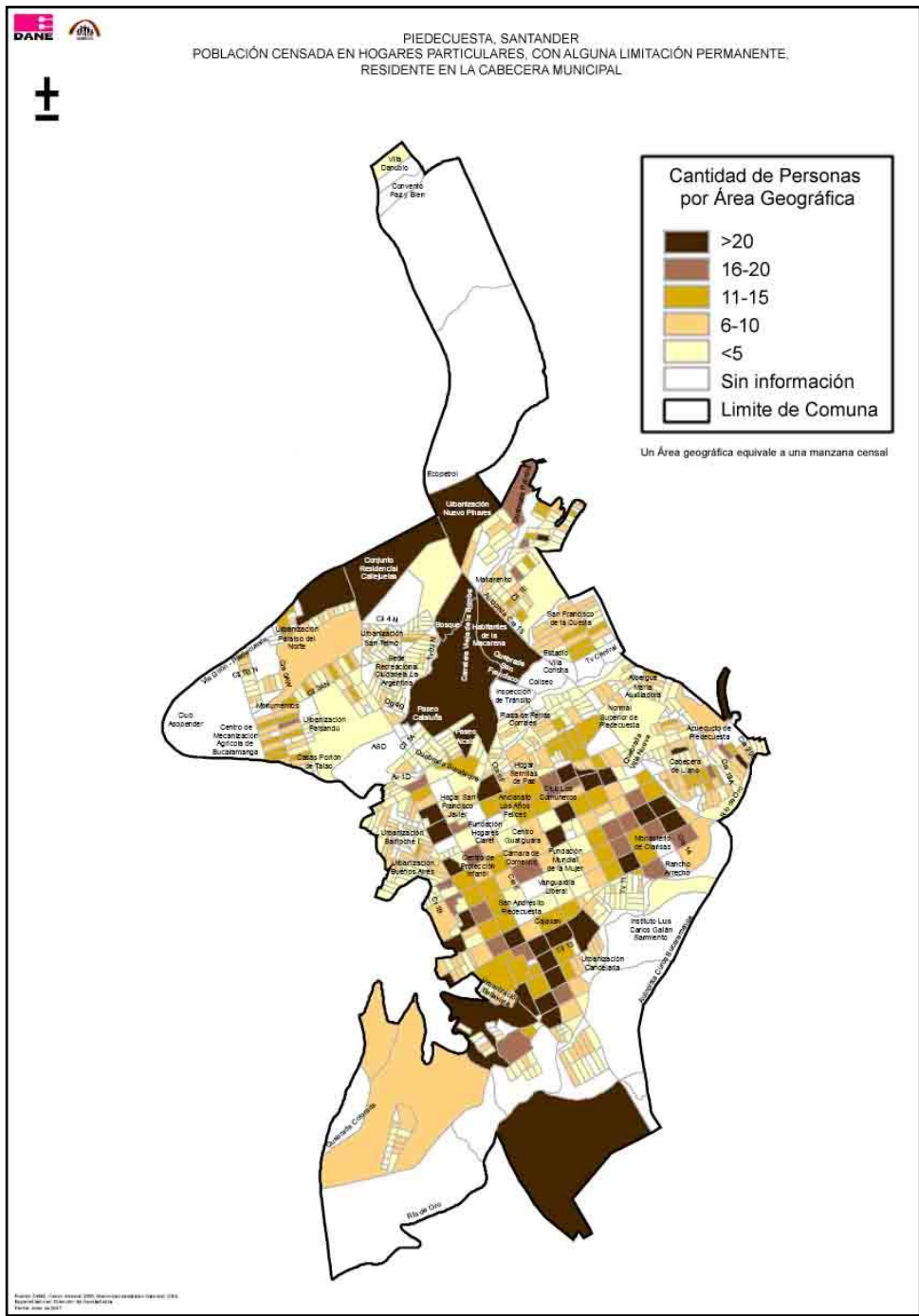


Figura 2A. Dispersión demográfica de personas discapacitadas en el área de Piedecuesta.²⁸⁵

²⁸⁵ Ibid.

CIFRAS MINAS ANTIPERSONALES. Vicepresidencia de la República.

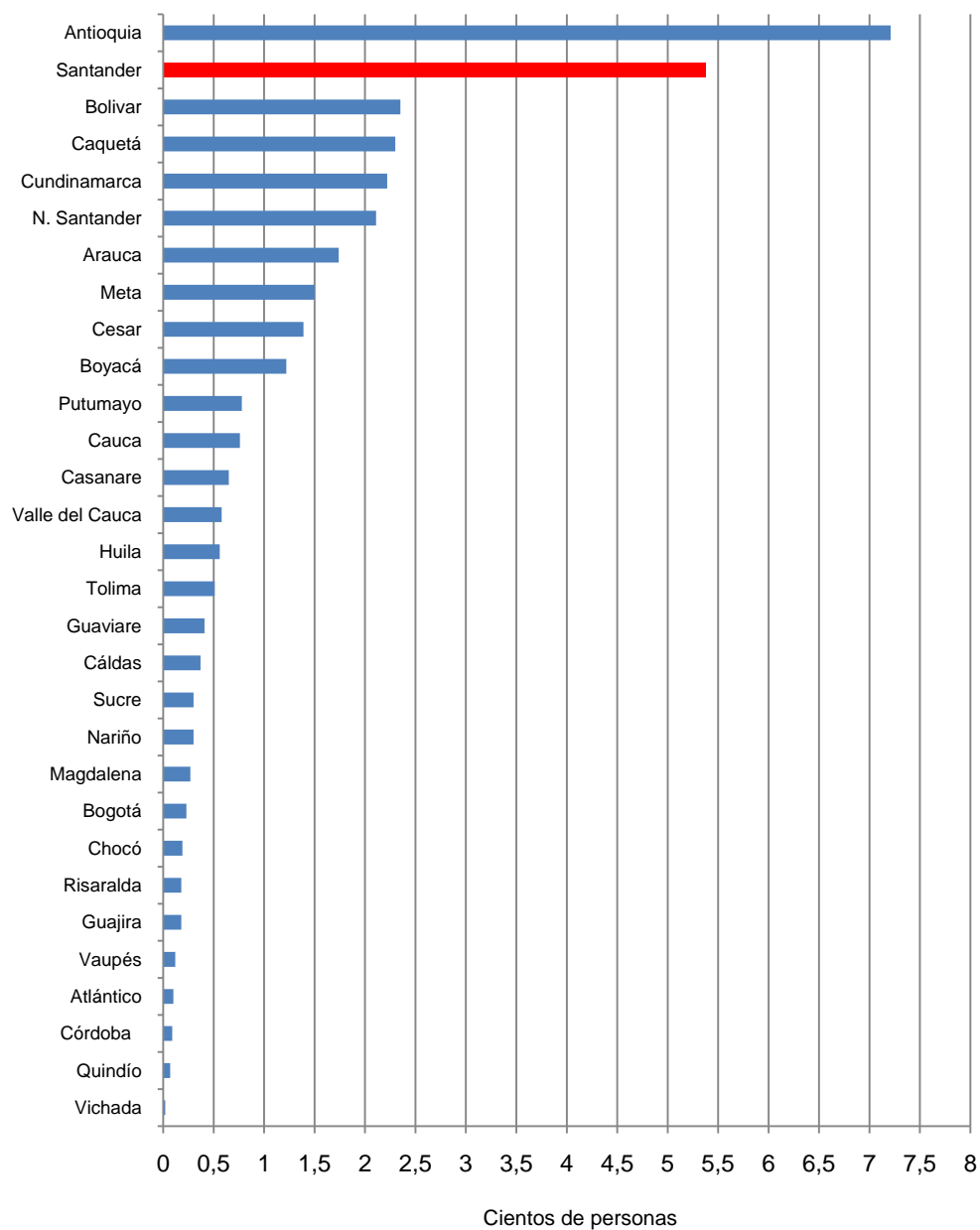


Tabla 4A. Personas que han sido víctimas de las minas antipersonales o municiones sin detonar. 3409 colombianos, entre los años de 1990 a 2003.²⁸⁶

²⁸⁶ www.ladiscapacidadencolombia.com/.../estadisticas_minas.pdf. Cifras del Observatorio de Minas Antipersonal.

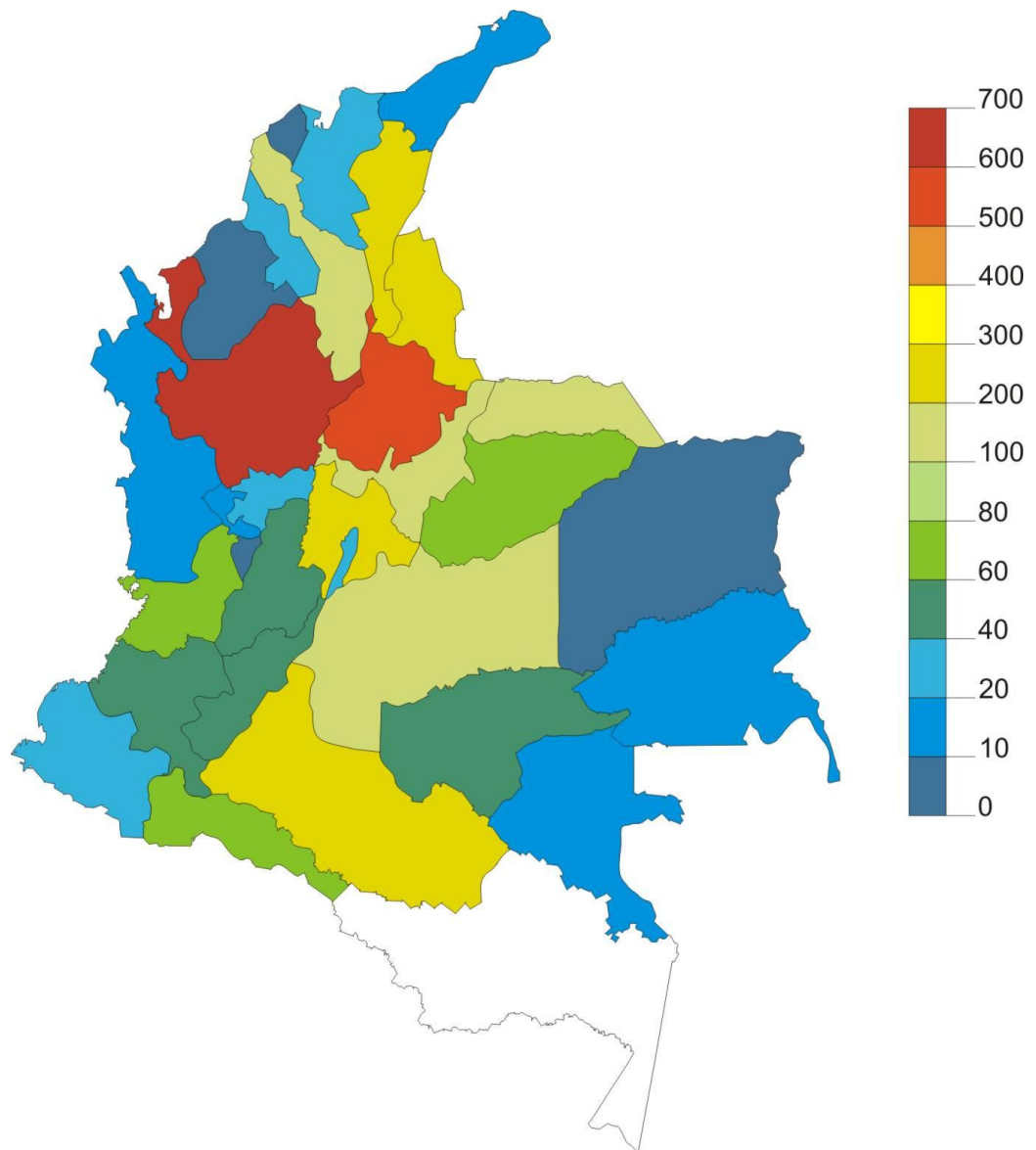


Figura 3A. Dispersión demográfica de los lugares donde las personas han sido víctimas de minas antipersonales, desde 1990 hasta el año 2003.²⁸⁷ Del total, 75.9 % han salvado su vida resultando heridos o mutilados. 58.45 % fueron militares y 39.67% civiles, de las cifras totales. Estos incidentes en el 92.7 % de los casos ocurrieron en zonas rurales. No existen cifras concretas sobre la parte corporal comprometida.

²⁸⁷ *Ibíd.*, figura de los autores.

ANEXO 2. Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)²⁸⁸

Este método fue desarrollado por los doctores McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham en 1993 (Institute for Occupational Ergonomics), para investigar la exposición del trabajador a diferentes factores de riesgo asociados con trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. Se usan diagramas posturales para evaluar por puntuaciones cada una de las actividades que ejecuta, seleccionando las de mayor riesgo o las más frecuentes. Se divide el cuerpo en los grupos A (brazos, antebrazos y muñecas) y B (tronco, cuello, y piernas).

A1. Puntuación del brazo.

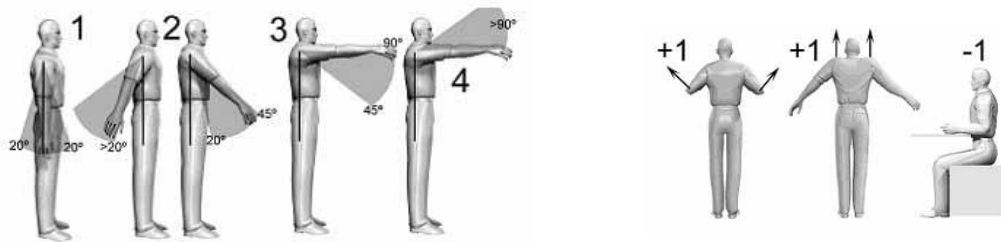


Figura 4A. Puntuación para las posturas del brazo. Método RULA.

- (1). Extensión y flexión de 20°.
- (2). Extensión >20°. Flexión entre 20° y 45°.
- (3). Flexión entre 45° y 90°.
- (4). Flexión >90°.
- (+1). Punto sumado si hay abducción de brazos o elevación del hombro.
- (-1). Punto restado si hay apoyo de brazos.

²⁸⁸ IBV. Instituto de Biomecánica de Valencia. Ergonomía y discapacidad. Madrid: IMSERSO, 1997, p. 132.

GIL HERNANDEZ, Fernando. Tratado de Medicina del Trabajo. Ediciones Elsevier. España. 2007. Página 413. Libro encontrado en el buscador <http://books.google.com.co/books>.

Tablas modificadas e imágenes, extraídas de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>.

A2. Puntuación del antebrazo.

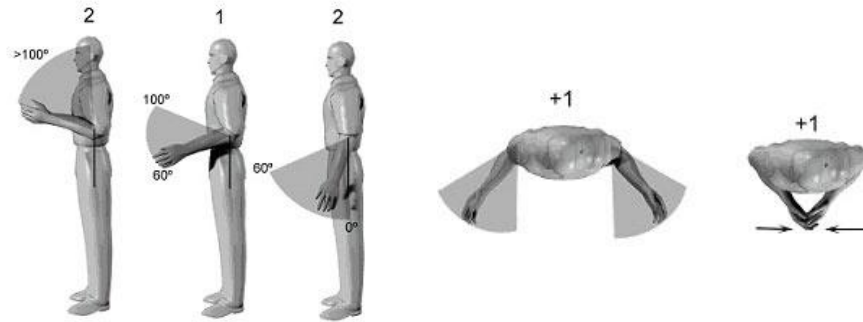


Figura 5A. Puntuación para las posturas del antebrazo. Método RULA.

- (1). Flexión entre 60° y 100° .
- (2). Flexión $<60^\circ$ y $>100^\circ$.
- (+1). Si se cruza la línea central del cuerpo o se desplaza hacia los lados.

A3. Puntuación de la muñeca.

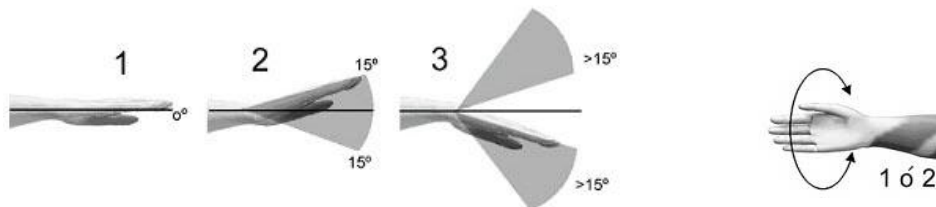


Figura 6A. Puntuación para las posturas de la muñeca. Método RULA.

- (1). Posición neutra de la muñeca.
- (2). Flexión o extensión entre 0° a 15° .
- (3). Flexión o extensión $>15^\circ$.
- (+1). Desviación radial o cubital de la muñeca.



- (1). Pronación/supinación en rango medio.
- (2). Pronación/supinación cerca al rango máximo.

Figura 7A. Puntuación para el giro de la muñeca.

B1. Puntuación para el cuello.

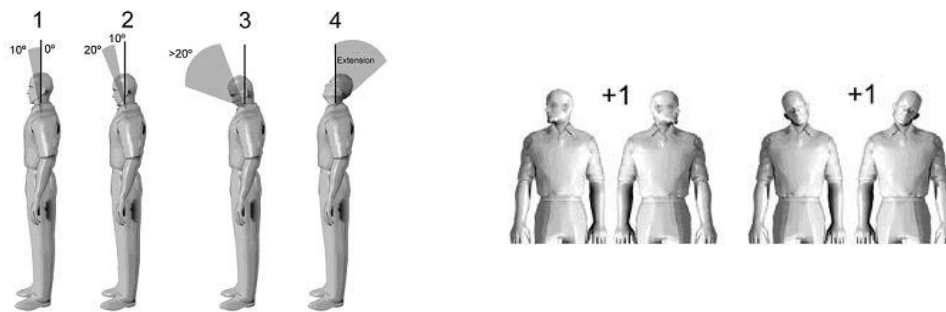


Figura 8A. Puntuación para las posturas del cuello. Método RULA.

- (1). Flexión entre 0° y 10° .
- (2). Flexión entre 10° y 20° .
- (3). Flexión $>20^{\circ}$.
- (4). Extensión. (+1). Si hay rotación del cuello. Si hay inclinación lateral.

B2. Puntuación para el tronco.

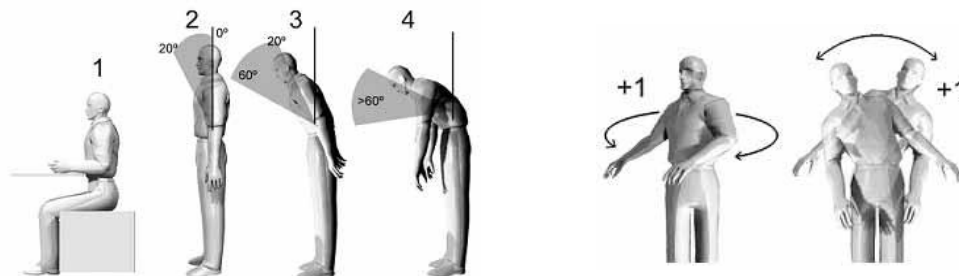
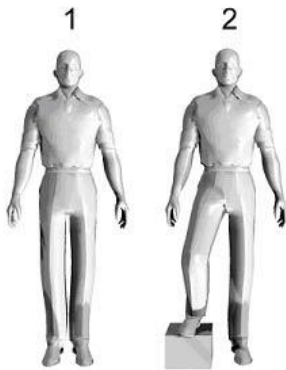


Figura 9A. Puntuación para las posturas del tronco. Método RULA.

- (1). Sentado y bien apoyado, con un ángulo tronco/caderas mayor a $>90^{\circ}$.
- (2). Flexión entre 0° y 20° .
- (3). Flexión entre 20° y 60° .
- (4). Flexión $>60^{\circ}$.
- (+1). Si hay torsión del tronco. (+1). Si hay inclinación lateral.

B3. Puntuación para las piernas.



- (1). Sentado con pies y piernas bien apoyados.
 (1). De pie con el peso distribuido simétricamente y espacio suficiente para cambiar de posición.
 (2). Si los pies o piernas no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido.

Figura 10A. Puntuación para las posturas de las piernas.

PUNTUACION GLOBAL DEL GRUPO A.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca							
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 5A. Puntuación del grupo A. Una por cada miembro. Método RULA.

PUNTUACION GLOBAL DEL GRUPO B

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas											
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Tabla 6A. Puntuación del grupo B. Método RULA.

Carga adicional para el sistema musculo-esquelético.

Son consideraciones de corrección por separado, de los puntajes globales A y B, debido a las actividades musculares estáticas, repetitivas, o a las cargas externas manejadas durante la tarea.

Actividad muscular.

Actividad estática. Se mantiene la postura durante más de un minuto.

Actividad repetitiva. La acción se repite más de cuatro veces por minuto.

(+1) Si se da una o ambas circunstancias.

Cargas o fuerzas.

(0). <2 Kg. Carga intermitente.

(+1). 2 a 10 Kg. Carga intermitente.

(+2). 2 a 10 Kg. Carga estática o repetitiva.

(+2). > 10 Kg. Carga intermitente.

(+3). > 10 Kg. Carga estática o repetitiva.

(+3). Si se producen golpes o fuerzas bruscas o repetitivas.

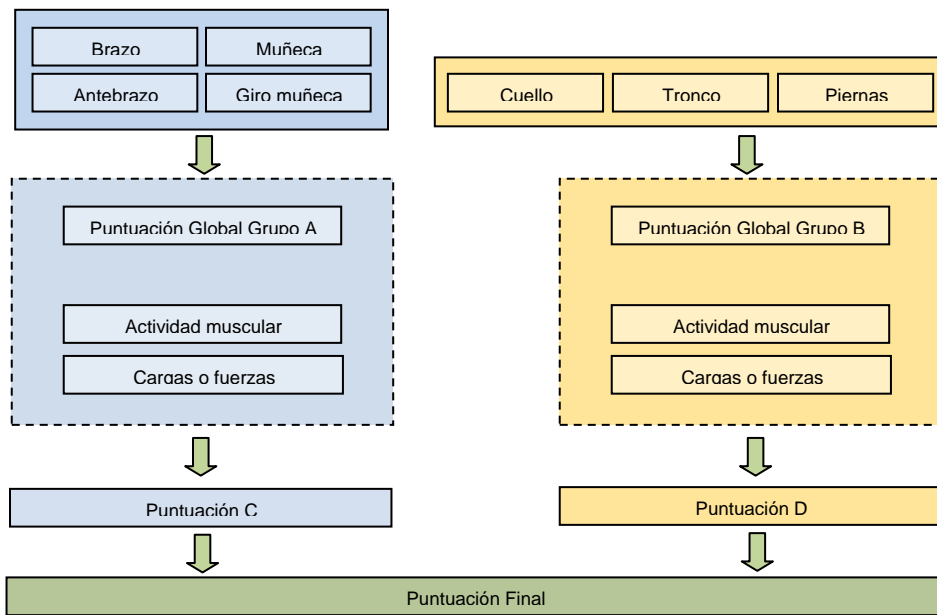


Figura 11A. Hoja de puntuación método RULA. El puntaje global, la actividad muscular y las cargas, se suman para obtener los puntajes C y D.

Resultado final: Al obtenerse los puntajes corregidos C y D de cada grupo, se analizan en la tabla de puntuación final y el nivel de intervención.

		Puntuación D						
		1	2	3	4	5	6	7+
Puntuación C	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8+	5	5	6	7	7	7	7

Tabla 7A. Hoja de puntuación final para el método RULA.

Nivel 1. (1 o 2). Postura aceptable. No debe mantenerse por largos periodos.

Nivel 2. (3 o 4). Se necesita investigar más y pueden requerirse cambios en el diseño de la tarea o del puesto de trabajo.

Nivel 3. (5 o 6). Requiere pronta investigación y cambios en la tarea.

Nivel 4. (7). Requiere inmediata intervención para cambiar la tarea o el puesto de trabajo.

ANEXO 3. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)²⁸⁹

Este método fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney, y publicado en el año 2000 por la revista *Applied Ergonomics*. El método permite el análisis del riesgo musculoesquelético con diagramas posturales de los miembros superiores, el tronco, del cuello y de las piernas, además de añadir factores de carga y tipo de agarre. Esta herramienta se basa en el método RULA y modifica y agrega algunos de los puntajes originales, al igual que el modo de evaluación y las tablas de resultado; el grupo A incluye el tronco, el cuello y las piernas, mientras que el grupo B comprende al brazo, antebrazo y muñeca.

A1. Puntuación para el Tronco.

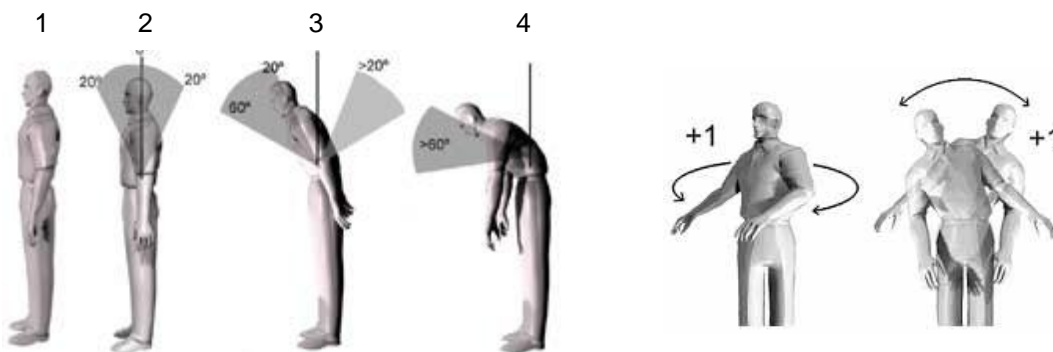


Figura 12A. Puntuación para el tronco. Método REBA.

- (1). Postura erguida.
- (2). Extensión o flexión entre 0° a 20°.
- (3). Flexión entre 20° y 60°; Extensión >20°.
- (4). Flexión >60°.
- (+1). Si existe torsión o inclinación lateral del tronco.

²⁸⁹ Imágenes y tablas extraídas y modificadas del sitio web <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.

A2. Puntuación para el cuello.

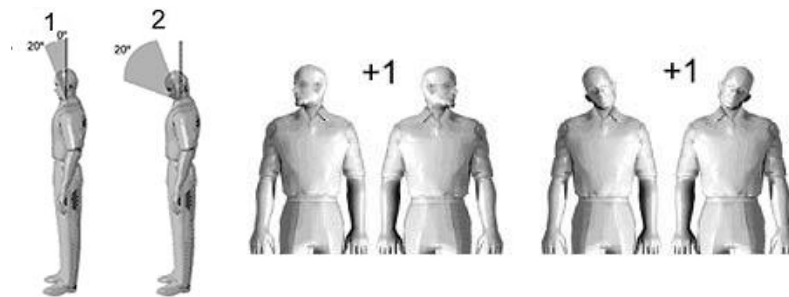


Figura 13A. Puntuación para el cuello. Método REBA.

- (1). Flexión entre 0° y 20° .
- (2). Flexión o extensión $>20^\circ$.
- (+1). Si hay rotación del cuello y/o inclinación lateral.

A3. Puntuación para las piernas.

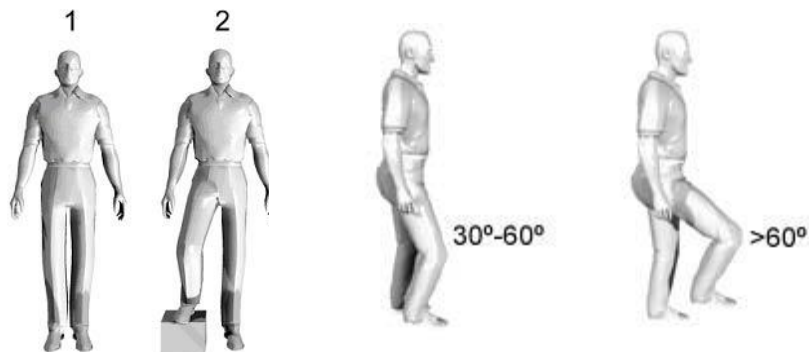


Figura 14A. Puntuación para las piernas. Método REBA.

- (1). Soporte bilateral, andando o sentado.
- (2). Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.
- (+1). Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60° . Bipedestación.
- (+2). Existe flexión de una o ambas rodillas $> 60^\circ$. Bipedestación.

B1. Puntuación para el brazo.

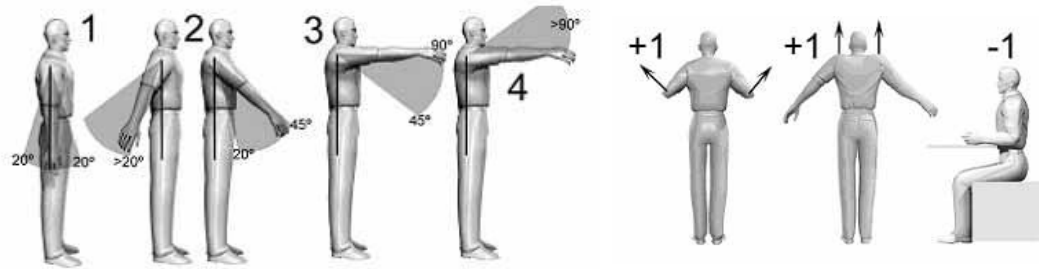


Figura 15A. Puntuación para el brazo. Método REBA.

(1). Extensión y flexión de 20°.

(2). Extensión >20°. Flexión entre 21 ° y 45°.

(3). Flexión entre 46° y 90°.

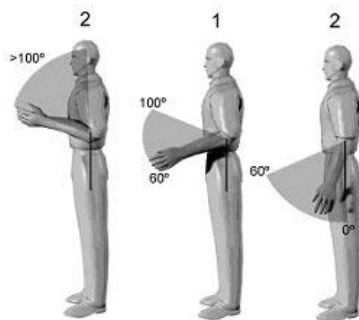
(4). Flexión >90°.

(+1). Punto sumado si hay abducción o rotación de brazos.

(+1). Punto sumado si hay elevación del hombro.

(-1). Punto restado si hay apoyo de brazos, o existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

B1. Puntuación para el antebrazo.



(1). Flexión entre 60° y 100°.

(2). Flexión <60° y >100°.

Figura 16A. Puntuación para el antebrazo. Método REBA.

B3. Puntuación para la muñeca.

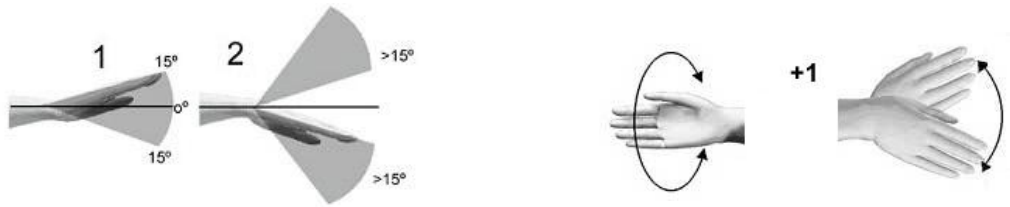


Figura 17A. Puntuación para la muñeca. Método REBA.

- (1). Flexión o extensión entre 0° a 15°.
- (2). Flexión o extensión >15°.
- (+1). Existe torsión o desviación radio-cubital.

PUNTUACIÓN PARA CADA GRUPO.

Tronco	cuello											
	1				2				3			
	Piernas											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 8A. Puntuación para el grupo A. Método REBA.

Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca					
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 9A. Puntuación para el grupo B. Método REBA.

PUNTUACIÓN A. Se obtiene este puntaje añadiéndole al resultado obtenido del grupo A de la tabla, un factor de corrección que depende de la carga manejada.

(+0). La carga o fuerza es menor de 5 Kg.

(+1). La carga o fuerza está entre 5 a 10 Kg / La fuerza se aplica bruscamente.

(+2). La carga o fuerza es mayor a 2 Kg.

PUNTUACIÓN B. Se obtiene este puntaje añadiéndole al resultado obtenido del grupo B de la tabla, un factor de corrección que depende del agarre.

(+0). Agarre bueno. Fuerza de agarre de rango medio.

(+1). Agarre regular. Aceptable más no ideal, con la mano o ayudado por otras partes del cuerpo.

(+2). Agarre malo. El agarre es posible pero no aceptable.

(+3). Agarre inaceptable. Agarre torpe e inseguro, no es posible manualmente o es inaceptable con otras partes del cuerpo.

PUNTUACIÓN C. Confrontación de las puntuaciones A y B.

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 10A. Puntuación para el grupo B. Método REBA.

PUNTUACIÓN FINAL. A la puntuación C se le añade el factor de corrección debido al tipo de actividad muscular.

(+1). Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de un minuto.

(+1). Se producen movimientos repetitivos, más de cuatro veces por minuto, excluyendo caminar.

(+1). Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

NIVELES DE INTERVENCIÓN.

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria.
2 a 3	1	Bajo	Puede ser necesaria.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria de inmediato.

Tabla 11A. Niveles de intervención. Método REBA.

ANEXO 4. Marco legal vigente.²⁹⁰

MARCO LEGAL INTERNACIONAL.

Normas internacionales que contienen planteamientos específicos relacionados con los derechos de los discapacitados, y el compromiso que los estados tienen para con ellos, con el fin de prevenir, atender e integrar la condición del discapacitado en la sociedad.

- Declaración Universal de los Derechos Humanos. (1948). Derechos de primera generación.
- Pacto internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (1976). Derechos de segunda generación.
- Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos. (1976). Derechos de tercera generación.
- Declaración de los Derechos de las personas con retardo mental. (1971).
- Declaración de los Derechos de los Impedidos. (1975).
- Declaración sobre las Personas Sordo-Ciegas. (1979).
- Decenio de acción mundial para las personas con Discapacidad. Asamblea general de las Naciones Unidas. Resolución 37/57. (1982).
- Programa de Acción Mundial para las Personas con Discapacidad. Promover medidas para la prevención de la discapacidad y la participación de los discapacitados en la sociedad.

²⁹⁰ www.dane.gov.co/.../marco_legal.pdf. Recopilación efectuada por la Vicepresidencia de la república. Información extraída y modificada.

- Principios para la Protección de los Enfermos Mentales y para el Mejoramiento de la atención en Salud Mental. (1991).
- Normas Uniformes. Sobre la Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad. ONU. Acuerdo de Viena de Igualdad para Todos. Resolución 48/96. New York. (1993).
- Recomendación “Sobre la Adaptación y Readaptación Profesionales de los inválidos” de la OIT, Organización Internacional del trabajo.
- Convenio 159 de 1938, “Sobre la Readaptación Profesional y el Empleo de Personas Inválidas”. OIT.
- Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías. (CIDDM-I). OMS, Organización Mundial de la Salud. 1980.
- Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF). Actualización del CIDDM-I. OMS 2001.
- Convención Interamericana para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra las Personas con Discapacidad. OEA. Organización de los Estados Americanos. 1999. Ampliación para las personas con discapacidad mental. CIDH. Comisión Interamericana de Derechos Humanos. 2000.
- Declaración de Caracas. Actualización de la legislación que garantiza los derechos humanos de las personas con discapacidades mentales. OPS. Organización Panamericana de la Salud. 2001.
- Declaración de Cartagena de 1992. “Sobre políticas Integrales para las personas con Discapacidad en el Área Iberoamericana”.
- Convención Americana contra la Discriminación por Razones de Discapacidad. Guatemala. 1999.
- Declaración de Panamá de 2000. “La Discapacidad un Asunto de Derechos Humanos. Derecho a la Equiparación de Oportunidades y el respeto a la Diversidad”.

- Norma UNE-EN ISO 9999, sobre la naturaleza de las ayudas técnicas destinadas a personas con discapacidad y adultos mayores.²⁹¹
 - Ayudas para el tratamiento y el entrenamiento.
 - Órtesis y exoprótesis.
 - Ayudas técnicas para la movilidad.
 - Ayudas para la protección y el cuidado personal.
 - Ayudas para las tareas domésticas.
 - Mobiliario y adaptaciones del hogar y otros edificios.
 - Ayudas para la comunicación, información y señalización.
 - Ayudas para la manipulación de productos y mercancías.
 - Ayudas y equipamiento para el mejoramiento del entorno, herramientas y máquinas.
 - Ayudas para el ocio y el tiempo libre.

MARCO LEGAL NACIONAL

Constitución política de Colombia de 1991. Artículos para la protección, atención, apoyo e integración de las personas Discapacitadas.

- Artículo 13: “...El Estado protegerá especialmente a las personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan”.
- Artículo 14: “...El estado adelantará una política de previsión, rehabilitación e integración social para los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a quienes se prestará la atención especializada que requieran”.
- Artículo 54: “El Estado debe...garantizar a los minusválidos el derecho a un trabajo acorde con sus necesidades de salud”.

²⁹¹ IBV. Instituto de Biomecánica de Valencia. Libro Blanco. I+D+I al servicio de las personas con discapacidad y las personas mayores. 2003. Formato Pdf. Pág. 24 y 50.

- Artículo 68: “La erradicación del analfabetismo y la educación de personas con limitaciones físicas o mentales...son obligaciones especiales del Estado”.

Artículos que aseguran los derechos fundamentales de todos los ciudadanos.

- Artículo 25: Hace mención al trabajo como derecho y obligación social, que se debe dar bajo condiciones dignas y justas.
- Artículos 48 y 49: “Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud”.
- Artículo 52: Fija el derecho a la recreación y al deporte.
- Artículo 67. Determina que la educación es un derecho de la persona.
- Artículo 70. Se relaciona con el acceso de todos a la cultura.
- Artículo 366: señala que “el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del estado y que será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable. Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación”.

DISPOCISIONES LEGALES GENERALES

- Resolución 14861 de 1985. Por la cual se dictan normas para la protección, seguridad, salud y bienestar de las personas en el ambiente y en especial de los minusválidos.

- Ley 60 de 1996: Régimen de transferencia de recursos a las entidades territoriales, con el fin de ampliar la cobertura y la calidad en salud y educación.
- Decreto 2336 de 1994: Autonomía fiscal educativa de las entidades territoriales. Elaboración del Plan de Cubrimiento Gradual de Atención Educativa para las personas con limitaciones o con capacidades o talentos excepcionales.
- *Ley 362 de 1997. Ley de la discapacidad:* “Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación”. Establecimiento de las obligaciones estatales para que la persona en situación de discapacidad alcance “...su completa realización personal y su total integración social...”.
Se ocupa de asuntos como la prevención, la educación, la rehabilitación, la integración laboral, el bienestar social, la accesibilidad. Creación del Comité Consultivo Nacional de las Personas con Limitación y los Grupos de Enlace Sectorial, para dar seguimiento y verificar la puesta en marcha de la ley.
- Ley 368 de 1997. “Por la cual se crea la Red de seguridad Social...”, que debe adelantar y coordinar programas destinados a las personas discapacitadas.
- Decreto 276 de 2000. Determina la conformación y las funciones del Comité Consultivo Nacional de las Personas con Limitación para el asesoramiento del ejecutivo, además de los Grupos de Enlace Sectorial.
- Decreto 526 de 2000. En los términos de los artículos 30 y 32 de la ley 21 de 1982, los hijos, los hermanos huérfanos de padres y los padres del afiliado a una caja de compensación familiar que sean inválidos o tengan una disminución de su capacidad física superior al 60% tienen derecho al pago del subsidio familiar.
- El Plan Nacional de Atención a las Personas con Discapacidad. 1999-2002: Su objetivo es el de mejorar la calidad de vida de la población con discapacidad, fortaleciendo y ampliando los servicios existentes, su acceso, calidad, y cobertura; extender y consolidar las redes territoriales y sociales de apoyo para la atención a la discapacidad.

- Ley 715 de 2001: Responsabilidades de los diferentes estamentos del estado en la planeación y ejecución de los recursos para programas y proyectos de salud, educación, transporte, deporte, recreación, cultura, prevención y atención de desastres, y atención a grupos vulnerables.

DISPOSICIONES LEGALES SECTORIALES. Salud.

- Ley 790 de 2002. Decreto 205 de 2003. Creación del Ministerio de la Protección Social, que fusiona a los anteriores Ministerio de Trabajo y seguridad Social y el Ministerio de Salud. Tiene como objetivos la formulación, adopción, dirección, coordinación, ejecución, control y seguimiento del Sistema de Protección Social.

El Sistema de Protección Social integra en sus operaciones las instituciones públicas, privadas y mixtas, normas, procedimientos, recursos públicos y privados destinados a prevenir, mitigar y superar los riesgos que afectan la calidad de vida de la población e incorpora el Sistema Nacional de Bienestar Familiar y el Sistema General de Seguridad Social.

El Ministerio, con el plan de Protección Social, debe formular, dirigir y coordinar planes y estrategias relacionadas con la protección laboral y social, (empleo, trabajo, protección, previsión, nutrición, desarrollo familiar, social e individual); coordinar a los organismos del Estado con entidades privadas o especializadas, para evitar duplicaciones y optimizar la oferta y la demanda de servicios, investigación, indagación, consecución, difusión y aplicación de los avances nacionales e internacionales en el campo del cuidado, protección, desarrollo de la salud y de la calidad de vida, así como en la prevención de enfermedades, la prestación de los servicios de salud y la divulgación para el reconocimiento de los derechos de las personas y el conocimiento de los avances desarrollados en materia de cuidado, protección y mejoramiento de la calidad de vida.

- Decreto 2658 de 1981. Crea el Sistema Nacional de Rehabilitación.
- Ley 100 de 1993. “Sistema Nacional de Seguridad Social Integral”...tiene por objeto garantizar los derechos irrenunciables de la persona y la comunidad para obtener la calidad de vida acorde con la dignidad humana, mediante la protección de las contingencias que la afecten”.

Se contemplan disposiciones específicas para la población con discapacidad o invalidez, concernientes a pensiones, seguridad social, salud y riesgos profesionales. Las personas pobres, vulnerables, en situación de abandono o exclusión, con discapacidad, sin capacidad de pago, tienen derecho a ser cubiertas por el régimen subsidiado. Los familiares discapacitados permanentes con mayoría de edad, de las personas cubiertas por el régimen contributivo, serán cubiertos también.

- Resolución 5261 de 1994. Adopta el manual de actividades, intervenciones y procedimientos del Plan Obligatorio de Salud en el Sistema de seguridad Social en Salud, donde se incluyen los procedimientos para la rehabilitación.
- Resolución 4288 de 1996: Define en plan de atención básica que contiene acciones de promoción de salud y prevención de la enfermedad para toda la población.
- Resolución 3195 de 1996. Adopta los lineamientos de atención en salud para las personas con deficiencias, discapacidades y minusvalías.
- Resolución 4298 de 1996. Del Ministerio de Salud, por la que se define el Plan de Atención Básica (PAB) del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS).
- Ley 383 de 1997. Normas tendientes a fortalecer la lucha contra la evasión de impuestos y el contrabando. El artículo 64 establece un 2% para desarrollar programas para el mejoramiento de las instituciones de salud mental en el país, atención a inimputables, y a niños discapacitados de padres con escasos recursos.
- Resolución 238 de 1999: “Por la cual se establecen las normas técnicas, científicas y administrativas que contienen los requisitos esenciales para la prestación de servicios de salud...” incluyendo los servicios de psiquiatría, medicina física y rehabilitación, terapia ocupacional, física y del lenguaje.
- Resolución 412 de 2000 y la 3384 de 2000. Establecen las actividades, procedimientos, e intervenciones de demanda inducida y obligatorio cumplimiento; adoptan las normas técnicas y guías de atención para eventos de detección temprana, protección específica y enfermedades de interés en salud pública.

- Resolución 3374 de 2000. Reglamenta el sistema de información del Ministerio de Salud.
- Ley 643 de 2001. Por la que se fija una renta del 4% a los juegos de suerte y azar, destinada a la vinculación al régimen subsidiado para personas discapacitadas, limitaciones visuales y mentales.
- Resolución 1896 de 2001. Adopción de la Clasificación Única de Procedimientos de Salud, incluyendo los relacionados con el desempeño funcional y la rehabilitación.
- Decreto Ley 2789 de 1996. Adopción del Código del Menor, en el cual se considera al menor con deficiencias, y las responsabilidades para con el de la familia y del Estado.

Acuerdos expedidos por el Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud.

- Acuerdo N° 72 de 1997. Se define el plan de beneficios del régimen subsidiado para la atención en rehabilitación funcional de las personas con deficiencias, discapacidades o cualquier patología causante de acuerdo a lo dispuesto en la resolución 5261 de 1994.
- Acuerdo N° 77 de 1997. Define la forma y condiciones operativas del Régimen Subsidiado, incluyendo como prioritizables a la población con limitaciones físicas, síquicas o sensoriales;

Relativo al empleo.

- Ley 443 de 1998. Por la cual se expiden normas sobre carrear administrativa y se dictan medidas tendientes a garantizar en igualdad de oportunidades las condiciones de acceso al servicio público, en empleados de carrera administrativa, a aquellos ciudadanos que se encuentran limitados físicamente, con el fin de proporcionarles un trabajo acorde con sus condiciones de salud.

- Ley 82 de 1999. Ratificó el convenio 159 de la OIT, para que la persona con discapacidad, tenga la oportunidad de un empleo adecuado, y se promueva la integración o la reintegración de ella en la sociedad con participación de la colectividad.
- Decreto 970 de 1994. Promulga el convenio sobre readaptación profesional y el empleo de personas inválidas.
- Decreto 692 de 1995. Adopta el manual de calificación de invalidez.
- Decreto 917 de 1999. Sobre el “Manual Único de pérdida de capacidad laboral”.
- Decreto 2463 de 2001. “Reglamenta la integración, financiación y funciones de las Juntas de Calificación de Invalidez”.

Relativo al transporte.

- Ley 105 de 1993. “Por el cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte”. Plantea el acceso en la infraestructura y el servicio de transporte para los discapacitados, además de resultar beneficiados por el subsidio de transporte.

Relativo a la accesibilidad. NTC. Normas Técnicas Icontec.

- Ley 12 de 1987. Supresión de algunas barreras arquitectónicas.
- Ley 546 de 1999. Se debe destinar el 1% de las viviendas construidas para la población con limitaciones. Dichas viviendas no tendrán barreras arquitectónicas en su interior y estarán adaptadas para dicha población.
- NTC 4139 de 1997. Accesibilidad a las personas al medio físico, símbolo gráfico, características generales.
- NTC 4140 de 1997. Accesibilidad a las personas al medio físico, edificios, pasillos, corredores, y características generales.

- NTC 4141 de 1997. Accesibilidad a las personas al medio físico, símbolo de sordera o hipoacusia y dificultad de comunicación.
- NTC 4142 de 1997. Accesibilidad a las personas al medio físico, símbolo de ceguera y baja visión.
- NTC 4143 de 1998. Accesibilidad a las personas al medio físico, rampas.
- NTC. 4144 de 1997. Accesibilidad a las personas al medio físico, edificios y señalización.
- NTC 4145 de 1998. Accesibilidad a las personas al medio físico, escaleras.
- NTC 4201 de 1997. Accesibilidad a las personas al medio físico, edificios, equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas.
- NTC. 4268 de 1999. Sillas de ruedas, clasificación por tipo y por aspecto.
- NTC 4279 de 1998. Accesibilidad a las personas al medio físico, espacios urbanos y rurales, vías de circulación peatonales planos.
- NTC 4349 de 1998. Accesibilidad a las personas al medio físico, edificios, ascensores.
- NTC 4407 de 1998. Vehículos automotores, vehículos para el transporte público colectivo de todas las personas, incluidas aquellas con movilidad reducida. Capacidad mínima, 19 personas.
- NTC 4732 de 1999. Muebles escolares, pupitre y sillas para alumnos con limitaciones físicas, parálisis cerebral.
- NTC 4733 de 1999. Muebles escolares, pupitres para alumnos en sillas de ruedas.
- NTC 4774 de 2000. Accesibilidad a las personas al medio físico, espacios urbanos y rurales, cruces peatonales a nivel y elevados o puentes peatonales.
- NTC 4902 de 2000. Accesibilidad a las personas al medio físico, cruces peatonales a nivel señal y sonora para semáforos peatonales.

- NTC 4904 de 2000. Accesibilidad a las personas al medio físico, espacios de estacionamiento.
- Manual de accesibilidad al espacio público y al transporte.

Relativo a la educación.

- Decreto 2177 de 1885. Normaliza aspectos de la educación, readaptación y reubicación laboral.
- Ley 115 de 1994. “Ley General de Educación”. Capítulo I. Título III. Artículos 46 a 49. “Educación para personas con limitaciones o capacidades excepcionales”. Fomento a programas educativos para la adecuada atención educativa.
- Ley 119 de 1994. Reestructuración del SENA. Señala como objetivo “Organizar programas de readaptación profesional para personas discapacitadas”.
- Decreto 1860 de 1994. Aspectos generales del Proyecto Educativo Institucional (PEI).
- Decreto 369 de 1994. Modificación de las funciones del Instituto Nacional para Ciegos (INCI).
- Decreto 2082 de 1996. Reglamentó la atención educativa para personas con limitaciones o con capacidades o talentos excepcionales.
- Decreto 1336 de 1997. Estructuración interna y funciones de las dependencias del INCI.
- Decreto 2082 de 1996. Formulación del Plan de Cubrimiento Gradual para las personas con limitaciones o capacidades excepcionales.
- Decreto 2369 de 1997. Recomendaciones de atención para personas con limitaciones auditivas.

- Decreto 3011 de 1997. Sobre adecuación de Instituciones en programas de educación básica y media para adultos discapacitados.
- Decreto 1509 de 1998. Se reglamentan los servicios de atención a limitados visuales en educación, salud y trabajo. Vigilancia por parte del INCI a las instituciones prestadoras de servicios para limitados visuales.
- Decreto 672 de 1998. Educación de niños sordos en el lenguaje de señas.
- NTC 4595. Requisitos para el planteamiento y diseño físico-espacial de nuevas instalaciones escolares, acogiendo los temas de accesibilidad, seguridad, y comodidad.
- NTC 4596. Requisitos para diseñar y desarrollar un sistema integral de señalización en las instituciones educativas, que contribuya a la seguridad y fácil orientación de los usuarios dentro de estas; dispone el uso de señales para personas con discapacidad.
- NTC 4732 y 4733. Requisitos a cumplir y ensayos a los que se deben someter los pupitres y las sillas destinadas para el uso de los estudiantes con parálisis cerebral y en silla de ruedas.

Relativo a la recreación y el deporte.

- Ley 181 de 1995. “Por la cual se dictan disposiciones para el fomento del deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre y la educación física...”. Numeral 4, artículo 3, 11, 12 y 24. “Formular y ejecutar programas especiales para la educación física, deporte y recreación de las personas con discapacidades físicas, síquicas, sensoriales...”
- Ley 582 de 2000. Establece el Sistema Deportivo Nacional de las Personas con Discapacidad y crea el Comité Paraolímpico Colombiano, máximo ente rector del deporte para discapacitados; modalidad de discapacidad para cada federación deportiva.

Relativo a la comunicación, la información, y la cultura.

- Ley 324 de 1996. "Por la cual se crean algunas normas para la población sorda". Aprobación del lenguaje de señas como idioma oficial de la comunidad sorda, planteamiento de la investigación y difusión de la misma, introducción de tecnologías y servicio de intérpretes.
- Ley 335 de 1996. Creación de la televisión privada. "Se deberá incluir el sistema de subtitulación o lengua manual para garantizar el acceso de este servicio a las personas con problemas auditivos..."
- *La ley 488 de 1998*. Por la cual se expiden normas en materia tributaria y se dictan otras disposiciones fiscales de las entidades territoriales y en la cual bienes que manejan el sistema braille, como impresoras, estereotipadoras, líneas, regletas, cajas aritméticas y de dibujo, además de máquinas inteligentes de lectura y elementos manuales o mecánicos de escritura, así como los artículos y aparatos de ortopedia, prótesis, audífonos, todo lo relacionado para el uso de aparatos que lleven consigo las personas, o se le implanten para compensar un defecto o una discapacidad y bastones para ciegos dotados de tecnología; se hallan excluidos del IVA y por consiguiente su vuelta o importación no causa el impuesto a las ventas.
- Decreto 1130 de 1999. Reestructuración del Ministerio de Comunicaciones. La información es un derecho fundamental, las telecomunicaciones tienen por objeto elevar la calidad de vida de los habitantes, las comunicaciones deben tener un uso y beneficio social, y se debe desarrollar investigación y nuevas tecnologías.
- Acuerdo 38 de 1998. CNT. Comisión Nacional de Televisión. Crea mecanismos y programación destinada a las personas con limitación auditiva.
- Ley 397 de 1997. Creación del Ministerio de Cultura y de las políticas culturales. Se tendrá en cuenta y concederá "especial tratamiento a las personas limitadas física, sensorial y síquicamente". Se reglamenta que exista un representante de los discapacitados en los diferentes consejos culturales nacionales.

- *Ley 29 de 1990*. Estipula la obligación del estado de promover y orientar el adelanto científico y tecnológico, y por lo mismo incorporar la ciencia y tecnología a los planes y programas de desarrollo económico y social del país.
- Decreto 2381 de 1993. Se declara el 3 de Diciembre como el día nacional de las personas con discapacidad.

Relativo al tratamiento de víctimas civiles de minas antipersonales.²⁹²

- Ley 418 de 1997. Reglamenta los derechos de las víctimas de la violencia.
- Ley 554 de 2000. Política de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario; Humanización interna del conflicto. Ley de aprobación de la Convención de Ottawa.
- Ley 759 de 2002. Se prohíbe el empleo, producción, almacenamiento y transferencia de minas antipersonales y se fijan los procedimientos para su desmantelamiento. Creación de la Comisión Intersectorial Nacional para la Acción contra las Minas Antipersonal.
- Ley 782 de 2002. Prorroga la vigencia de la ley 418 de 1997.
- Decreto 128 de 1996. Reglamenta el funcionamiento del Fondo de Solidaridad y Garantía (FOSYGA).
- Resolución 7381 de 2004 de Acción Social. Reglamento Operativo de Atención a Víctimas de la Violencia de la Red de Seguridad Social.
- Decreto 2231 de 1989. Ministerio de Educación. Artículos 1 y 2.

²⁹² CRUZ ROJA COLOMBIANA. Asistencia a víctimas de minas y otros artefactos explosivos. Ruta de atención. Folleto informativo.

ANEXO 5. Perfil de usuarios contactados.

1. Néstor Niño Lizarazo.

Sexo masculino, desempleado, 47 años, 1.65 m de estatura, estrato 2. Reside actualmente en Piedecuesta. Fue víctima de una mina antipersonal por la que ha sufrido de amputación bilateral a la altura de la muñeca, y la pérdida de su ojo derecho. Néstor posee dos prótesis bioeléctricas que le fueron concedidas por su seguro mediante una acción de tutela; las usa por la acción del movimiento de los músculos del antebrazo y le permiten abrir y cerrar la mano únicamente. Sin embargo, él no las usa a menudo, ya que son pesadas e incómodas, por lo que limita su utilización a cuando tiene que salir de su casa. Para la actividad del cepillado dental, cuenta con un cepillo de dientes eléctrico Oral B, y ejecuta las acciones en el patio de ropas, con la ayuda del lavadero.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√1	Une la parte anterior de los antebrazos para el agarre, usa además la boca y los muslos mientras está sentado.
2. limpia el cepillo.		No observado
3. accede al agua para la limpieza.		No observado
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	R2	Dentífrico con tapa-rosca. Se sostiene entre los muslos, en posición sedente para abrir o cerrar con los muñones. Para la dosificación, se mantiene el cepillo en el regazo, mientras con el agarre de los muñones se presiona la crema.
5. maneja los ángulos de cepillado.	√3	Bipedestación. El cepillo es sostenido por los antebrazos, enciende e invierte la posición sosteniendo el cepillo con la boca y presionando o girando con los muñones.
6. limpia la espuma de su boca.	√4	Usa un lavadero para sacar agua en una taza plástica, descansarla sobre el planchón y llevársela a la boca. En esta misma superficie escupe la espuma.
7. limpia el cepillo.	√5	Vierte el agua de la taza en el cepillo, el cual descansa sobre el planchón; por último lo sacude sin golpearlo.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√6	Coloca el cepillo dentro de una jabonera de alambre, en posición vertical, a la altura de los hombros.

Tabla 8A. Control de secuencia para el usuario 1. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	1	2	2	3+1	3
	A	2+1	1+1	1+1	1+1	1+1
	M	0	0	0	0	0
PA(Der)	B	1	2	2	3+1	3
	A	2+1	1+1	1+1	1+1	1+1
	M	0	0	0	0	0
PB	C	3	2	3	2	1+1
	T	2	3	2+1	4	1
	P	1	1	1	1	1
Mu		0	0	0	0	0
Discapacidad	S	3	-	-	-	-
	C	3	-	-	-	-
	O	1	-	-	-	-
Tiempo (s)		2.96	29.05	11.18	8.18	23

Tabla 9A. Puntuación para el usuario 1. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

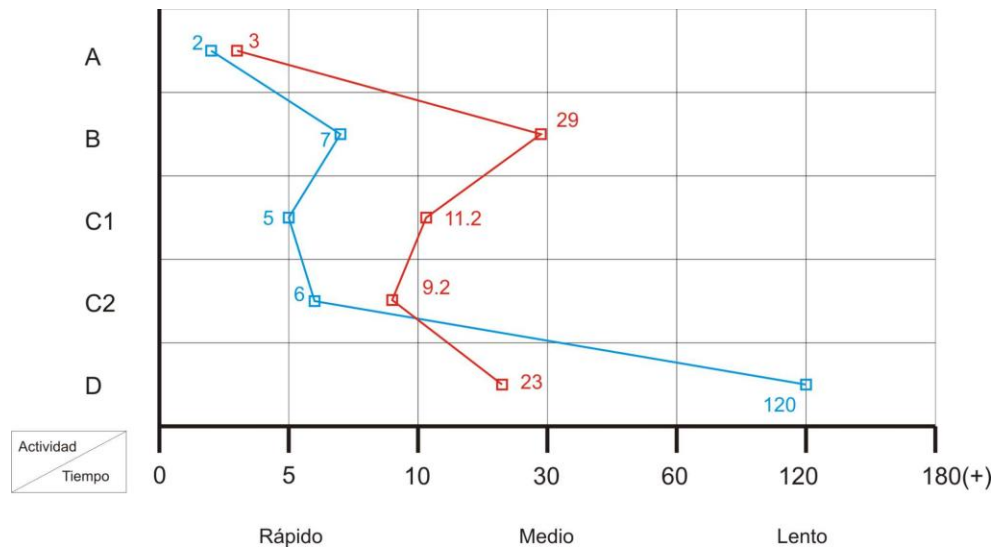


Tabla 10A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 1. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

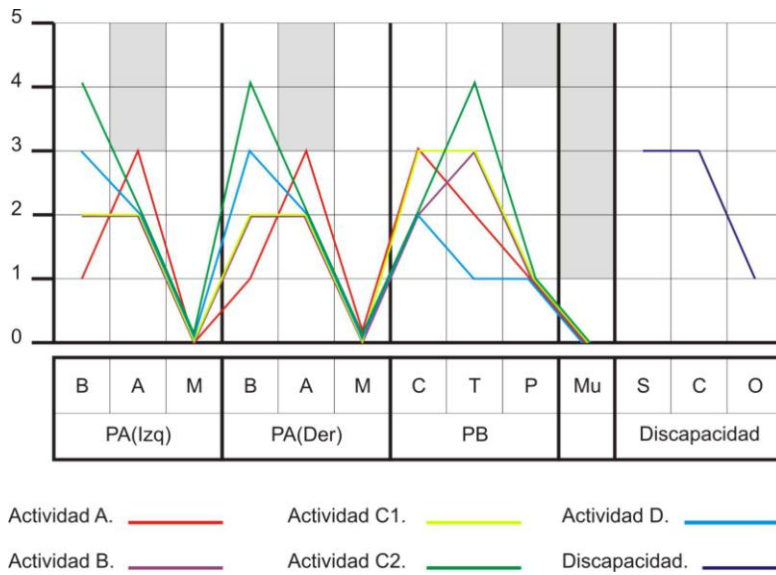


Tabla 11A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 1. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

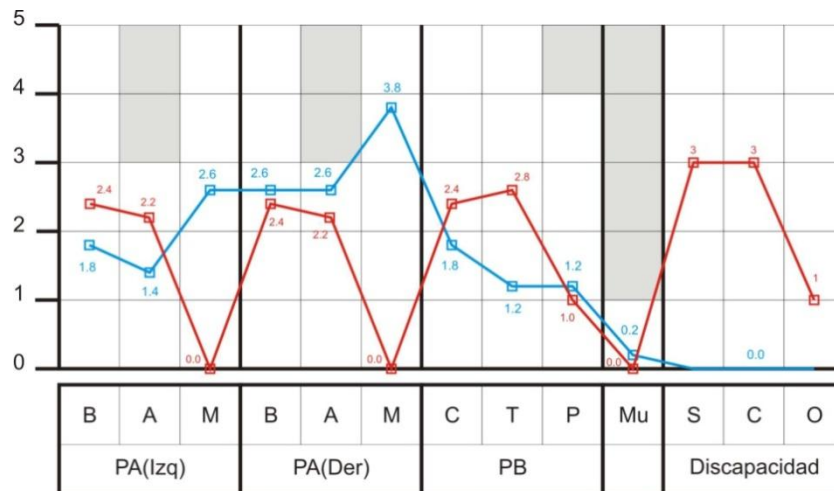


Tabla 12A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 1, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

2. Javier Payares.

Sexo masculino, pintor al óleo, 39 años, 1.77 m de estatura, estrato 1. Reside actualmente en Llano de Palma, corregimiento de Rio Negro. Fue víctima de una mina antipersonal por la que ha sufrido de amputación bilateral, a la altura de la muñeca en el brazo izquierdo, y amputación media radial en el brazo derecho, además de la pérdida de su ojo derecho. Javier ha ganado el reconocimiento de la comunidad artística por su inimitable habilidad con el pincel; ha adquirido con entrenamiento la motricidad suficiente para manipular objetos delgados. Vive con su esposa e hijo en una casa rural, esperando conocer algún día al maestro que inspira sus cuadros, Fernando Botero. Esta persona posee prótesis de gancho, pero dejó de usarlas hace tiempo por la incomodidad que le representaban. Para su actividad de aseo dental, Javier usa un cepillo dental Colgate común, y el lavamanos de su baño.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Bipedestación siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√1	Une la parte anterior de los antebrazos para el agarre, usa además la boca para agarrar el cabezal.
2. limpia el cepillo.	√4	Limpia las cerdas a presión. Se enjuaga la boca y usa esta agua para verterla en las cerdas.
3. accede al agua para la limpieza.	√3	Sostiene el cepillo con la boca, mientras abre y/o cierra la llave del lavamanos con los muñones.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	√2	Dentífrico con tapa-pestaña. Agarre y presión del cuerpo con la unión de la parte anterior de los antebrazos. Apertura y cierre de la tapa con la boca.
5. maneja los ángulos de cepillado.	√5	El cepillo es sostenido por los antebrazos, invierte la posición sosteniendo el cepillo con la boca y lo gira con los muñones.
6. limpia la espuma de su boca.	R7	Limpia sus muñones y se inclina hasta la fuente para enjuagarse, sosteniendo el cepillo a la vez.
7. limpia el cepillo.	√6	Deja sobre el lavamanos el cepillo, mientras abre la llave del lavamanos con sus muñones; luego lo toma y lo limpia a presión, para después sacudirlo sin golpearlo.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√8	Aferra el cepillo y lo sitúa en la posición inicial; horizontal, sobre un muro, a la altura de las caderas.

Tabla 13A. Control de secuencia para el usuario 2. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	2	3	3	2	3
	A	1+1	2+1	1+1	1+1	2+1
	M	0	0	0	0	0
PA(Der)	B	2	3+1	3	2	3
	A	1+1	2+1	1+1	1+1	2+1
	M	0	0	0	0	0
PB	C	1	3	2	4+1	1+1
	T	3	3	3	4	1
	P	1	1	1	1	1
Mu		0	0	0	0	1
Discapacidad	S	4	-	-	-	-
	C	3	-	-	-	-
	O	1	-	-	-	-
Tiempo (s)		2.87	12.52	05.52	7.74	140.74

Tabla 14A. Puntuación para el usuario 2. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

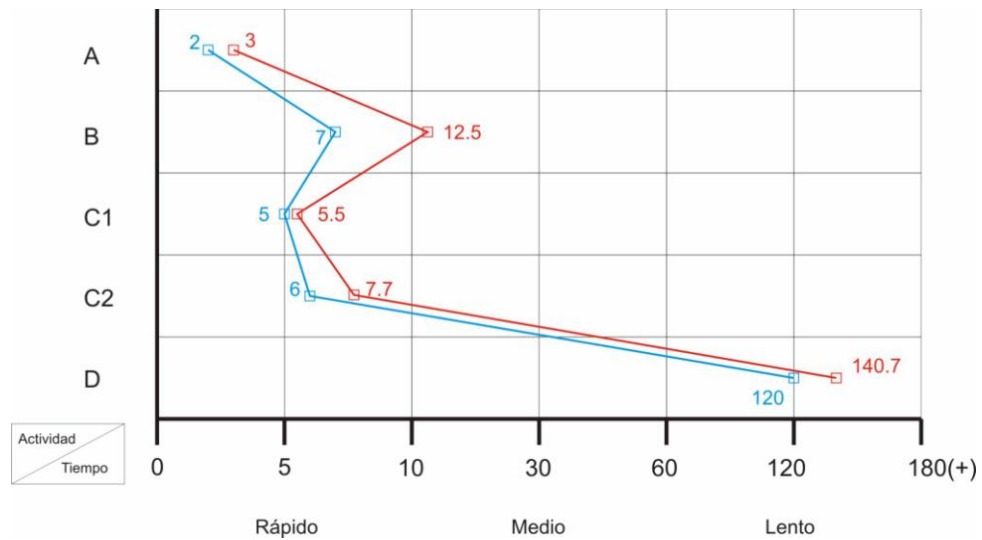


Tabla 15A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 2. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

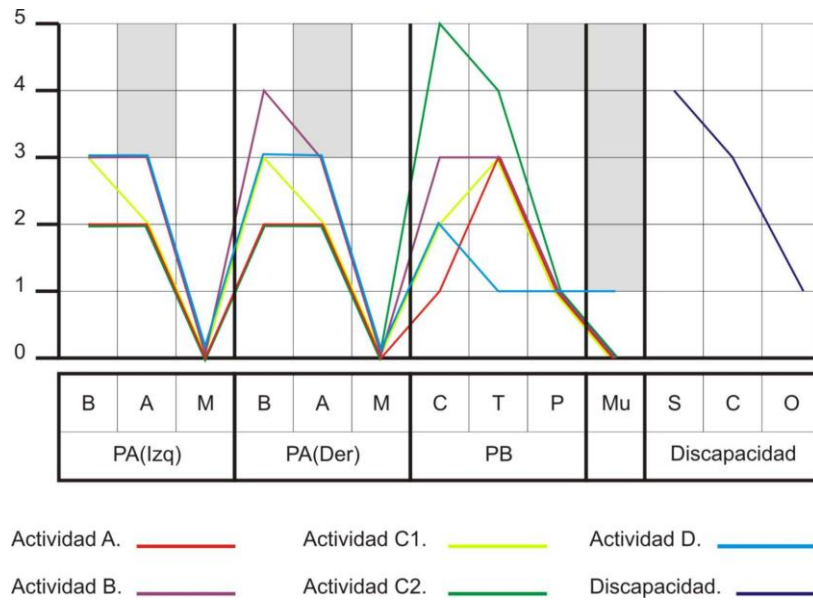


Tabla 16A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 2. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

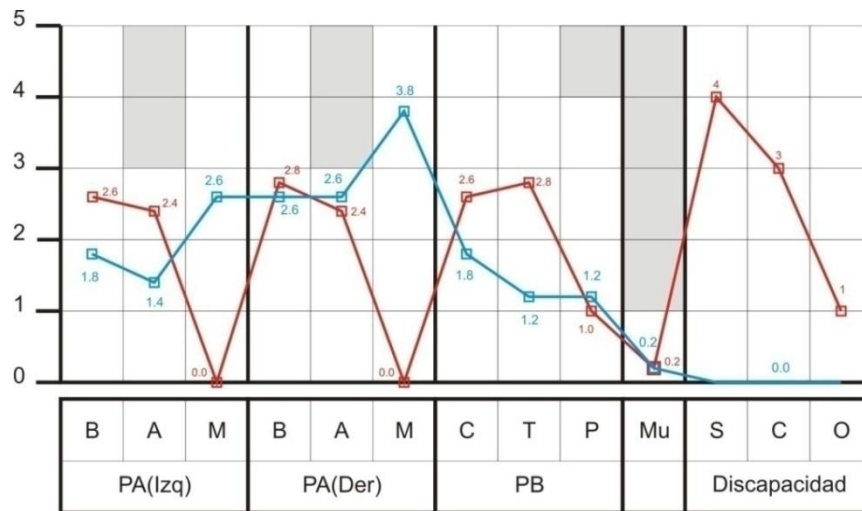


Tabla 17A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 2, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

3. Elkin Javier Mendoza Ardila.

Sexo masculino, técnico en telecomunicaciones, 27 años. 1.70 m de estatura, estrato 4. Reside actualmente en Piedecuesta, y vive con sus padres y hermanos. Su deficiencia se debe a un accidente laboral (no especificado) que le ocasionó amputación bilateral media radial. Elkin se gana la vida por el momento atendiendo su negocio, una tienda de víveres; y se mantiene en forma entrenando siete horas diarias en las piscinas olímpicas del INDERBU, para formar parte de la elite que compite nacionalmente. El fomento a su autoestima es visible también en el tratamiento de ortodoncia observado al momento de la indagación. Esta persona no utiliza prótesis, y ha adquirido enorme destreza en las capacidades finas, como los anteriores casos. Para la actividad del aseo dental, Elkin usa un cepillo modificado para la limpieza entre brackets, el dentífrico de blanqueamiento marca Glistler, y el lavamanos de su baño.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES.
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√1	Une la parte anterior de los antebrazos para sostener el cepillo, que descansa horizontalmente sobre el lavamanos.
2. limpia el cepillo.		No observado.
3. accede al agua para la limpieza.		No observado.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	√2	Transporta el cepillo en su boca. Se inclina para buscar el dentífrico, y se sienta mientras lo sostiene entre los muslos. Dentífrico con tapa-rosca. Con los muñones quita la tapa, y presiona el cuerpo para dosificar, mientras sostiene el cepillo con su boca e inclina la nuca para darle alcance a las cerdas. Cierra el dentífrico y lo arroja al suelo.
5. maneja los ángulos de cepillado.	√3	El cepillo es sostenido por los antebrazos, invierte la posición sosteniendo el cepillo con la boca y lo gira con los muñones. Presenta lateralizaciones y rotación del cuello.
6. limpia la espuma de su boca.	√4	Escupe y limpia después el lavamanos. Se inclina hasta la fuente para enjuagarse. Sostiene el cepillo a la vez, incluso al abrir y cerrar la llave del agua.
7. limpia el cepillo.	√5	Mantiene la inclinación y limpia el cepillo a presión.
8. coloca en su sitio el cepillo.		No observado. Probablemente lo sitúe en la posición inicial.

Tabla 18A. Control de secuencia para el usuario 3. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(lzq)	B	3	2	3	2	3
	A	1+1	1+1	1+1	1+1	1+1
	M	0	0	0	0	0
PA(Der)	B	3	2	3	2	3
	A	1+1	1+1	1+1	1+1	2+1
	M	0	0	0	0	0
PB	C	1	3	2	4+1	1+1
	T	3	3	3	4	1
	P	1	1	1	1	1
Mu		0	0	0	0	1
Discapacidad	S	4	-	-	-	-
	C	3	-	-	-	-
	O	0	-	-	-	-
Tiempo (s)		3.07	13.07	4.29	7.30	92.63

Tabla 19A. Puntuación para el usuario 3. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

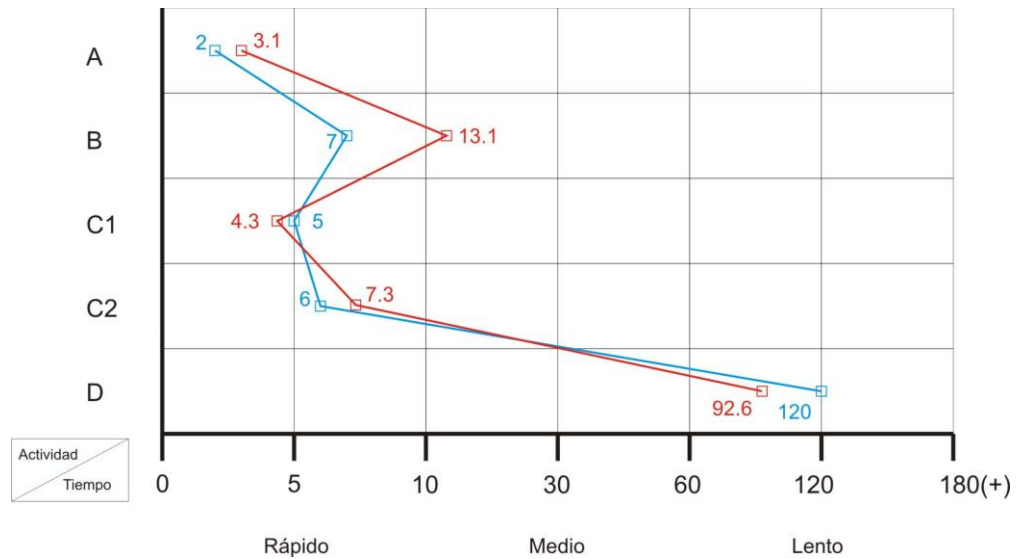


Tabla 20A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 3. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

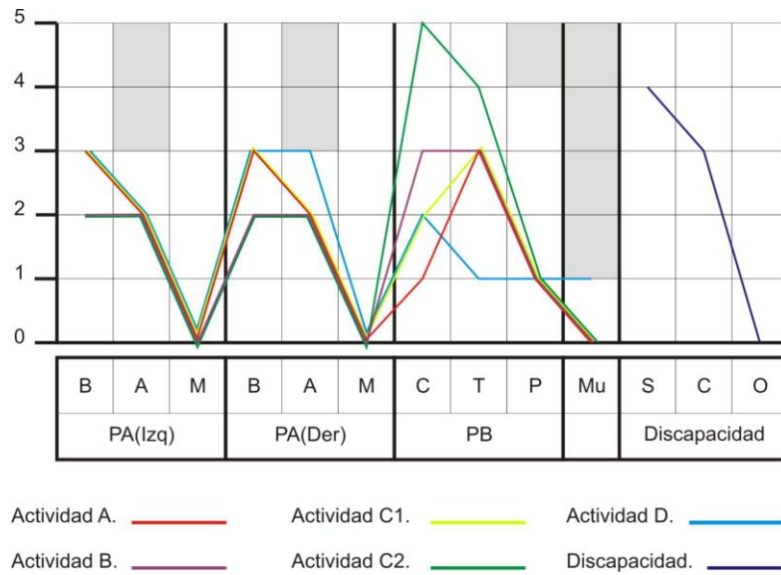


Tabla 21A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 3. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

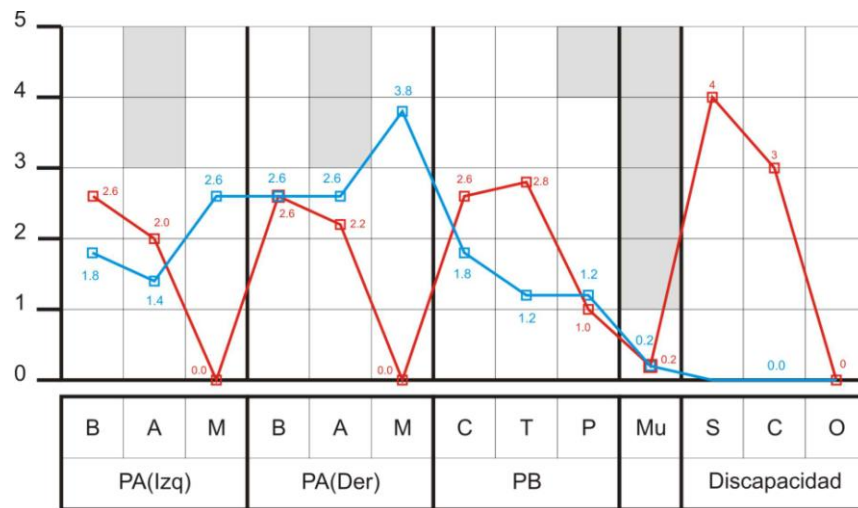


Tabla 22A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 3, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

4. Gladys Zulleyma Rueda Villamizar.

Sexo femenino, estudiante de último semestre de psicología en la Universidad Antonio Nariño, 25 años. 1.60 m de estatura, estrato 3. Reside actualmente en Bucaramanga, en el barrio El Porvenir, y vive con sus padres y hermanos. Su deficiencia es congénita; ella no puede controlar voluntariamente el movimiento de las partes de su cuerpo, síndrome conocido como Athetosis. Por esto se ha sometido a múltiples cirugías, entre las que se cuenta con un marcapasos cerebral. Su habilidad intelectual no se ha visto afectada, como lo demuestra su interés por el estudio, salvo la gesticulación del habla. Para su actividad de aseo dental, Gladys recurre al lavadero de su casa, usa un cepillo convencional y recipientes para el agua. En el momento de la indagación, no había presión de agua en la llave; además, esta persona rechaza el uso del dentífrico durante la filmación, ya que le apenaría la situación de limpieza frente a los entrevistadores.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Bipedestación siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	R1	El cepillo está apoyado horizontalmente por encima del planchón, a una altura más baja que la del hombro. Lo aferra con la mano derecha; con la izquierda ayuda al agarre.
2. limpia el cepillo.		No observado.
3. accede al agua para la limpieza.		No observado.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.		No observado. A la persona le produce vergüenza que la vean limpiándose la espuma de su boca.
5. maneja los ángulos de cepillado.	R2	Con la mano izquierda, maneja este lado de la boca; con la mano derecha, la parte derecha de la boca y los dientes frontales.
6. limpia la espuma de su boca.	X4	Se inclina y saca del lavadero agua en un pocillo. Luego lo lleva a su boca con las dos manos. Escupe suavemente el agua, y con un vaso desechable, limpia sus manos y su cara.
7. limpia el cepillo.	√3	Arroja el cepillo a una taza con agua con la mano derecha.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√3	Al mismo tiempo, lo sitúa, pero en una posición diferente a la inicial; vertical boca abajo.

Tabla 23A. Control de secuencia para el usuario 4. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	3	-	1	3	3
	A	2+1	-	1+1	2+1	1+1
	M	3+1	-	1	3+1	3
PA(Der)	B	3	-	3	3	3
	A	2+1	-	1+1	2+1	2+1
	M	3+1	-	3+1	3+1+1	3+1+1
PB	C	2	-	2	4	2
	T	2	-	2+1	3	3
	P	1	-	1	1	1
Mu		0	-	0	0	1
Discapacidad	S	5	-	-	-	-
	C	4	-	-	-	-
	O	4	-	-	-	-
Tiempo (s)		12.18	-	3.96	30.41	62

Tabla 24A. Puntuación para el usuario 4. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

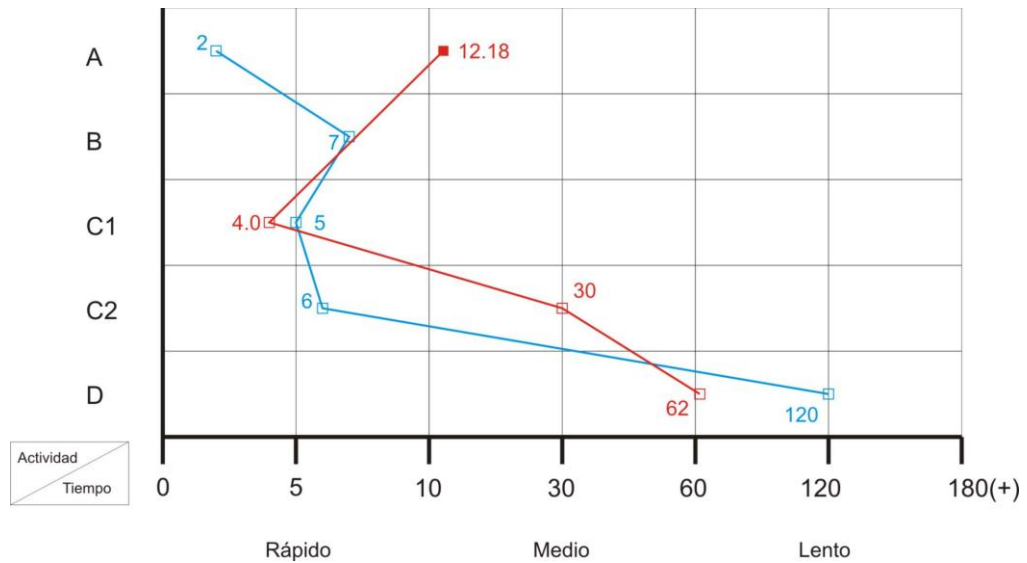


Tabla 25A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 4. La actividad B no está registrada. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

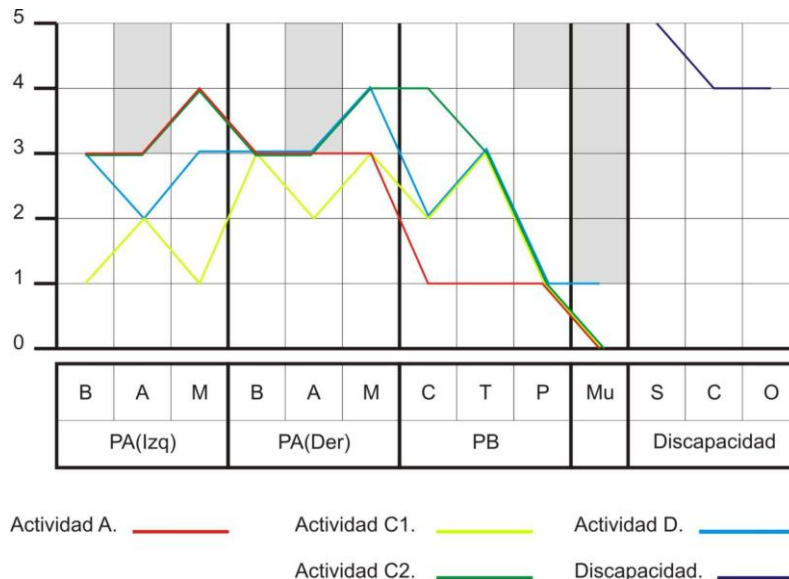


Tabla 26A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 4. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. No registrada por cuestiones del usuario. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

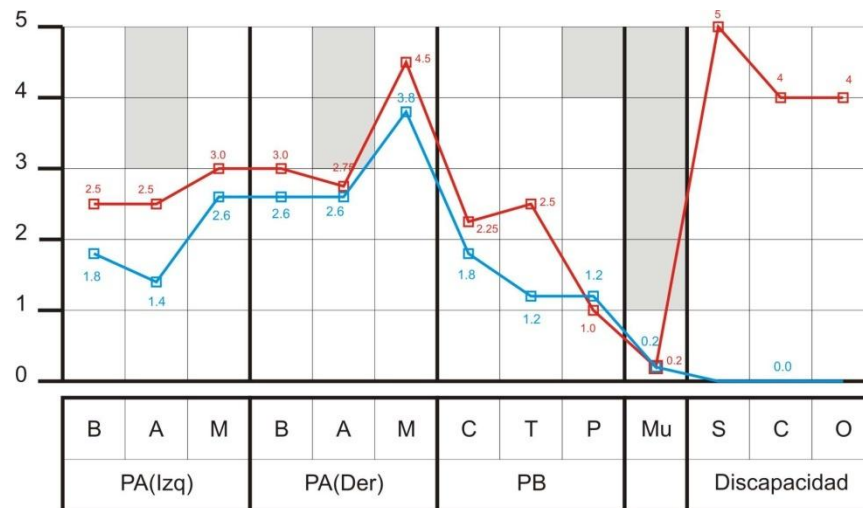


Tabla 27A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 4, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

5. Gerson Julián Niño

Sexo masculino, vigilante en parqueaderos, 26 1.54 m de estatura, estrato 3. Reside actualmente en Piedecuesta, en el barrio La Cantera, y vive con su señora madre. Gerson sufre de Artritis Reumatoide, una poliartritis que inflama los tejidos articulares de sus extremidades; sus muñecas presentan rigidez articular, y la columna vertebral, traumatismos de espondilitis anquilosante. Actualmente es beneficiario del programa de fisioterapia de la Fundación ASODISPIE, donde participa en las actividades que se promueven en el lugar. Para su tarea de aseo dental, la indagación se realizó en la fundación nombrada, en un lavamanos que cuenta con mesón, con materiales surtidos por los entrevistadores, un cepillo de dientes convencional y un dentífrico de tapa-rosca.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Bipedestación siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√1	Lo saca con dificultad del empaque, pero lo toma fácilmente del mesón, aferrándolo con la mano derecha, con los dedos 2 y 3.
2. limpia el cepillo.	√4	Con la crema en las cerdas, acerca el cepillo a la fuente con su mano derecha; luego intercambia el agarre de este, para llevarse el vaso a la boca con la mano derecha.
3. accede al agua para la limpieza.	√3	Con su mano izquierda abre la llave del agua; limpia el platón primero, y luego llena un vaso desechable para enjuagarse la boca inicialmente.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	√2	Mientras sostiene el cepillo con la mano derecha, abre-cierra la tapa-rosca del dentífrico con la mano izquierda, dedos 1 y 2, con la cual está sosteniendo el cepillo, para acercarlo luego a la pasta y dosificarla.
5. maneja los ángulos de cepillado.	√5	Maneja el cepillo con la mano derecha, y rota el cepillo con sus dedos, mientras sostiene el cepillo con la boca y el pulgar.
6. limpia la espuma de su boca.	√8	Se lleva el vaso a la boca, extendiendo su cuello; limpia sus manos y su cara.
7. limpia el cepillo.	√6	Limpia el cepillo a presión sosteniéndolo con la mano derecha, y con la acción de los dedos de la mano izquierda frota las cerdas.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√7	Coloca el cepillo en el plano horizontal del lavamanos.

Tabla 28A. Control de secuencia para el usuario 5. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	2	3	3	1	1
	A	1+1	1+1	1+1	1	1
	M	3+1	3	3+1	3	3
PA(Der)	B	2	1	2	3+1	2
	A	1+1	2+1	1+1	2+1	2+1
	M	3+1	3+1	3+1	3+1+1	3+1
PB	C	2	2	2	4	1
	T	2	2	3	1	1
	P	1	1	1	1	1
Mu		0	0	0	0	1
Discapacidad	S	3	-	-	-	-
	C	4	-	-	-	-
	O	2	-	-	-	-
Tiempo (s)		2.41	13.74	14.38	17.52	57.96

Tabla 29A. Puntuación para el usuario 5. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

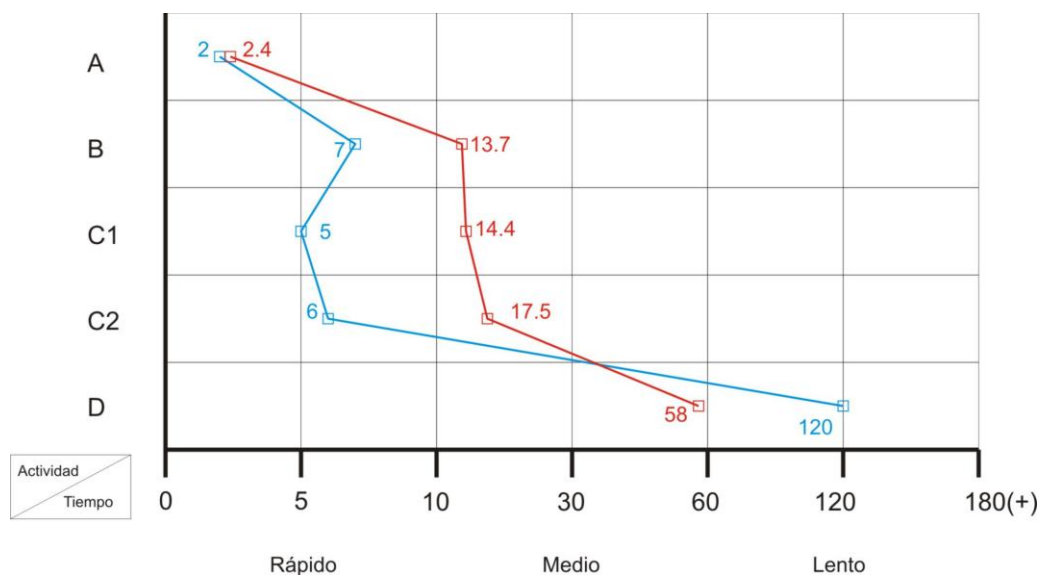


Tabla 30A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 5. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

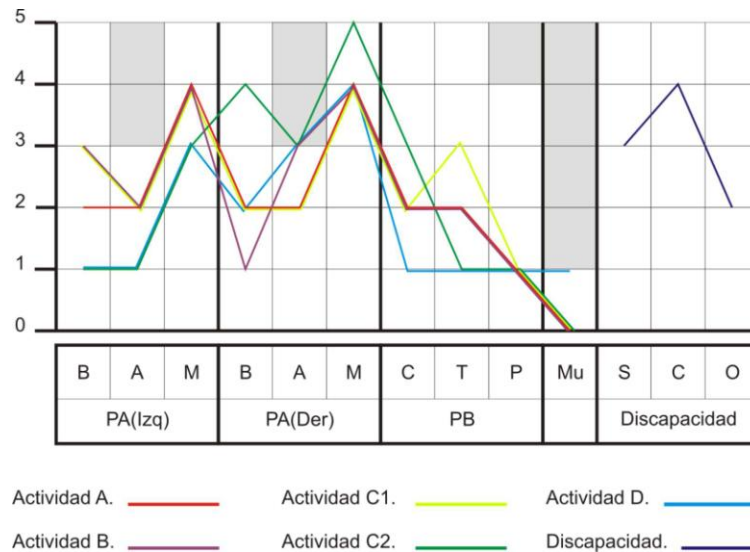


Tabla 31A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 5. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

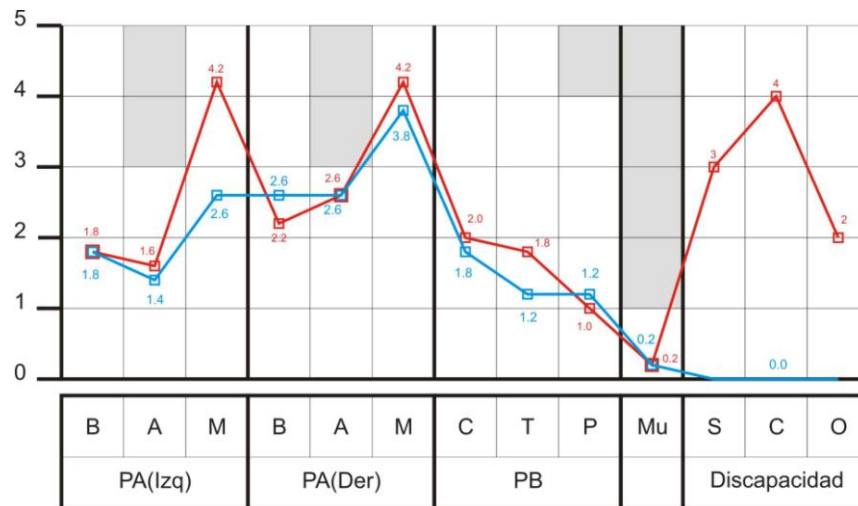


Tabla 32A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 5, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

6. Henry Tabares Martínez.

Sexo masculino, 51 años. 1.50 m de estatura, estrato 6. Reside actualmente en Piedecuesta, y vive con su madre y hermana. Henry es el presidente de la fundación ASODISPIE, y dispone de su tiempo para las labores humanitarias que la fundación brinda. Esta persona posee sus extremidades completas, pero es tetrapléjica; está en una silla de ruedas debido a un accidente vehicular. Tiene movilidad reducida de sus miembros superiores, sus manos especialmente, con dificultades para agarrar y manipular objetos; aún así, tiene capacidades residuales que le permiten practicar baloncesto, e incluso hacer la tarea del aseo dental. Durante la indagación, Henry utilizó un cepillo convencional, un dentífrico de tapa pestaña, y el lavamanos de su hogar.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Postura Sedente siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	X1	Cepillo en posición vertical, a la altura del hombro, colgado en una jabonera común. Mientras aferra al cepillo con la mano derecha, se sostiene al espaldar con el brazo izquierdo.
2. limpia el cepillo.		No observado.
3. accede al agua para la limpieza.		No observado.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	X2	Cepillo sobre las piernas, horizontal. Dentífrico abierto siempre. La crema la deja su mamá en el regazo. Agarra con ambas manos la crema, y con la izquierda, la sitúa en la articulación del brazo derecho, para flexionarlo y así presionar la crema; para dosificar la pasta en las cerdas, agarra con la izquierda el cepillo y lo acerca a la crema mientras la presiona.
5. maneja los ángulos de cepillado.	X3	Con las dos manos aferra el cepillo y hace con ambas el movimiento en vaivén; gira el cepillo con la mano izquierda, sosteniéndolo con la boca y con la mano derecha.
6. limpia la espuma de su boca.	R6	Lleva el agua hasta su boca con la mano derecha, luego cierra la llave golpeándola con la palma de su mano derecha.
7. limpia el cepillo.	√4	Mantiene el cepillo en la boca para abrir la llave. Abre la llave golpeándola con los nudillos de la mano derecha. Sostiene con la mano derecha el cepillo, lava a presión las cerdas, y sacude el cepillo golpeándolo contra en lavamanos.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√5	Coloca el cepillo nuevamente sobre sus piernas.

Tabla 33A. Control de secuencia para el usuario 6. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	2+1	1	2+1	3+1	1+1
	A	1	2+1	1	1	2+1
	M	2	3	2	2	3
PA(Der)	B	3	1	2	2	1+1
	A	1	2	1	2+1	2+1
	M	2+1	3	3+1	3	3+1
PB	C	1	3+1	2	3	3+1
	T	3+1	2	3+1	3+1	2
	P	1	1	1	1	1
Mu		0	0	0	0	1
Discapacidad	S	3	-	-	-	-
	C	2	-	-	-	-
	O	5	-	-	-	-
Tiempo (s)		40.96	49.96	26.52	21.74	103.18

Tabla 34A. Puntuación para el usuario 6. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

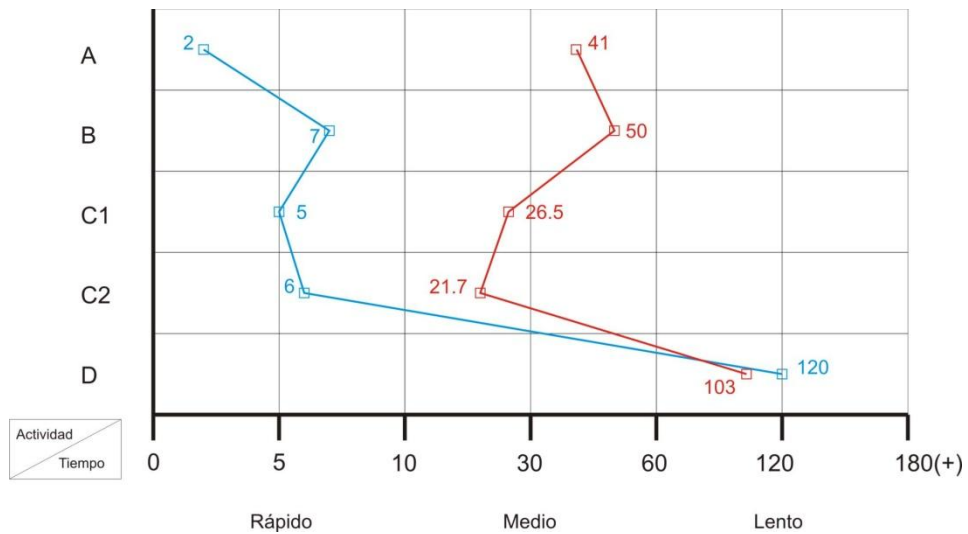


Tabla 35A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 6. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

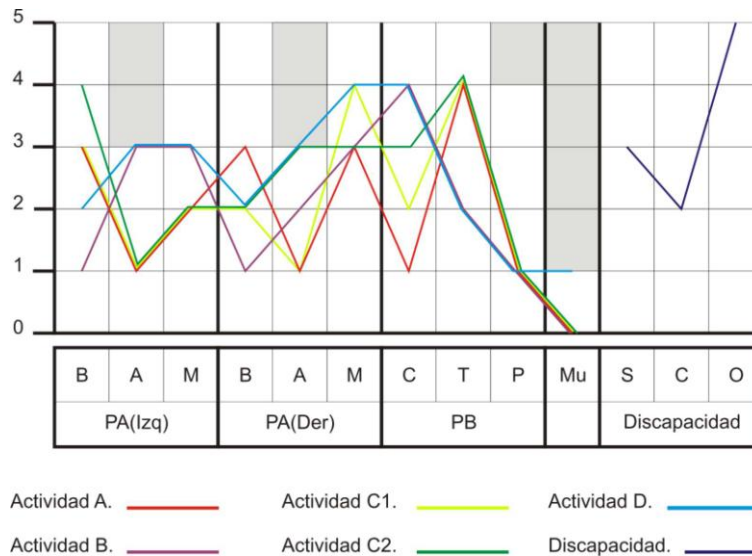


Tabla 36A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 6. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

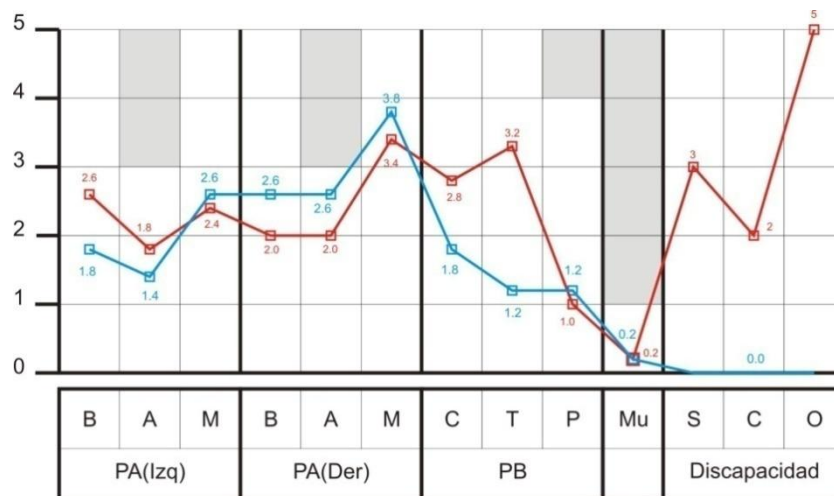


Tabla 37A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 6, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

7. Diana Carolina Gutiérrez Acuña.

Sexo femenino, 22 años, 1.50 m de estatura, estrato 3. Reside en Bogotá, con su hermana menor y su padre, donde estudia Derecho en la Universidad La Gran Colombia. Diana presenta deficiencia bilateral congénita; Amelia en el brazo izquierdo y focomelia en el brazo derecho. Por esto durante su vida ha adquirido enorme destreza en el uso de sus pies. Al momento de la indagación, se encuentra en la parroquia donde trabaja; manifiesta al entrevistador que hace unos años su padre intentó hacer una ayuda técnica para sostener su cepillo de dientes a la altura de la boca, de manera infructuosa. Dice además que sería útil alguna adaptación para la ceda dental, ya que esta actividad le resulta difícil. El aseo dental lo realiza 2 veces diarias, con un cepillo convencional, en un lavamanos común; usa también enjuague bucal, y una toalla para la limpieza.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Bipedestación siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√2	Cepillo en posición horizontal, a la altura de las caderas, en el mesón del lavamanos. Levanta la pierna derecha para sujetarlo con los dedos 1 y 2.
2. limpia el cepillo.	√4	Acerca las cerdas con pasta en ellas, al agua a presión.
3. accede al agua para la limpieza.	√3	Con el cepillo aún en sus pies, alcanza y rota la llave con los dedos 3 y 4 para abrir y cerrar el agua. Manifiesta que en su casa existen llaves de palanca que son más fáciles de usar.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	√1	Dentífrico sobre el mesón, de tapa-rosca. Levanta la pierna derecha y lo aferra con los dedos 1 y 2, para bajarlo al suelo, y sostenerlo con el pie izquierdo; de esta manera, abre y cierra la tapa girándola con los dedos 1 y 2 del pie derecho. Luego sube el dentífrico para sujetarlo con la boca, y aferra el cepillo, para intercambiarlo con el dentífrico. Una vez que el cepillo está en su boca, dosifica la pasta con la presión de los dedos.
5. maneja los ángulos de cepillado.	X5	Ayuda a guardar el equilibrio apoyando la pierna derecha en el mesón; por esto debe inclinarse hacia el cepillo. Rota el cepillo con los dedos 1 y 2 del pie derecho. Resbalamiento del mango.
6. limpia la espuma de su boca.	X7	Se inclina hasta el agua, mientras mantiene aferrado el cepillo en sus pies y lo sigue enjuagando.
7. limpia el cepillo.	√6	Abre la llave y acerca las cerdas al agua a presión. Lo sacude golpeándolo.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√8	Coloca el cepillo nuevamente sobre el mesón.

Tabla 38A. Control de secuencia para el usuario 7. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	0	0	0	0	0
	A	0	0	0	0	0
	M	0	0	0	0	0
PA(Der)	B	0	0	0	0	0
	A	0	0	0	0	0
	M	0	0	0	0	0
PB	C	2	3	1	3	2+1
	T	3+1	3	1	4+1	3+1
	P	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2
Mu		0	0	0	0	0
Discapacidad	S	5	-	-	-	-
	C	1	-	-	-	-
	O	0	-	-	-	-
Tiempo (s)		15.63	43.41	20.85	10.74	44.63

Tabla 39A. Puntuación para el usuario 7. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

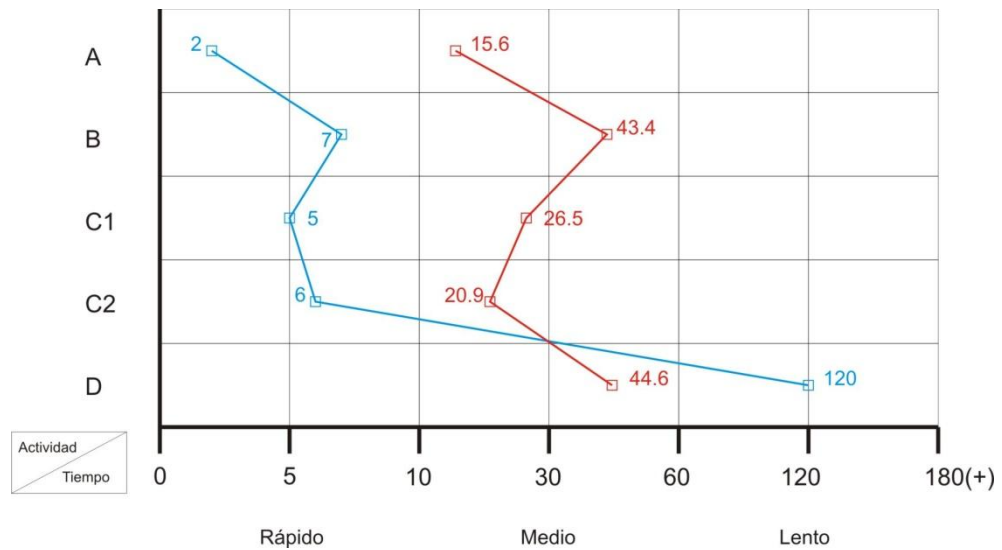


Tabla 40A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 7. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

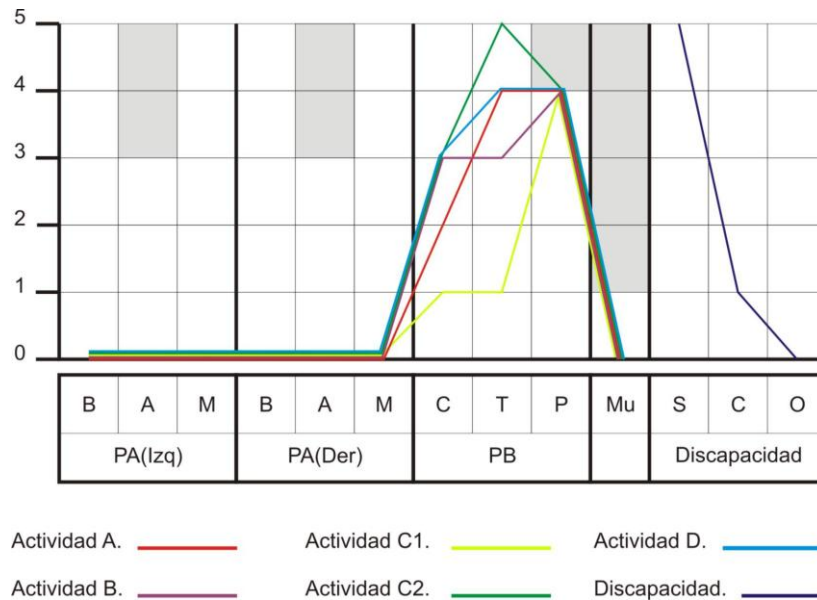


Tabla 41A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 7. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

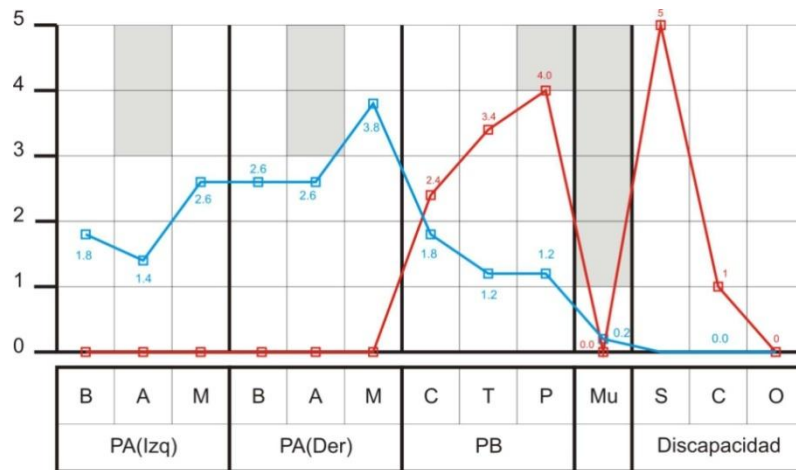


Tabla 42A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 7, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

8. Pedro Jesús Pabón Pérez

Sexo masculino, 36 años, 1.68 m de estatura, estrato 2. Reside en el Playón, Santander, en compañía de su esposa y de sus dos hijos menores, pensionado de la empresa CAMPOLLO, donde hace diez años sufrió un accidente laboral. Es el presidente de ASODISPLAY, asociación de discapacitados del Playón, y el representante político en el municipio del partido de la U. Pedro presenta amputación bilateral por debajo del codo, y ha implementado para su vida el uso de prótesis para atender sus necesidades; por mucho tiempo utilizó prótesis biomecánicas, pero el constante cuidado que exigían, su peso y costo, lo persuadieron para dejarlas, y usar prótesis mecánicas, que acciona con la flexión del codo para abrir o cerrar la mano. La indagación se hizo en su casa; para la actividad de aseo dental, el usuario usó su baño. Pedro requiere el uso de un cepillo con mango grueso, que no tenía, habiéndolo cambiado por uno convencional; necesitó también la ayuda de su hijo para manejar el dentífrico.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Bipedestación siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√1	Cepillo en posición horizontal, sobre el plano del lavamanos. Agarra el mango con la prótesis derecha.
2. limpia el cepillo.	√3	Acerca las cerdas al agua a presión con la prótesis.
3. accede al agua para la limpieza.	√2	Con el cepillo sostenido, alcanza y rota la llave con la prótesis izquierda. Mantiene abierta la llave durante el evento total.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	X5	Manifiesta que para él es complicado, y recibe asistencia. En ese momento lo auxilia su hijo.
5. maneja los ángulos de cepillado.	X4	La prótesis no tiene prono-supinación. Para girar el cepillo, lo apoya sobre el muslo derecho, contra la mano derecha, y con la izquierda hace el giro, para luego volver a agarrarlo con la derecha. El agarre de la prótesis es muy fuerte, y el tipo de cepillo que tenía se le resbalaba constantemente.
6. limpia la espuma de su boca.	√6	Inclina su espalda, rota y extiende el cuello para alcanzar la fuente de agua. Sostiene el cepillo aún.
7. limpia el cepillo.	√6	Acerca las cerdas al agua a presión con la prótesis derecha.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√8	Coloca el cepillo nuevamente sobre en su posición inicial

Tabla 43A. Control de secuencia para el usuario 8. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	1	-	1	1	1+1
	A	1+1	-	1	1	2+1
	M	0	-	0	0	0
PA(Der)	B	3+1+1	-	1	1	2+1
	A	1	-	1	1	2+1
	M	0	-	0	0	0
PB	C	3+1	-	3	4+1	3
	T	2	-	1	4+1	3
	P	1	-	1	1	2+1
Mu		0	-	0	0	1
Discapacidad	S	4	-	-	-	-
	C	3	-	-	-	-
	O	0	-	-	-	-
Tiempo (s)		8.3	-	4.5	6.3	85.6

Tabla 44A. Puntuación para el usuario 8. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

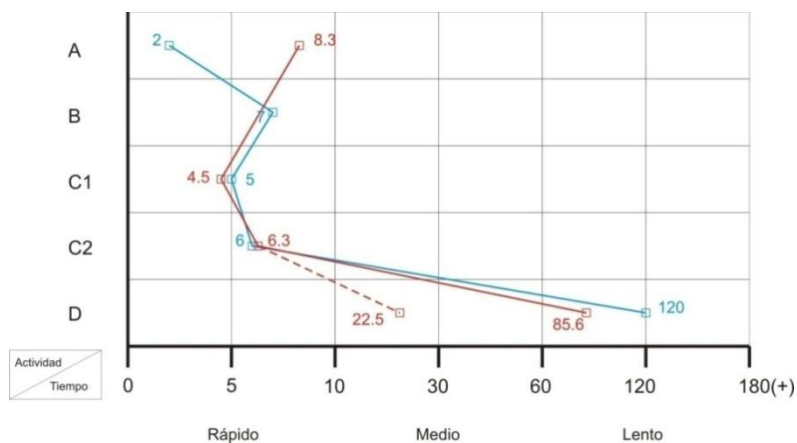


Tabla 45A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 8. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. El tiempo indicado con la línea a trazos es el que en realidad el cepillo permanece en la boca; no se pidió una repetición del evento, para no ofender o incomodar a la persona.

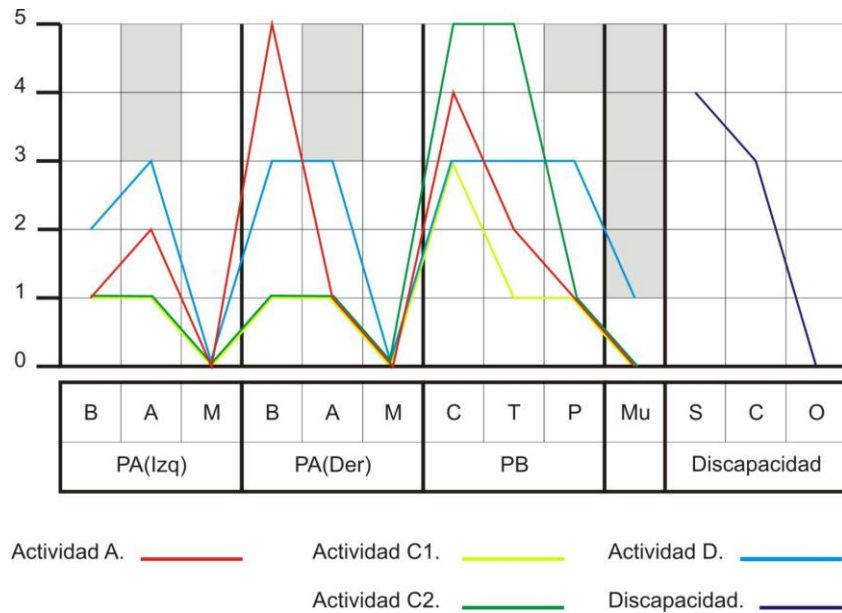


Tabla 46A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 8. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

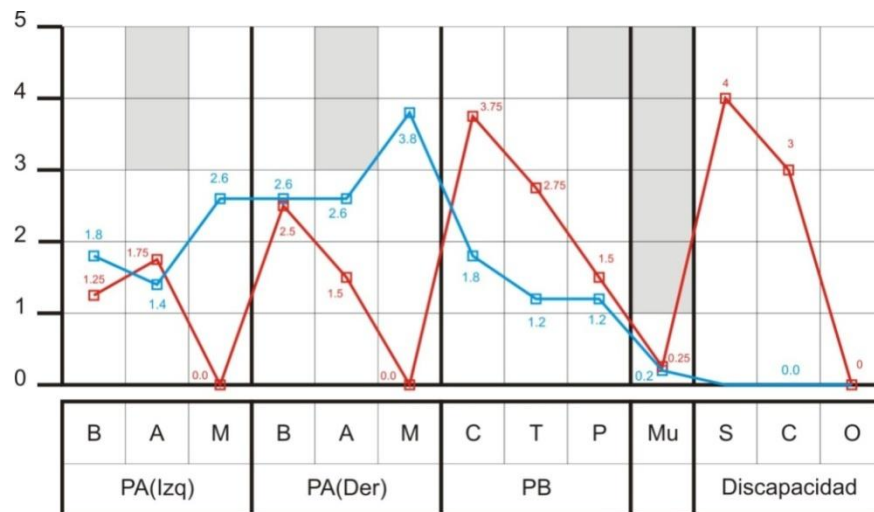


Tabla 47A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 8, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

9. Carlos Julián Celis Díaz.

Sexo masculino, 26 años, 1.70 m de estatura, estrato 4. Vive con su mamá en el sector de Morro rico, aunque piensa mudarse a San Alonso, para estar cerca del trabajo que realiza, que es el de vender minutos de celular en Cabecera, y de la iglesia donde acostumbra orar. Carlos presenta amputación bilateral media por debajo del codo, debido a un accidente eléctrico a la edad de 10 años. Intentó, luego de 4 años del suceso, utilizar dos prótesis bioeléctricas, pero su grado de adaptación y las molestias que le causaban lo apartaron de la idea, luego de 5 meses de uso. Esta persona ha adquirido enorme destreza en las actividades que requieren motricidad fina. La indagación se hizo en la casa de uno de los entrevistadores, por petición del usuario; fue utilizado un cepillo de dientes delgado, un dentífrico con tapa-pestaña, y un lavamanos convencional.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Bipedestación siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√1	Primero sostiene la crema en su boca por la tapa. Inclina su espalda para alcanzar el cepillo y agarrarlo con los muñones. Posición inicial del cepillo, horizontal en el lavamanos.
2. limpia el cepillo.	X	No observado.
3. accede al agua para la limpieza.	X	No observado.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	√2	Deja el cepillo en una posición horizontal más cercana. Agarra con los muñones el dentífrico, y abre con la boca la tapa-pestaña. Dosifica la crema presionando con los antebrazos, cierra la tapa de la misma manera, y deja la crema en el lavamanos.
5. maneja los ángulos de cepillado.	√3	Acerca el cepillo y hace el vaivén con sus antebrazos, e inclina el cuello para facilitar el alcance. Rota el cepillo con los antebrazos mientras lo sostiene con la boca.
6. limpia la espuma de su boca.	√6	Inclina su espalda para alcanzar la fuente, rota y extiende el cuello, flexionando un poco las rodillas. Con el muñón derecho, gradúa la presión de salida de la llave y luego la cierra.
7. limpia el cepillo.	√4	Sostiene el cepillo con la boca y abre la llave girándola con los muñones, inclinando su espalda, para acercar las cerdas a la fuente y rotar el cepillo para lavarlo.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√5	Coloca el cepillo en su posición inicial.

Tabla 48A. Control de secuencia para el usuario 9. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	3	2	3	2	3
	A	1+1	1+1	1+1	1	2+1
	M	0	0	0	0	0
PA(Der)	B	3	2	3	3	3
	A	1+1	1+1	1+1	1+1	2+1
	M	0	0	0	0	0
PB	C	2	3	2	4+1	3+1
	T	3	3+1	3+1	4+1	1
	P	1	1	1	1	1
Mu		0	0	0	0	0
Discapacidad	S	4	-	-	-	-
	C	2	-	-	-	-
	O	0	-	-	-	-
Tiempo (s)		1.33	11.52	10.74	18.29	42.74

Tabla 49A. Puntuación para el usuario 9. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

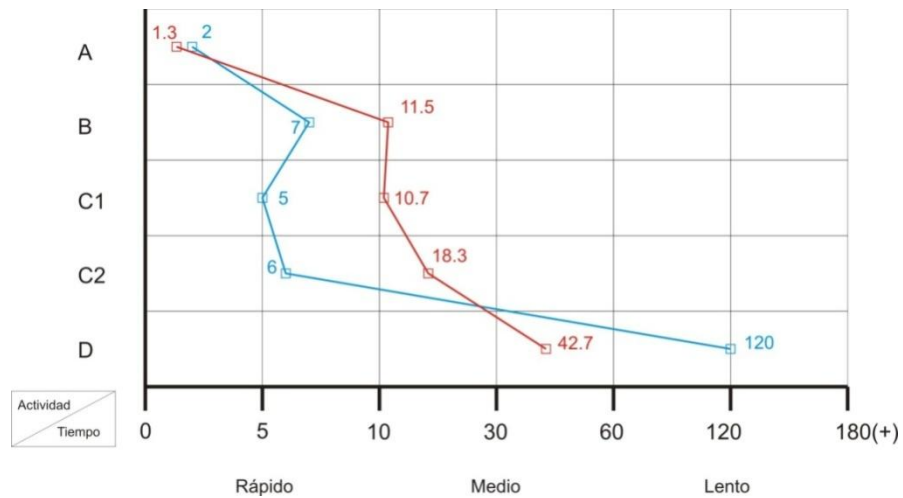


Tabla 50A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 9. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

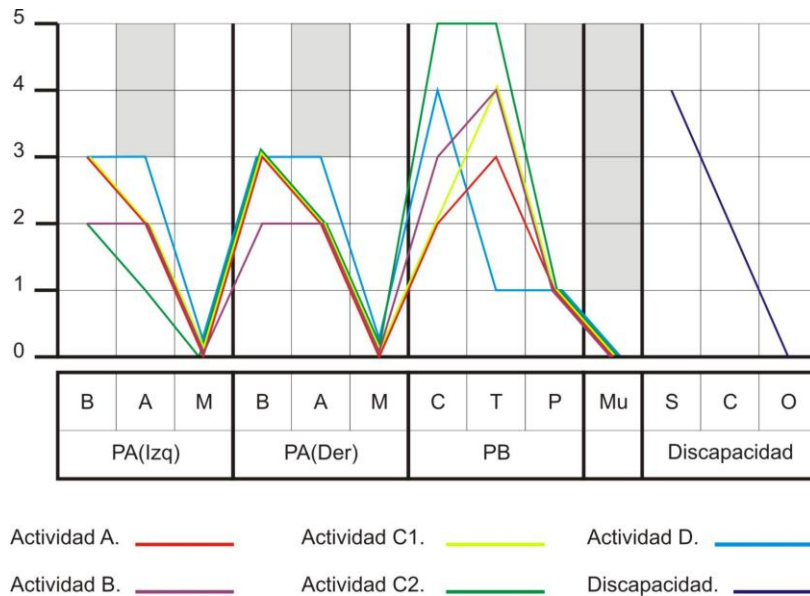


Tabla 51A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 9. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

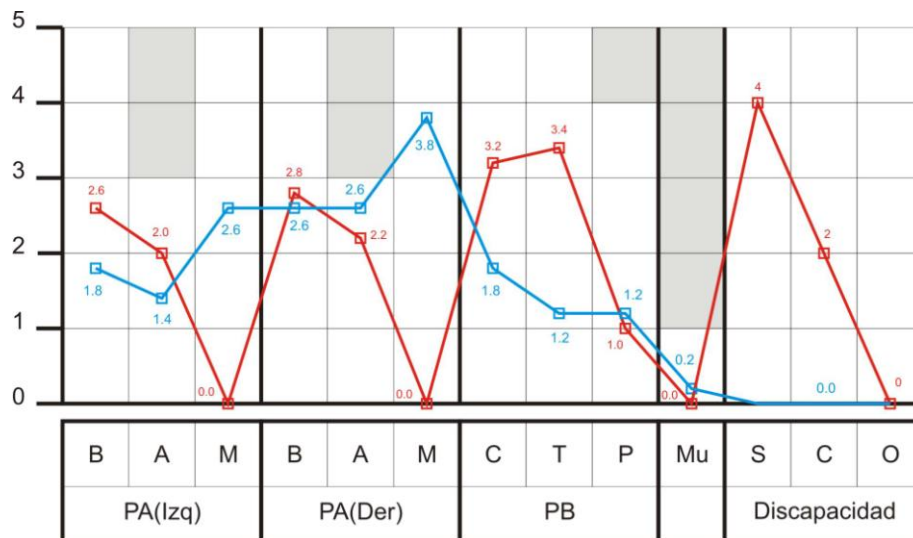


Tabla 52A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 9, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

10. Cristian Mauricio Lugo Ropero.

Sexo masculino, 15 años, 1.68 m de estatura, estrato 3. Vive con sus padres y sus 3 hermanos en Piedecuesta, en el barrio Galicia. Cristian es estudiante destacado de secundaria, en el colegio Promisión Social, y ocupa su tiempo libre en la computadora; tiene planeado estudiar Derecho cuando se gradúe. El tipo de discapacidad que presenta esta persona es congénita, focomelia bilateral con ausencia del radio; Usa sus manos para manipular objetos, puede flexionar y desviar la muñeca izquierda, que es el brazo que utiliza, pero no cuenta con la prono-supinación; en cuanto al brazo derecho, lo usa como asistente para el agarre, debido a que tiene un alcance menor. Durante la indagación, Cristian usó el lavamanos de sus padres, un cepillo de dientes delgado y un dentífrico de tapa-rosca.

ACTIVIDAD. El usuario...	*	OBSERVACIONES. (Bipedestación siempre).
1. puede aferrar el cepillo de dientes.	√1	Cepillo en posición vertical, en el plano del tanque del inodoro. Se inclina y toma el cepillo con la mano izquierda, luego lo cambia a la derecha para agarrar el dentífrico.
2. limpia el cepillo.	√3	Acerca el cepillo con la mano derecha y cierra la llave con la mano izquierda, manteniendo la inclinación de su espalda.
3. accede al agua para la limpieza.	R2	Sostiene con la mano derecha el cepillo y el dentífrico, luego se inclina para alcanzar con la izquierda la llave del lavamanos.
4. puede dosificar y cerrar el dentífrico.	R4	Cambia el dentífrico a uno con más contenido, de tapa-rosca. Sostiene el cuerpo de la crema con la mano derecha, con la izquierda abre la tapa y la deja en la mano derecha para que la sujete. Presiona la crema con la izquierda, y se ayuda con la boca para sacar el contenido; dosifica, sosteniendo el cepillo con la mano derecha. Deja la crema en el tanque sin taptarla.
5. maneja los ángulos de cepillado.	√5	Sostiene con la boca el cepillo, para girarlo con la mano izquierda y hacer el movimiento de vaivén.
6. limpia la espuma de su boca.	R7	Mantiene la inclinación y enjuaga su boca con ayuda de la mano izquierda, mientras sostiene el cepillo.
7. limpia el cepillo.	√6	Inclina su espalda para alcanzar con la mano izquierda la llave del agua, y con la derecha acerca las cerdas a la fuente.
8. coloca en su sitio el cepillo.	√8	Coloca el cepillo en su posición inicial.

Tabla 53A. Control de secuencia para el usuario 10. * (√, R, X) N°: bien, regular, difícil; orden en la secuencia.

# Puntajes		Actividades				
		(A)	(B)	(C1)	(C2)	(D)
PA(Izq)	B	3	3	2	2	4+1
	A	1	1+1	1	1+1	2+1
	M	2	2+1	3+1	2	2+1
PA(Der)	B	1	1	2	1	1
	A	1	1+1	1+1	1	1
	M	1	1	1	1	1
PB	C	2+1	3+1	2	2+1	1+1
	T	3+1	1	3	4+1	1
	P	1	1	1	1	1
Mu		0	0	0	0	1
Discapacidad	S	5	-	-	-	-
	C	1	-	-	-	-
	O	0	-	-	-	-
Tiempo (s)		3.96	31.85	12.07	10.63	93.07

Tabla 54A. Puntuación para el usuario 10. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

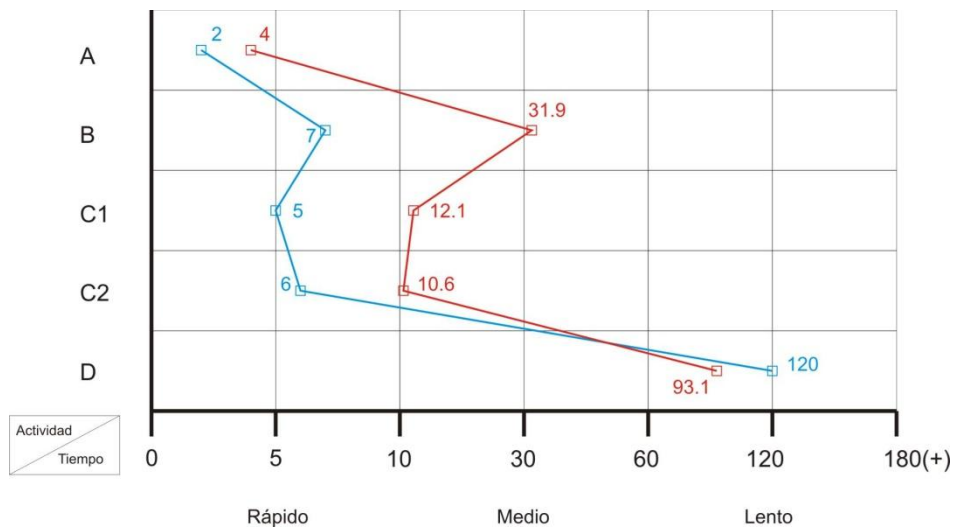


Tabla 55A. Tabla gráfica de la Eficiencia para el usuario 10. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental.

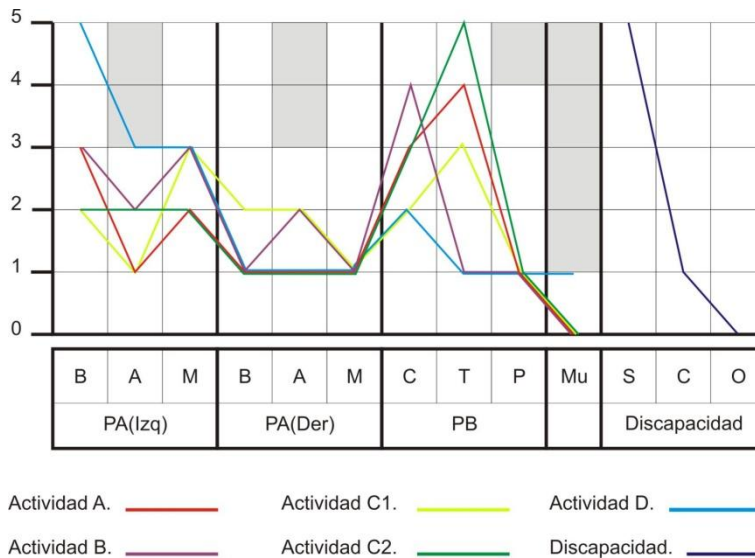


Tabla 56A. Tabla gráfica del Confort para el usuario 10. Actividad (A). Manipulación del cepillo. Actividad (B). Obtención del dentífrico. Actividad (C1). Acceso al agua para enjuagar las cerdas. Actividad (C2). Acceso al agua para enjuagar la boca. Actividad (D). Cepillado dental. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

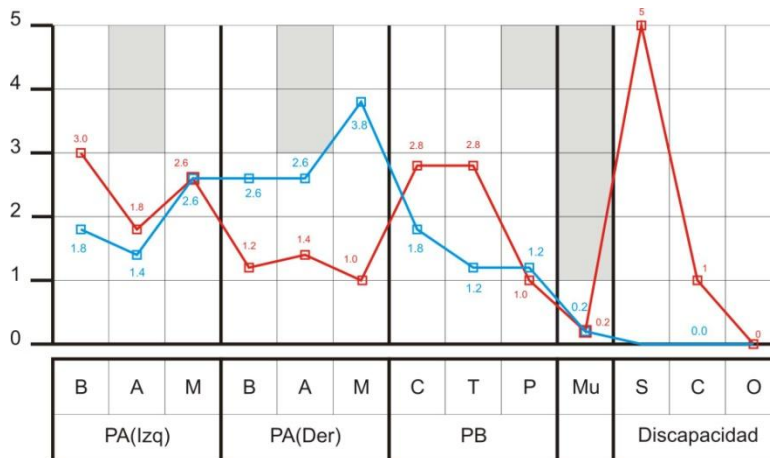


Tabla 57A. Tabla gráfica del Confort. Confrontación de los promedios correspondientes al usuario 10, en rojo, y al usuario tipo o control, que corresponde a la línea azul. (PA). Puntuación del grupo A. (PB). Puntuación del grupo B. (B).Brazo. (A). Antebrazo. (M). Muñeca. (C). Cuello. (T).Tronco. (P). Piernas. (Mu) Carga muscular. (S). Severidad. (C) Causas. (O) Otros sistemas afectados.

ANEXO 6. CIF. Deficiencias relacionadas con el perfil de usuario.²⁹³

La CIF es un instrumento codificado que permite la unificación del vocabulario referido a la discapacidad generada por alteraciones o restricciones en el funcionamiento de la salud, excluyendo los motivos involucrados con aspectos socioeconómicos y culturales. Esto genera una descripción de la situación de la persona dentro del contexto relacionado con la salud. Este libro estructura la información en Dominios, categorías y niveles, y puede usarse una o varias:

- 1. Funcionamiento y discapacidad. (modelo médico)
 - (a) Cuerpo.
 - (b) Actividades y participación. (modelo social)
- 2. Factores contextuales.
 - (d) Factores Ambientales.
 - (e) Factores Personales. No clasificados en el CIF.

	1. Funcionamiento y Discapacidad.				2. Factores Contextuales.	
Componentes	(a) Funciones y Estructuras Corporales		(b) Actividades y Participación		(c) Factores Ambientales	(d) Factores Personales
Dominios	Funciones Corporales	Estructuras Corporales	Entorno Uniforme	Entorno Real	Influencias externas	Influencia Internas
Constructos/ Calificadores	Cambios Fisiológicos	Cambios Anatómicos	Capacidad	Desempeño / Realización	Efectos del mundo físico, social y actitudinal	Efecto de los atributos de la persona
Aspecto Positivo	Integridad funcional y estructural		Actividades y participación		Facilitadores	No aplica
	Funcionamiento					
Aspecto Negativo	Deficiencia		Limitación en la actividad Restricción en la participación		Barreras y Obstáculos	No aplica
	Discapacidad					

Tabla 58A. Visión del conjunto de la CIF.²⁹⁴

²⁹³ Organización Mundial de la Salud. CIF. Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la salud. Madrid : Grafo S.A., 2001.p.15.

a. Funciones y Estructuras Corporales.

Funciones corporales: Son las funciones fisiológicas, (sistemas) y psicológicas.

Estructuras corporales: Partes anatómicas del cuerpo, como las extremidades, los órganos y sus componentes.

Deficiencias: Problemas en las funciones o estructuras corporales. (a) pérdida o ausencia. (b) reducción. (c) aumento o exceso. (d) desviación. Las deficiencias pueden ser temporales o permanentes; progresivas o estáticas; intermitentes o continuas. Las causas de estas deficiencias no están contempladas en la clasificación, sino que expresan el estado de salud, sin considerar enferma a la persona o trastornada.

b. Actividades y Participación.

Actividad: Realización de una tarea o acción por un individuo.

Participación: acto de inclusión social o involucramiento en una situación vital.

Limitaciones: Dificultades en el desempeño de una actividad.

Restricciones: Problemas experimentados al involucrarse en una actividad.

c. Factores ambientales.

Individual: Contexto/entorno inmediato: el hogar, el lugar de trabajo, la escuela. Contacto con la materia tangible con la que debe enfrentarse, con las personas allegadas, cercanas y desconocidos.

Social: Estructuras sociales formales e informales, servicios públicos, institutos relacionados, legislación, actitudes culturales, productos.

d. Factores personales.

Constituyen los rasgos de la personalidad del individuo, características que no forman parte de su condición de salud: sexo, raza, edad, forma física, estilo de vida, nivel social, hábitos, adaptabilidad, educación, profesión, experiencia de vida, comportamiento.

²⁹⁴ *Ibíd.*, p. 12 y 234. Tabla modificada por el autor.

NOMENCLATURA BÁSICA DE LA CIF

Los niveles de la CIF se atribuyen al grado de exactitud de la versión, condensada o completa. La versión condensada tiene tres niveles, y es usada para historias clínicas o cuestionarios. La versión completa es para servicios especializados y llega hasta el cuarto nivel.²⁹⁵

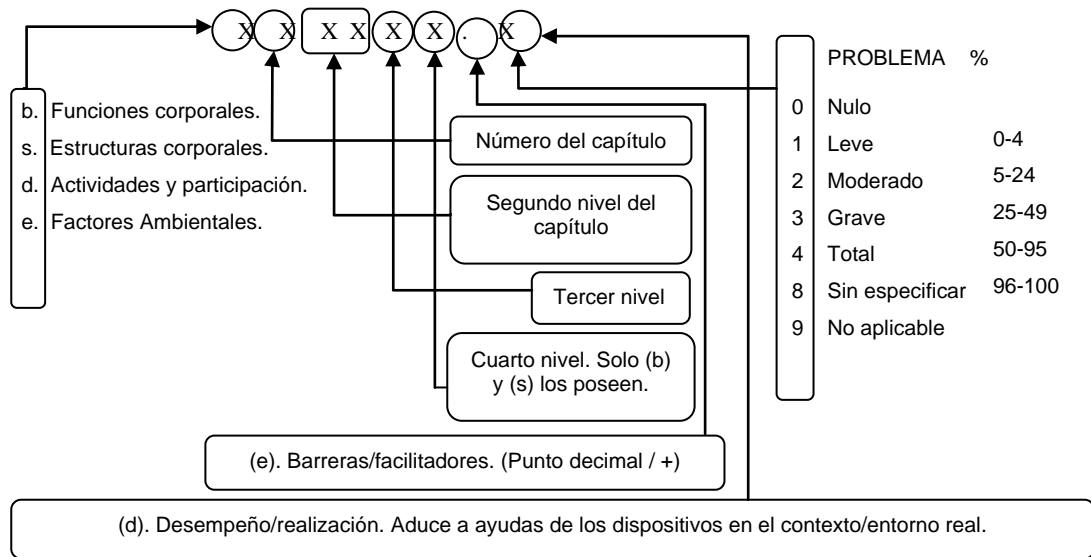


Figura 18A. Sistema alfanumérico de codificación CIF.

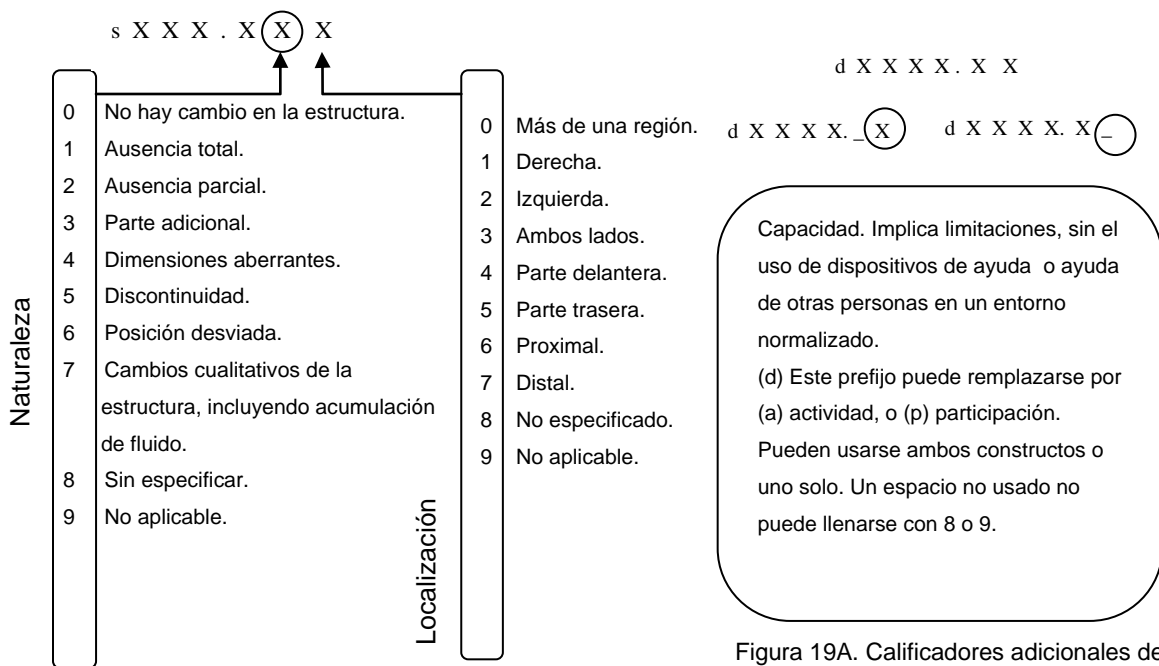


Figura 19A. Calificadores adicionales del CIF.

²⁹⁵ Se puede utilizar un navegador virtual par la codificación. <http://www.who.int/classification/icf>.

TERMINOLOGÍA BÁSICA DE LA CIF

- *Bienestar.* Engloba todo el universo de dominios de la vida humana, aspectos físicos mentales, y sociales, que aportan a la “buena vida”. Los dominios se dividen en los relacionados con la salud, como ver, hablar, recordar, etc; y los dominios no relacionados, como la educación, el trabajo, el ambiente, etc.
- *Estado de salud y dominio de salud.* El estado de salud es el nivel de funcionamiento dentro de un determinado dominio de salud, áreas de la vida consideradas o relacionadas dentro del concepto “salud” en la CIF.
- *Condición de salud.* Incluye enfermedad (aguda o crónica), trastorno y lesión. Incluye también otras condiciones como embarazo, vejez, estrés, anomalías congénitas o predisposiciones genéticas. Código CIE-10.
- *Funcionamiento.* Incluye las funciones corporales, estructuras corporales, actividades y participación. Indica los aspectos positivos de la condición de salud de la persona y su contexto.
- *Discapacidad.* Incluye déficits, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos entre la condición de salud de la personas y su contexto. En la CIF, este término engloba a la minusvalía.
- *Facilitadores.* Aquellos factores en el entorno que, estando presentes, mejoran el funcionamiento y reducen la discapacidad. Se incluyen aspectos como la ayuda de terceras personas, ambientes físicos accesibles, asistencia tecnológica, actitudes positivas, servicios, instituciones y políticas que aumenten la participación de las personas con una condición determinada de salud. La ausencia de un aspecto como la discriminación es un facilitador.
- *Barreras.* Son los factores del entorno, que al estar presentes o ausentes, limitan o dificultan el funcionamiento y generan discapacidad.
- *Capacidad.* Es un “constructo” que califica el máximo nivel posible de funcionamiento que puede alcanzar una persona en un momento dado, en los dominios de actividad y participación, dentro de un entorno normalizado.
- *Desempeño/Realización.* Es un constructo que describe lo que las personas hacen en su ambiente/entorno real, por ende a su participación.

	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra											
			D S	D C	Ca N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Funciones Corporales	b110	Funciones de la conciencia.															
	b114	Funciones de orientación.															
	b117	Funciones intelectuales.															
	b126	Funciones del temperamento y la personalidad.															
	b1304	Control de impulsos.															
	b140	Funciones de la atención															
	b144	Funciones de la memoria.															
	b1470	Control psicomotor. Movimientos y habla.								.2							
	b156	Funciones mentales específicas relacionadas con el reconocimiento y la interpretación de estímulos sensoriales.															
	b1565	Percepción visoespacial. Distinción visual de la posición relativa de los objetos en el entorno o en relación con uno mismo.					.2	.2									
	b160	Funciones del pensamiento. Generación y divagación de ideas.															
	b164	Funciones cognitivas superiores. Reflexión y abstracción.															
	b16700	Recepción del lenguaje oral.															
	b16701	Recepción del lenguaje escrito.															
	b176	Funciones mentales relacionadas con la secuencia de movimientos complejos para un propósito. Deficiencia: Apraxia ideomotora.								.3							
	b1801	Imagen corporal. Conciencia sobre el propio cuerpo o sus partes. Sensaciones de miembro fantasma.					.1	.1	.1					.1	.1		
	b21002	Agudeza visual binocular a corta distancia.					.2	.2									
	b21003	Agudeza visual monocular a corta distancia. Uso alternativo del ojo izquierdo y el derecho.					.0	.0									
	b2101	Funciones del campo de visión. Funciones de la vista relacionadas con toda el área que puede ser vista fijando la mirada.					.2	.2									
	b2102	Calidad de la visión. Implica sensibilidad a la luz, visión en color, sensibilidad al contraste y calidad de la imagen visual.															

Tabla 59A. Códigos CIF relevantes de las Funciones Corporales 1. (DS) Discapacidad Sesgada. (DC) Discapacidad Cobijada en el sistema. (CaN) Capacidad necesaria del individuo para la interacción. Estas categorías no son excluyentes. Una función puede estar cobijada en las tres, dependiendo de la gravedad por la que se le sesgue.

Funciones Corporales	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra										
			DS	DC	CaN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			b230	Funciones auditivas. Relacionadas con la detección de los sonidos, la discriminación y la localización de la fuente.												
b235	Función vestibular. Funciones sensoriales del oído interno relacionadas con la posición, el equilibrio y el movimiento.															
b260	Función propioceptiva. Funciones sensoriales relacionadas con sentir la posición relativa de las partes del cuerpo.															
b2700	Sensibilidad a la temperatura.															
b2701	Sensibilidad a la vibración. Sentir temblores u oscilaciones.															
b2702	Sensibilidad a la presión. Funciones sensoriales relacionadas con sentir presión contra o sobre la piel.															
b280	Sensación de dolor. Sensación permanente y desagradable que indica un daño potencial o real de alguna estructura corporal.															
b28016	Dolor en las articulaciones.								.3							
b310	Funciones de la voz. Calidad, tono, velocidad, melodía, fluidez del habla.							.3								
b5100	Succión. Acto de sorber con la fuerza de aspiración producida por el movimiento de las mejillas, los labios y la lengua.															
b5350	Sensación de náusea. Ganas de vomitar por estímulo externo.															
b7101	Movilidad de varias articulaciones. Amplitud y suavidad de movimiento. Incluye las articulaciones del hombro, codo, muñeca, manos y pies. Deficiencias tales como hipermovilidad articular, rigidez articular, hombro "congelado" y artritis.								.4	.3	.3					
b7151	Estabilidad en varias articulaciones. Mantenimiento de la integridad estructural de las articulaciones. Deficiencias como articulación de hombro inestable, dislocación de una articulación o de hombro.															
b7200	Movilidad de la escápula. Amplitud y suavidad de movimiento.															
b7202	Movilidad de los huesos carpianos. Amplitud y suavidad de movimiento							.3	.2	.3						
b7203	Movilidad de los huesos tarsianos. Amplitud y suavidad de movimiento.											.4				
b7300	Fuerza de músculos aislados o de grupos de músculos. Debilidad de pequeños músculos de pies, manos, o algún músculo particular.								.3							

Tabla 60A. Códigos CIF relevantes de las Funciones Corporales 2. (DS) Discapacidad Sesgada. (DC) Discapacidad Cobijada en el sistema. (CaN) Capacidad necesaria del individuo para la interacción. Estas categorías no son excluyentes. Una función puede estar cobijada en las tres, dependiendo de la gravedad por la que se le sesgue.

	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra												
			D S	D C	CaN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Funciones Corporales	b7301	Fuerza de los músculos de una extremidad. Fuerza generada por una pierna o un brazo. Hemiparesia y hemiplejía.																
	b7303	Fuerza de los músculos de la mitad inferior del cuerpo. Paraparesia o paraplejía.									.4							
	b7304	Fuerza de los músculos de todas las extremidades. Tetraparesia o tetraplejía.									.3							
	b7350	Tono de músculos aislados y grupos. Tensión muscular cuando están en reposo y la resistencia que ofrecen al intentar moverlos pasivamente.																
	b7354	Tono muscular de todas las extremidades.																
	b7356	Tono de todos los músculos del cuerpo. Distonías generalizadas, enfermedad de Parkinson, paresia y parálisis general.																
	b7371	Tono de los músculos de una extremidad. Tensión presente en los músculos de un brazo o una pierna. Monoparesia o monoplejía.																
	b7401	Resistencia de grupos de músculos. Funciones relacionadas con el mantenimiento de la contracción de grupos de músculos aislados durante un tiempo. Monoparesia, monoplejía, Hemiparesia, hemiplejía, paraparesia, paraplejía.																
	b7402	Resistencia de todos los músculos del cuerpo. Mantenimiento de la contracción. Tetraparesia, tetraplejía, paresia o parálisis general.																
	b750	Funciones relacionadas con los reflejos motores. Contracción involuntaria de los músculos, inducida por estímulos específicos.																
	b755	Funciones relacionadas con los reflejos de movimiento involuntario. Contracciones involuntarias de los músculos grandes o de todo el cuerpo, inducidas por la posición del cuerpo, el equilibrio, y los estímulos amenazadores. Incluye reacciones posturales, de enderezamiento, de apoyo, y defensivas.																
	b760	Funciones relacionadas con el control de movimientos voluntarios y la coordinación de los mismos. Deficiencia: Disdiadococinesia.								.4								
	b7600	Control de movimientos voluntarios simples.							.3									
	b7601	Control de movimientos voluntarios complejos.							.4									

Tabla 61A. Códigos CIF relevantes de las Funciones Corporales 3. (DS) Discapacidad Sesgada. (DC) Discapacidad Cobijada en el sistema. (CaN) Capacidad necesaria del individuo para la interacción. Estas categorías no son excluyentes. Una función puede estar cobijada en las tres, dependiendo de la gravedad por la que se le sesgue.

	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra												
			DS	DC	CaN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Funciones Corporales	b7602	Coordinación de movimientos voluntarios. Coordinación de movimientos simples o complejos de forma secuencial. Coordinación derecha, izquierda, dirección visual de los movimientos. Disdiadocinesia.																
	b7603	Funciones de apoyo del brazo o la pierna. Control o coordinación de los movimientos voluntarios, situando el peso sobre los brazos o piernas.																
	b7650	Contracciones involuntarias de los músculos, sin intención ni propósito final, o con algo de propósito final de un músculo o grupo de músculos. Movimientos coreicos y atetósicos.							.4									
	b7652	Tics y manierismos. Contracción repetitiva e involuntaria con algo de propósito final. Bruxismo, que produce dolor en la articulación tempomandibular.																
	b7800	Sensación de rigidez muscular.									.2							
	b7801	Sensación de espasmo muscular. Contracción involuntaria de un músculo o grupo de músculos. Contractura y pesadez muscular.																
Estructuras Corporales	s220	Estructura del globo ocular.				.411	.411											
	s2303	Músculos oculares externos.				.271	.371											
	s320	Estructura de la boca.																
	s3200	Dientes.																
	s3201	Encías.																
	s710	Estructura de la cabeza y de la región del cuello.																
	s750	Estructura de la extremidad inferior.									.4							
	s760	Estructura del tronco. Huesos, músculos, fascias, articulaciones y ligamentos de la columna vertebral y el tronco.																
	s720	Estructura de la región del hombro.										.413						
	s730	Estructura de la extremidad superior. Huesos, músculos, fascias, articulaciones y ligamentos del brazo y el codo.				.1	.1	.273	.3	.4	.1	.413	.273	.273	.443			
	s7301	Estructura del antebrazo. Huesos, músculos, fascias, articulaciones y ligamentos.				.323	.323	.323				.413	.323	.323	.443			
	s7302	Estructura de la mano. Huesos, músculos, fascias, articulaciones y ligamentos de la muñeca, la mano y los dedos.				.413	.413	.413	.30	.463	.4	.413	.413	.413	.443			

Tabla 62A. Códigos CIF relevantes de las Funciones Corporales y Estructuras Corporales. (DS) Discapacidad Sesgada. (DC) Discapacidad Cobijada en el sistema. (CaN) Capacidad necesaria del individuo para la interacción. Estas categorías no son excluyentes. Una función puede estar cobijada en las tres, dependiendo de la gravedad por la que se le sesgue.

	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra									
			DS	DC	CaN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			d110	Mirar. Apreciar estímulos visuales intencionalmente.				.1	.1						
d115	Escuchar. Usar intencionalmente el sentido del oído.														
d120	Otras experiencias sensoriales intencionadas. Tocar y sentir texturas, saborear y oler.														
d130	Copiar. Hacer mímica como un componente básico del aprendizaje.														
d135	Repetir. Repetir una secuencia de hechos o símbolos como un componente básico para el aprendizaje.														
d155	Adquisición de habilidades. Desarrollo de competencias simples o complejas de un conjunto de acciones o tareas nuevas. Manipulación de artefactos, seguir reglas y secuencias, coordinar los movimientos.														
d160	Centrar la atención. Concentración intencional hacia un estímulo.														
d163	Pensar. Formular y manipular ideas, conceptos e imágenes, para una intención o como divagación.														
d166	Leer. Actividades involucradas en la comprensión e interpretación de lenguaje escrito.														
d175	Resolver problemas. Encontrar soluciones a situaciones simples y complejas, identificando, analizando los aspectos pertinentes, y ejecutando el curso de acción escogido.														
d177	Tomar decisiones. Elegir una opción entre varias, llevar a cabo la elección y evaluar sus efectos.														
d210	Llevar a cabo una única tarea. Ejecutar acciones sencillas o complejas, coordinándolas física y mentalmente, organizando el tiempo y el espacio de la secuencia.														
d220	Llevar a cabo múltiples tareas. Acciones coordinadas sencillas o complejas que componen tareas múltiples, integradas y complejas, tanto secuencial como simultáneamente.														
d230	Llevar a cabo rutinas diarias. Acciones coordinadas simples o complejas para planear, dirigir y completar tareas durante el transcurso del día.				.1	.1	.1	.2	.1	.3	.2	.1	.2	.2	
d240	Manejo del estrés y otras demandas psicológicas. Tareas que exigen responsabilidades importantes y conllevan al estrés, distracciones o crisis emocionales.														

Tabla 63A. Códigos CIF relevantes de las Actividades y Participación 1. (DS) Discapacidad Sesgada. (DC) Discapacidad Cobijada en el sistema. (CaN) Capacidad necesaria del individuo para la interacción. Estas categorías no son excluyentes. Una función puede estar cobijada en las tres, dependiendo de la gravedad por la que se le sesgue.

Actividades y Participación	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra											
			DS	DC	CaN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
			d310	Comunicación-recepción de mensajes hablados. Comprender el significado de los mensajes.													
d315	Comunicación-recepción de mensajes no verbales. Gestos faciales y corporales, símbolos, iconos y signos, dibujos, diagramas y fotografías.																
d320	Comunicación-recepción de mensajes de signos convencionales.																
d325	Comunicación-recepción de mensajes escritos. Comprensión de significados literales.																
d330	Hablar. Producir lenguaje hablado con significado literal o implícito.								.2								
d350	Conversación. Iniciar, mantener y finalizar un intercambio de pensamientos e ideas, mediante lenguaje o formas no verbales.																
d355	Discusión. Iniciar, mantener y finalizar la evaluación de un problema, con argumentos a favor o en contra, con una o varias personas.																
d410	Cambiar las posturas posturales básicas. Adoptar o abandonar una postura, pasar de un lado a otro, acostarse, levantarse, arrodillarse, sentarse, inclinarse, ponerse de pie, en cuclillas, cambiar el centro de gravedad del cuerpo.										.4						
d4104	Ponerse de pie.										.4						
d415	Mantener la posición del cuerpo. Durante el tiempo necesario.								.2		.2						
d4154	Permanecer de pie. Durante el tiempo necesario, en superficies uniformes e inestables.										.4						
d4300	Levantar objetos. Levantar, bajar o llevar un objeto en las manos, hombros, cadera, cabeza o espalda.					.2	.2	.2	.3	.2	.3	.4	.2	.3	.3		
d4301	Llevar objetos en las manos.					.4	.4	.4	.4	.3	.3	.4	.4	.4	.3		
d4302	Llevar objetos con los brazos.					.2	.2	.2				.4	.2		.4		
d4304	Llevar objetos en los hombros, la cadera y la espalda.																
d4304	Llevar objetos con la cabeza.																
d4305	Posar objetos. Utilizar brazos, manos u otra parte del cuerpo para posar un objeto sobre una superficie o lugar.					.2	.2	.2	.3	.1	.3	.4	.2	.3	.3		
d435	Mover objetos con las extremidades inferiores. Realizar acciones coordinadas precisas para mover un objeto con las piernas o los pies.											.8					

Tabla 64A. Códigos CIF relevantes de las Actividades y Participación 2. (DS) Discapacidad Sesgada. (DC) Discapacidad Cobijada en el sistema. (CaN) Capacidad necesaria del individuo para la interacción. Estas categorías no son excluyentes. Una función puede estar cobijada en las tres, dependiendo de la gravedad por la que se le sesgue.

Actividades y Participación	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra									
			DS	DC	CaN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			d440	Uso fino de la mano. Acciones coordinadas para manejar, agarrar, recoger, manipular y soltar objetos, utilizando los dedos.								.4	.3	.4	
d445	Uso de la mano y el brazo. Uso para manipular o mover objetos.								.4	.2	.3				.4
d4450	Tirar/halar. Acercar un objeto hacia uno, o moverlo de un sitio a otro.				.3	.3	.3	.4	.2	.4	.4	.3	.3	.4	
d4452	Alcanzar. Estirarse para llegar a tocar o sujetar algo.				.3	.3	.3	.4	.2	.4	.4	.3	.3	.4	
d4454	Girar o torcer las manos o los brazos. Girar, torcer o doblar un objeto.				.3	.3	.3	.4	.3	.4	.4	.3	.4	.4	
d460	Desplazarse por distintos lugares. Andar o moverse por varios lugares y situaciones, dentro de la vivienda y otras estructuras exteriores.									.4					
d465	Desplazarse utilizando algún tipo de equipamiento. Moverse con elementos accesorios, incluye silla de ruedas.									.3					
d470	Utilización de medios de transporte. Desplazarse como pasajero en vehículos de todo tipo. Excluye conducción.									.4					
d5100	Lavar partes individuales del cuerpo. Aplicar agua, jabón y otros productos en manos, cara, pies, etc., con el fin de limpiarlas.				.3	.3	.3	.4	.2	.4	.4	.3	.4	.4	
d5102	Secarse. Usar una toalla u otro medio para secar alguna parte o todo el cuerpo, luego de lavarse.				.1	.1	.1	.1	.0	.1	.2	.1	.2	.2	
d5201	Cuidado de los dientes. Cuidado de la higiene dental, como cepillarse los dientes, utilizar seda/hilo dental, ocuparse del cuidado de prótesis y órtesis dentales.				.3	.3	.3	.4	.2	.4	.4	.3	.4	.4	
d560	Beber. Sujetar el vaso, llevarlo a la boca y beber de manera adecuada. Abrir botellas o latas, beber a través de un pitillo o beber agua corriente de un grifo o fuente.				.2	.2	.2	.4	.1	.4	.4	.2	.3	.3	
d570	Cuidado de la propia salud.														
d730	Relacionarse con extraños. Establecer contactos y vínculos temporales con desconocidos con propósitos específicos.														
d870	Autosuficiencia económica. Control sobre los recursos económicos.														
d940	Derechos humanos. Derechos reconocidos nacional e internacionalmente por ser persona y existir.														

Tabla 65A. Códigos CIF relevantes de las Actividades y Participación 3. (DS) Discapacidad Sesgada. (DC) Discapacidad Cobijada en el sistema. (CaN) Capacidad necesaria del individuo para la interacción. Estas categorías no son excluyentes. Una función puede estar cobijada en las tres, dependiendo de la gravedad por la que se le sesgue.

Factores Ambientales	Código	Descripción	Usuarios Potenciales			Muestra									
			Negativo	Neutral	Positivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			e1108	Productos o sustancias para el consumo personal, otros especificados, como productos agotados involucrados con el evento dental.				.2	.2	.2	.3	.1	.4	.4	.2
e1158	Productos y tecnología de ayuda para uso personal de la vida diaria. Equipamientos, productos y tecnologías adaptados o diseñados específicamente para mejorar el funcionamiento de las personas con discapacidad.				+2			+3		+4			+3		
e120	Productos y tecnología para la movilidad y el transporte personal en espacios cerrados y abiertos.									+4					
e240	Luz. Radiación que hace visibles las cosas. Calidad e intensidad de la luz. Contraste de color.														
e250	Sonido. Fenómeno escuchado que aporta información respecto al mundo. Intensidad y calidad del sonido.														
e255	Vibración. Movimiento regular o irregular causados por maquinarias.														
e2600	Cualidad del aire en espacios cerrados. Naturaleza del aire controlada, determinada por el cualquier olor, humo, humedad, aire acondicionado, o no controlada, que contribuye a dar información o distraernos.														
e310	Familiares cercanos. Individuos emparentados por cualquier relación reconocida por la cultura como familia cercana.				+2	+2	+2	+3	+1	+3	+2	+2	+2	+2	
e315	Otros familiares. Individuos emparentados con lazos familiares, como tíos, nietos y sobrinos.				+2						+2				
e325	Amigos. Individuos que son cercanos y brindan su apoyo y confianza.										+1		.2		
e340	Cuidadores y personal de ayuda.														
e355	Profesionales de la salud.														
e360	Otros profesionales. Proveedores de servicios no sanitarios, pero que proporcionan servicios relacionados con la salud.														
e570	Servicios, sistemas y políticas de seguridad social. Destinados a proporcionar ayudas económicas a personas vulnerables.				.2										
e575	Servicios, sistemas y políticas de apoyo social general.														
e580	Servicios, sistemas y políticas sanitarias.														
e585	Servicios, sistemas y políticas de educación y formación.					+1	+2				+3			+3	

Tabla 66A. Códigos CIF relevantes de los Factores Ambientales.

ANEXO 7. CIE-10. Clasificación internacional de enfermedades.

Sistema de categorías a las que se asignan entidades morbosas²⁹⁶ de conformidad con criterios establecidos. El propósito de la CIE es permitir el registro sistemático, el análisis, la interpretación y la comparación de los datos de mortalidad y morbilidad recolectados en diferentes áreas y épocas. En la práctica, la CIE se ha convertido en una clasificación diagnóstica estándar internacional para todos los propósitos epidemiológicos generales y muchos otros de administración de salud, relacionados con las características, la incidencia, la prevalencia y las circunstancias de la enfermedad.

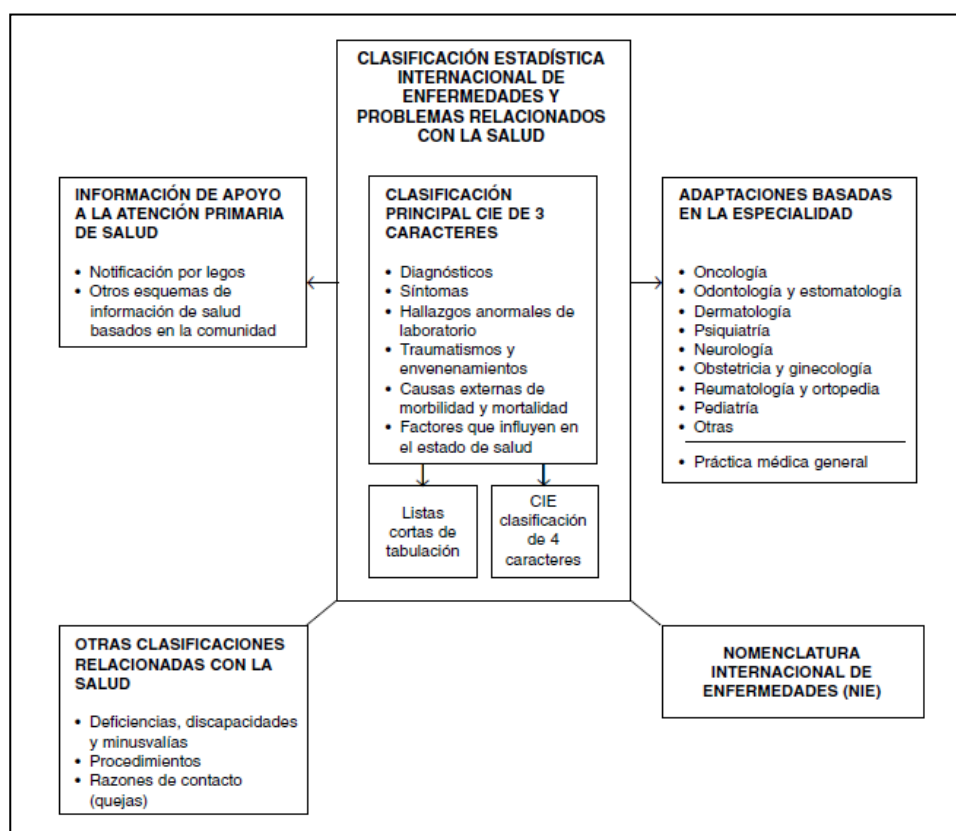


Figura 20A. Familia de clasificaciones de enfermedades y problemas relacionados con la salud.

²⁹⁶ www.rae.com. Proceso Morboso: De la enfermedad o relativo a ella.

La codificación tiene como propósito la identificación etiológica práctica. La “parte central”, es decir, el núcleo de la Clasificación Internacional de Enfermedades, está constituido por los códigos de tres caracteres. Las categorías de cuatro caracteres, aunque no son obligatorias para la información internacional, se recomiendan para especificar la situación diagnóstica. Ambos grupos codificados presentan listas de tabulación del primer grupo, mediante datos resumidos o expandidos.

El segundo grupo de clasificaciones cubre aspectos relacionados con problemas de salud, que no son generalmente diagnósticos formales o afecciones existentes. Este incluye clasificaciones de discapacidades, de procedimientos médicos y quirúrgicos, y de razones para el contacto con los proveedores de servicios de salud.

ESTRUCTURA BÁSICA

La décima revisión utiliza un código alfanumérico con una letra en la primera posición y un número en la segunda, tercera y cuarta posiciones. El cuarto carácter sigue a un punto decimal. Los códigos posibles, por lo tanto, van de A00.0 a Z99.9. La letra U no se utiliza. La CIE-10 se clasifica en:

- Enfermedades epidémicas.
- Enfermedades constitucionales o generales.
- Enfermedades localizadas ordenadas por sitios.
- Enfermedades del desarrollo.
- Traumatismos.

La clasificación está dividida en 21 capítulos. Cada capítulo contiene suficientes categorías de tres caracteres para cubrir sus necesidades; no se han usado todos los códigos posibles, para permitir una futura revisión y expansión. Los capítulos se agrupan por bloques o grupos homogéneos.

La categoría de tres caracteres corresponden en general, a afecciones frecuentes, graves o vulnerables, de carácter único. La cuarta categoría se estipula en la mayoría de los capítulos; de no ser así, puede usarse el carácter .8, para “otras afecciones relacionadas” pero sin clasificar, o .9, para dar a conocer que no se requiere de información adicional.

ENFERMEDADES QUE COMPROMETEN LA MOVILIDAD DE LOS MIEMBROS SUPERIORES

La escogencia de los caracteres se realizó bajo la asesoría y supervisión del Doctor Orlando Robayo Cáceres, Médico general egresado de la Universidad Industrial de Santander. Las siguientes enfermedades clasificadas no siempre indicarán que su presencia en el paciente va directamente implicada con la deficiencia de los miembros superiores; cabe aclarar que son potenciales enfermedades que pueden desencadenar en dicha deficiencia.

ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS

ENFERMEDADES INFECCIOSAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL PRODUCIDAS POR VIRUS	
A80	Poliomelitis aguda [poliomelitis infantil espinal]
A80.0	Poliomelitis paralítica aguda asociada a una vacuna
A80.1	Poliomelitis paralítica aguda debida a un virus salvaje importado
A80.2	Poliomelitis paralítica aguda debida a un virus salvaje autóctono
A80.3	Poliomelitis paralítica aguda NCOP
A80.9	Poliomelitis aguda sin especificar
A81	Infecciones atípicas por virus del sistema nervioso central
A81.0	Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob
A81.1	Panencefalitis esclerosante subaguda (encefalitis de van Bogaert)
A81.2	Leucoencefalopatía progresiva multifocal
A81.8	Otras infecciones víricas atípicas del sistema nervioso central
A81.9	Otras infecciones víricas atípicas del sistema nervioso central sin especificar
A83	Encefalitis víricas transmitidas por la picadura de mosquitos
A83.0	Encefalitis Japonesa
A83.1	Encefalitis equina del este
A83.2	Encefalitis equina del oeste
A83.3	Encefalitis de St.-Louis
A83.4	Encefalitis australiana
A83.5	Encefalitis de California
A83.6	Encefalitis por virus de Rocío
A83.8	Otras encefalitis víricas producidas por picaduras de mosquito
A83.9	Encefalitis víricas transmitidas por mosquitos sin especificar
A84	Encefalitis víricas transmitidas por picaduras de garrapatas
A84.0	Encefalitis rusa primaveroestival
A84.1	Encefalitis de Europa central
A84.8	Otras encefalitis transmitidas por picaduras de garrapata
A84.9	Otras encefalitis transmitidas por picaduras de garrapata sin especificar
A85	Otras encefalitis víricas no clasificadas en otra parte
A85.0	Encefalitis por Enterovirus
A85.1	Encefalitis por Adenovirus
A85.2	Encefalitis transmitidas por picaduras de artrópodos sin especificar
A85.8	Otras encefalitis sin especificar
A86	Encefalitis vírica sin especificar

A87	Meningitis vírica
A87.0	Meningitis por Enterovirus
A87.1	Meningitis por Adenovirus
A87.2	Coriomeningitis linfocítica
A87.8	Otras meningitis víricas
A87.9	Meningitis víricas sin especificar
A88	Otras infecciones víricas del sistema nervioso central no clasificadas en otra parte
A88.0	Fiebre y exantema por enterovirus [Exantema de Boston]
A88.1	Enfermedad epidémica
A88.8	Otras infecciones víricas del sistema nervioso central
A89	Infecciones víricas del sistema nervioso central sin especificar

NEOPLASMAS

TUMORES MALIGNOS DE LOS HUESOS Y CARTÍLAGOS	
C40	Tumor maligno de los huesos y de los cartílagos articulares de los miembros
C40.0	Tumor maligno del omóplato y de los huesos largos del miembro superior
C40.1	Tumor maligno de los huesos cortos del miembro superior
C40.8	Lesión de sitios contiguos de los huesos y de los cartílagos articulares de los miembros
C40.9	Tumor maligno de los huesos y de los cartílagos articulares de los miembros, sin otra especificación
C41	Tumor maligno de los huesos y de los cartílagos articulares, de otros sitios y de sitios no especificados
C41.0	especificados
C41.3	Tumor maligno de la columna vertebral
C41.8	Tumor maligno de la costilla, esternón y clavícula
C41.9	Lesión de sitios contiguos del hueso y del cartílago articular Tumor maligno del hueso y del cartílago articular, no especificado

TUMORES MALIGNOS DE LA PIEL Y DE LOS TEJIDOS BLANDOS	
C43	Melanoma maligno de la piel
C43.5	Melanoma maligno del tronco
C43.6	Melanoma maligno del miembro superior, incluido el hombro
C43.8	Melanoma maligno de sitios contiguos de la piel
C43.9	Melanoma maligno de piel, sitio no especificado
C44	Otros tumores malignos de la piel
C44.5	Tumor maligno de la piel del tronco
C44.6	Tumor maligno de la piel del miembro superior, incluido el hombro
C44.8	Lesión de sitios contiguos de la piel
C44.9	Tumor maligno de la piel, sitio no especificado
C46	Sarcoma de Kaposi
C46.0	Sarcoma de Kaposi de la piel
C46.1	Sarcoma de Kaposi del tejido blando
C46.7	Sarcoma de Kaposi de otros sitios especificados
C46.8	Sarcoma de Kaposi de múltiples órganos
C46.9	Sarcoma de Kaposi, de sitio no especificado
C47	Tumor maligno de los nervios periféricos y del sistema nervioso autónomo
C47.1	Tumor maligno de los nervios periféricos del miembro superior, incluido el hombro
C47.3	Tumor maligno de los nervios periféricos del tórax
C47.6	Tumor maligno de los nervios periféricos del tronco, sin otra especificación
C47.8	Lesión de sitios contiguos de los nervios periféricos y del sistema nervioso autónomo
C47.9	Tumor maligno de los nervios periféricos y del sistema nervioso autónomo, parte no especificada

C49	Tumor maligno de otros tejidos conjuntivos y de tejidos blandos
C49.1	Tumor maligno del tejido conjuntivo y tejido blando del miembro superior, incluido el hombro
C49.3	Tumor maligno del tejido conjuntivo y tejido blando del tórax
C49.6	Tumor maligno del tejido conjuntivo y tejido blando del tronco, sin otra especificación
C49.8	Lesión de sitios contiguos del tejido conjuntivo y del tejido blando
C49.9	Tumor maligno del tejido conjuntivo y tejido blando, de sitio no especificado

D03	Melanoma in situ
D03.5	Melanoma in situ del tronco
D03.6	Melanoma in situ del miembro superior, incluido el hombro
D03.8	Melanoma in situ de otros sitios
D03.9	Melanoma in situ, sitio no especificado
D04	Carcinoma in situ de la piel
D04.6	Carcinoma in situ de la piel del miembro superior, incluido el hombro
D04.8	Carcinoma in situ de la piel de otros sitios especificados
D04.9	Carcinoma in situ de la piel, sitio no especificado

ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO

ENFERMEDADES ATROFICAS	
G10	Enfermedad de Huntington
G11	Ataxia hereditaria
G11.0	Ataxia congénita no progresiva
G11.1	Ataxia cerebelosa de iniciación temprana
G11.2	Ataxia cerebelosa de iniciación tardía
G11.3	Ataxia cerebelosa con reparación defectuosa del ADN
G11.4	Paraplejía espástica hereditaria
G11.8	Otras ataxias hereditarias
G11.9	Ataxia hereditaria, no especificada
G12	Atrofia muscular espinal y síndromes afines
G12.0	Atrofia muscular espinal infantil, tipo I [Werdnig-Hoffman]
G12.1	Otras atrofas musculares espinales hereditarias
G12.2	Enfermedades de las neuronas motoras
G12.8	Otras atrofas musculares espinales y síndromes afines
G12.9	Atrofia muscular espinal, sin otra especificación
G13	Atrofas sistémicas que afectan primariamente el sistema nervioso central en enfermedades clasificadas en otra parte
G13.0	Neuromiopatía y neuropatía paraneoplásica
G13.1	Otras atrofas sistémicas que afectan el sistema nervioso central en enfermedad neoplásica
G13.2	Atrofia sistémica que afecta primariamente el sistema nervioso central en el mixedema (E00.1+, E03.-+)
G13.8	Atrofia sistémica que afecta primariamente el sistema nervioso central en otras enfermedades clasificadas en otra parte

SINDROMES EXTRAPIRAMIDALES	
G20	Enfermedad de Parkinson
G21	Parkinsonismo secundario
G21.0	Síndrome neuroléptico maligno
G21.2	Parkinsonismo secundario debido a otros agentes externos
G21.3	Parkinsonismo postencefalítico

G21.8	Otros tipos de parkinsonismo secundario
G21.9	Parkinsonismo secundario, no especificado
G22	Parkinsonismo en enfermedades clasificadas en otra parte
G23	Otras enfermedades degenerativas de los núcleos de la base
G23.0	Enfermedad de Hallervorden-Spatz
G23.2	Degeneración nigroestriada
G23.8	Otras enfermedades degenerativas específicas de los núcleos de la base
G23.9	Enfermedad degenerativa de los núcleos de la base, no especificada
G24	Distonía
G24.1	Distonía idiopática familiar
G24.2	Distonía idiopática no familiar
G24.8	Otras distonías
G24.9	Distonía, no especificada
G25	Otros trastornos extrapiramidales y del movimiento
G25.0	Temblores esenciales
G25.2	Otras formas especificadas de temblor
G25.3	Mioclónia
G25.5	Otras coreas
G25.8	Otros trastornos extrapiramidales y del movimiento
G25.9	Trastorno extrapiramidal y del movimiento, no especificado
G26	Trastornos extrapiramidales y del movimiento en enfermedades clasificadas en otra parte

ENFERMEDADES AGUDAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL	
G00	Meningitis bacteriana, no clasificada en otra parte
G00.0	Meningitis por hemófilos
G00.1	Meningitis neumocócica
G00.2	Meningitis estreptocócica
G00.3	Meningitis estafilocócica
G00.8	Otras meningitis bacterianas
G00.9	Meningitis bacteriana, no especificada
G01	Meningitis en enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte
G02	Meningitis en otras enfermedades infecciosas y parasitarias clasificadas en otra parte
G02.0	Meningitis en enfermedades virales clasificadas en otra parte
G02.1	Meningitis en micosis
G02.8	Meningitis en otras enfermedades infecciosas y parasitarias especificadas clasificadas en otra parte
G03	Meningitis debida a otras causas y a las no especificadas
G03.0	Meningitis apiógena
G03.1	Meningitis crónica
G03.2	Meningitis recurrente benigna [Mollaret]
G03.8	Meningitis debidas a otras causas especificadas
G03.9	Meningitis, no especificada
G04	Encefalitis, mielitis y encefalomiелitis
G04.0	Encefalitis aguda diseminada
G04.1	Paraplejía espástica tropical
G04.2	Meningoencefalitis y meningomiелitis bacterianas, no clasificadas en otra parte
G04.8	Otras encefalitis, mielitis y encefalomiелitis
G04.9	Encefalitis, mielitis y encefalomiелitis, no especificadas
G05	Encefalitis, mielitis y encefalomiелitis en enfermedades clasificadas en otra parte
G05.0	Encefalitis, mielitis y encefalomiелitis en enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte
G05.1	Encefalitis, mielitis y encefalomiелitis en enfermedades virales clasificadas en otra parte
G05.2	Encefalitis, mielitis y encefalomiелitis en otras enfermedades infecciosas y parasitarias

G05.8	clasificadas en otra parte Encefalitis, mielitis y encefalomiелitis en enfermedades clasificadas en otra parte
G06	Absceso y granuloma intracraneal e intrarraquídeo
G06.0	Absceso y granuloma intracraneal
G06.1	Absceso y granuloma intrarraquídeo
G06.2	Absceso extradural y subdural, no especificado
G07	Absceso y granuloma intracraneal e intrarraquídeo en enfermedades clasificadas en otra parte
G08	Flebitis y tromboflebitis intracraneal e intrarraquídea
G09	Secuelas de enfermedades inflamatorias del sistema nervioso central

ENFERMEDADES DESMIELINIZANTES	
G35	Esclerosis múltiple
G36	Otras desmielinizaciones diseminadas agudas
G36.1	Leucoencefalitis hemorrágica aguda y subaguda [Hurst]
G36.8	Otras desmielinizaciones agudas diseminadas especificadas
G36.9	Desmielinización diseminada aguda, sin otra especificación
G37	Otras enfermedades desmielinizantes del sistema nervioso central
G37.0	Esclerosis difusa
G37.1	Desmielinización central del cuerpo caloso
G37.2	Mielinólisis central pontina
G37.3	Mielitis transversa aguda en enfermedad desmielinizante del sistema nervioso central
G37.4	Mielitis necrotizante subaguda
G37.5	Esclerosis concéntrica [Baló]
G37.8	Otras enfermedades desmielinizantes del sistema nervioso central, especificadas
G37.9	Enfermedad desmielinizante del sistema nervioso central, no especificada

TRASTORNOS LOCALIZADOS DE LOS NERVIOS	
G54	Trastornos de las raíces y de los plexos nerviosos
G54.0	Trastornos del plexo braquial
G54.1	Trastornos del plexo lumbosacro
G54.2	Trastornos de la raíz cervical, no clasificados en otra parte
G54.3	Trastornos de la raíz torácica, no clasificados en otra parte
G54.4	Trastornos de la raíz lumbosacra, no clasificados en otra parte
G54.5	Amiotrofia neurálgica
G54.6	Síndrome del miembro fantasma con dolor
G54.7	Síndrome del miembro fantasma sin dolor
G54.8	Otros trastornos de las raíces y plexos nerviosos
G54.9	Trastorno de la raíz y plexos nerviosos, no especificado
G56	Mononeuropatías del miembro superior
G56.0	Síndrome del túnel carpiano
G56.1	Otras lesiones del nervio mediano
G56.2	Lesión del nervio cubital
G56.3	Lesión del nervio radial
G56.4	Causalgia
G56.8	Otras mononeuropatías del miembro superior
G56.9	Mononeuropatía del miembro superior, sin otra especificación

TRASTORNOS NEUROMUSCULARES	
G70	Miastenia gravis y otros trastornos neuromusculares
G70.0	Miastenia gravis
G70.1	Trastornos tóxicos neuromusculares
G70.2	Miastenia congénita o del desarrollo
G70.8	Otros trastornos neuromusculares especificados
G70.9	Trastorno neuromuscular, no especificado
G71	Trastornos musculares primarios
G71.0	Distrofia muscular
G71.1	Trastornos miotónicos
G71.2	Miopatías congénitas
G71.3	Miopatía mitocondrial, no clasificada en otra parte
G71.8	Otros trastornos primarios de los músculos
G71.9	Trastorno primario del músculo, tipo no especificado
G72	Otras miopatías
G72.3	Parálisis periódica
G72.4	Miopatía inflamatoria, no clasificada en otra parte
G72.8	Otras miopatías especificadas
G72.9	Miopatía, no especificada
G73	Trastornos del músculo y de la unión neuromuscular en enfermedades clasificadas en otra parte
G73.0	Síndromes miasténicos en enfermedades endocrinas
G73.1	Síndrome de Eaton-Lambert (C80+)
G73.2	Síndrome de Eaton-Lambert (C80+)
G73.3	Otros síndromes miasténicos en enfermedad neoplásica (C00-D48+)
G73.4	Síndromes miasténicos en otras enfermedades clasificadas en otra parte
G73.5	Miopatía en enfermedades infecciosas y parasitarias clasificadas en otra parte
G73.6	Miopatía en enfermedades endocrinas
G73.7	Miopatía en enfermedades metabólicas
G73.7	Miopatía en otras enfermedades clasificadas en otra parte

PARALISIS CEREBRAL	
G80	Parálisis cerebral infantil
G80.0	Parálisis cerebral espástica
G80.1	Diplejía espástica
G80.2	Hemiplejía infantil
G80.3	Parálisis cerebral discinética
G80.4	Parálisis cerebral atáxica
G80.8	Otros tipos de parálisis cerebral infantil
G80.9	Parálisis cerebral infantil, sin otra especificación
G81	Hemiplejía
G81.0	Hemiplejía flácida
G81.1	Hemiplejía espástica
G81.9	Hemiplejía, no especificada
G82	Paraplejía y cuadriplejía
G82.0	Paraplejía flácida
G82.1	Paraplejía espástica
G82.2	Paraplejía, no especificada
G82.3	Cuadriplejía flácida
G82.4	Cuadriplejía espástica
G82.5	Cuadriplejía, no especificada

G83	Otros síndromes paralíticos
G83.0	Diplejía de los miembros superiores
G83.2	Monoplejía de miembro superior
G83.3	Monoplejía, no especificada
G83.4	Síndrome de la cola de caballo
G83.8	Otros síndromes paralíticos especificados
G83.9	Síndrome paralítico, no especificado

NEUROPATIAS Y POLINEUROPATIAS

G60	Neuropatía hereditaria e idiopática
G60.0	Neuropatía hereditaria motora y sensorial
G60.1	Enfermedad de Refsum
G60.2	Neuropatía asociada con ataxia hereditaria
G60.3	Neuropatía progresiva idiopática
G60.8	Otras neuropatías hereditarias e idiopáticas
G60.9	Neuropatía hereditaria e idiopática, sin otra especificación
G61	Polineuropatía inflamatoria
G61.0	Síndrome de Guillain-Barré
G61.1	Neuropatía al suero
G61.8	Otras polineuropatías inflamatorias
G61.9	Polineuropatía inflamatoria, no especificada
G62	Otras polineuropatías
G62.1	Polineuropatía alcohólica
G62.2	Polineuropatía debida a otro agente tóxico
G62.8	Otras polineuropatías especificadas
G62.9	Polineuropatía, no especificada
G63	Polineuropatías en enfermedades clasificadas en otra parte
G63.0	Polineuropatía en enfermedades infecciosas y parasitarias clasificadas en otra parte
G63.1	Polineuropatía en enfermedad neoplásica (C00-D48+)
G63.2	Polineuropatía diabética (E10-E14+ con cuarto carácter común .4)
G63.3	Polineuropatía en otras enfermedades endocrinas y metabólicas (E00-E07+, E15-E16+, E20-E34+, E70-E89+)
G63.4	Polineuropatía en deficiencia nutricional (E40-E64+)
G63.6	Polineuropatía en trastornos del tejido conectivo sistémico (M30-M35+)
G63.8	Polineuropatía en otros trastornos osteomusculares (M00-M25+, M40-M96+)
	Polineuropatía en otras enfermedades clasificadas en otra parte
G64	Otros trastornos del sistema nervioso periférico

ENFERMEDADES DEL APARATO LOCOMOTOR

ARTROPATÍAS

M00	Artritis piógena
M00.0	Artritis y poliartritis estafilocócica
M00.1	Artritis y poliartritis neumocócica
M00.2	Otras artritis y poliartritis estreptocócicas
M00.8	Artritis y poliartritis debidas a otros agentes bacterianos especificados
M00.9	Artritis piógena, no especificada
M01	Infecciones directas de la articulación en enfermedades infecciosas y parasitarias clasificadas en otra parte
M01.0	Artritis meningocócica (A39.8+)
M01.1	Artritis tuberculosa (A18.0+)

M01.2	Artritis en la enfermedad de Lyme (A69.2+)
M01.3	Artritis en otras enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte
M01.4	Artritis en rubéola (B06.8+)
M01.5	Artritis en otras enfermedades virales clasificadas en otra parte
M01.6	Artritis en micosis (B35-B49+)
M01.8*	Artritis en otras enfermedades infecciosas y parasitarias clasificadas en otra parte
M02	Artropatías reactivas
M02.0	Artropatía consecutiva a derivación intestinal
M02.1	Artropatía postdisentérica
M02.2	Artropatía postinmunización
M02.3	Enfermedad de Reiter
M02.8	Otras artropatías reactivas
M02.9	Artropatía reactiva, no especificada
M03	Artropatías postinfecciosas y reactivas en enfermedades clasificadas en otra parte
M03.0	Artritis postmeningocócica (A39.8+)
M03.1	Artropatía postinfecciosa en sífilis
M03.2	Otras artropatías postinfecciosas en enfermedades clasificadas en otra parte
M03.6	Artropatía reactiva en otras enfermedades clasificadas en otra parte
M05	Artritis reumatoide seropositiva
M05.0	Síndrome de Felty
M05.2	Vasculitis reumatoide
M05.3	Artritis reumatoide con compromiso de otros órganos o sistemas
M05.8	Otras artritis reumatoideas seropositivas
M05.9	Artritis reumatoidea seropositiva, sin otra especificación
M06	Otras artritis reumatoides
M06.0	Artritis reumatoide seronegativa
M06.1	Enfermedad de Still de comienzo en el adulto
M06.2	Bursitis reumatoide
M06.3	Nódulo reumatoide
M06.4	Poliartropatía inflamatoria
M06.8	Otras artritis reumatoides especificadas
M06.9	Artritis reumatoide, no especificada
M07	Artropatías psoriásicas y enteropáticas
M07.0	Artropatía psoriásica interfalángica distal (L40.5+)
M07.1	Artritis mutilante (L40.5+)
M07.2	Espondilitis psoriásica (L40.5+)
M07.3	Otras artropatías psoriásicas (L40.5+)
M07.4	Artropatía en la enfermedad de Crohn [enteritis regional] (K50.-+)
M07.5	Artropatía en la colitis ulcerativa (K51.-+)
M07.6	Otras artropatías enteropáticas
M08	Artritis juvenil
M08.0	Artritis reumatoide juvenil
M08.1	Espondilitis anquilosante juvenil
M08.2	Artritis juvenil de comienzo generalizado
M08.3	Poliartritis juvenil (seronegativa)
M08.4	Artritis juvenil pauciarticular
M08.8	Otras artritis juveniles
M08.9	Artritis juvenil, no especificada
M09	Artritis juvenil en enfermedades clasificadas en otra parte
M09.0	Artritis juvenil en la psoriasis (L40.5+)
M09.1	Artritis juvenil en la enfermedad de Crohn [enteritis regional] (K50.-+)
M09.2	Artritis juvenil en la colitis ulcerativa (K51.-+)
M09.8	Artritis juvenil en otras enfermedades clasificadas en otra parte
M10	Gota
M10.0	Gota idiopática
M10.1	Gota saturnina

M10.3	Gota debida a alteración renal
M10.4	Otras gotas secundarias
M10.9	Gota, no especificada
M11	Otras artropatías por cristales
M11.0	Enfermedad por depósito de hidroxapatita
M11.1	Condrocálcinosis familiar
M11.2	Otras condrocálcinosis
M11.8	Otras artropatías por cristales, especificadas
M11.9	Artropatía por cristales, no especificada
M12	Otras artropatías específicas
M12.0	Artropatía postraumática crónica [de Jaccoud]
M12.1	Enfermedad de Kaschin-Beck
M12.2	Sinovitis vellonodular (pigmentada)
M12.3	Reumatismo palindrómico
M12.4	Hidrartrrosis intermitente
M12.5	Artropatía traumática
M12.8	Otras artropatías específicas, no clasificadas en otra parte
M13	Otras artritis
M13.0	Poliartritis, no especificada
M13.1	Monoartritis, no clasificada en otra parte
M13.8	Otras artritis especificadas
M13.9	Artritis, no especificada
M14	Artropatía en otras enfermedades clasificadas en otra parte
M14.0	Artropatía gotosa debida a defectos enzimáticos y a otros trastornos hereditarios, clasificados en otra parte
M14.2	Artropatía diabética (E10-E14+ con cuarto carácter común .6)
M14.4	Dermatoartritis lipoide (E78.8+)
M14.5	Artropatía en la amiloidosis (E85.-+)
M14.6	Artropatía en otros trastornos endocrinos, metabólicos y nutricionales
M14.8	Artropatía neuropática
	Artropatía en otras enfermedades especificadas, clasificadas en otra parte
M15	Poliartrosis
M15.0	(Osteo)artrosis primaria generalizada
M15.1	Nódulos de Heberden (con artropatía)
M15.2	Nódulos de Bouchard (con artropatía)
M15.3	Artrosis secundaria múltiple
M15.4	(Osteo)artrosis erosiva
M15.8	Otras poliartrosis
M15.9	Poliartrosis, no especificada
M18	Artrosis de la primera articulación carpometacarpiana
M18.0	Artrosis primaria de la primera articulación carpometacarpiana, bilateral
M18.1	Otras artrosis primarias de la primera articulación carpometacarpiana
M18.2	Artrosis postraumática de la primera articulación carpometacarpiana, bilateral
M18.3	Otras artrosis postraumáticas de la primera articulación carpometacarpiana
M18.4	Otras artrosis secundarias de la primera articulación carpometacarpiana, bilaterales
M18.5	Otras artrosis secundarias de la primera articulación carpometacarpiana
M18.9	Artrosis de la primera articulación carpometacarpiana, sin otra especificación
M19	Otras artrosis
M19.0	Artrosis primaria de otras articulaciones
M19.1	Artrosis postraumática de otras articulaciones
M19.2	Artrosis secundaria de otras articulaciones
M19.8	Otras artrosis especificadas
M19.9	Artrosis, no especificada
M20	Deformidades adquiridas de los dedos de la mano
M20.0	Deformidad de dedo(s) de la mano

M21	Otras deformidades adquiridas de los miembros
M21.0	Deformidad en valgo, no clasificada en otra parte
M21.1	Deformidad en varo, no clasificada en otra parte
M21.2	Deformidad en flexión
M21.5	Mano o pie en garra o en talipes, pie equinovaro o zambo adquiridos
M21.8	Otras deformidades adquiridas de los miembros, especificadas
M21.9	Deformidad adquirida del miembro, no especificada
M24	Otros trastornos articulares específicos
M24.0	Cuerpo flotante articular
M24.1	Otros trastornos del cartílago articular
M24.2	Trastorno del ligamento
M24.3	Luxación y subluxación patológica de la articulación, no clasificada en otra parte
M24.4	Luxación y subluxación recidivante de la articulación
M24.5	Contractura articular
M24.6	Anquilosis articular
M24.8	Otras lesiones articulares específicas, no clasificadas en otra parte
M24.9	Desarreglo articular, no especificado
M25	Otros trastornos articulares, no clasificados en otra parte
M25.0	Hemartrosis
M25.1	Fístula articular
M25.2	Articulación inestable
M25.3	Otras inestabilidades articulares
M25.4	Derrame articular
M25.5	Dolor en articulación
M25.6	Rigidez articular, no clasificada en otra parte
M25.7	Osteofito
M25.8	Otros trastornos articulares especificados
M25.9	Trastorno articular, no especificado

ENFERMEDADES SISTEMICAS DE LAS ARTICULACIONES	
M30	Poliarteritis nudosa y afecciones relacionadas
M30.0	Poliarteritis nudosa
M30.2	Poliarteritis juvenil
M30.8	Otras afecciones relacionadas con la poliarteritis nudosa
M31	Otras vasculopatías necrotizantes
M31.1	Microangiopatía trombótica
M31.2	Granuloma letal de la línea media
M31.3	Granulomatosis de Wegener
M31.4	Síndrome del cayado de la aorta [Takayasu]
M31.5	Arteritis de células gigantes con polimialgia reumática
M31.6	Otras arteritis de células gigantes
M31.8	Otras vasculopatías necrotizantes especificadas
M31.9	Vasculopatía necrotizante, no especificada
M32	Lupus eritematoso sistémico
M32.0	Lupus eritematoso sistémico, inducido por drogas
M32.1	Lupus eritematoso sistémico con compromiso de órganos o sistemas
M32.8	Otras formas de lupus eritematoso sistémico
M32.9	Lupus eritematoso sistémico, sin otra especificación
M33	Dermatopolimiositis
M33.0	Dermatomiositis juvenil
M33.1	Otras dermatomiositis
M33.2	Polimiositis
M33.9	Dermatopolimiositis, no especificada

M34	Esclerosis sistémica
M34.0	Esclerosis sistémica progresiva
M34.1	Síndrome CR(E)ST
M34.2	Esclerosis sistémica inducida por productos químicos
M34.8	Otras formas de esclerosis sistémica
M34.9	Esclerosis sistémica, no especificada
M35	Otro compromiso sistémico del tejido conjuntivo
M35.0	Síndrome seco [Sjögren]
M35.1	Otros síndromes superpuestos
M35.2	Enfermedad de Behçet
M35.3	Polimialgia reumática
M35.4	Fascitis difusa (eosinofílica)
M35.5	Fibrosclerosis multifocal
M35.6	Paniculitis recidivante [Weber-Christian]
M35.7	Síndrome de hipermovilidad
M35.8	Otras enfermedades especificadas con compromiso sistémico del tejido conjuntivo
M35.9	Compromiso sistémico del tejido conjuntivo, no especificado
M36	Trastornos sistémicos del tejido conjuntivo en enfermedades clasificadas en otra parte
M36.0	Dermato(poli)miositis en enfermedad neoplásica (C00-D48+)
M36.1	Artropatía en enfermedad neoplásica (C00-D48+)
M36.2	Artropatía hemofílica (D66-D68+)
M36.3	Artropatía en otros trastornos de la sangre (D50-D76+)
M36.4	Artropatía en reacciones de hipersensibilidad clasificadas en otra parte
M36.8	Trastornos sistémicos del tejido conjuntivo en otras enfermedades clasificadas en otra parte

ENFERMEDADES DE LOS TEJIDOS BLANDOS	
M60	Miositis
M60.0	Miositis infecciosa
M60.1	Miositis intersticial
M60.2	Granuloma por cuerpo extraño en tejido blando, no clasificado en otra parte
M60.8	Otras miositis
M60.9	Miositis, no especificada
M61	Calcificación y osificación del músculo
M61.0	Miositis osificante traumática
M61.1	Miositis osificante progresiva
M61.2	Calcificación y osificación paralítica del músculo
M61.3	Calcificación y osificación de los músculos asociadas con quemaduras
M61.4	Otras calcificaciones del músculo
M61.5	Otras osificaciones del músculo
M61.9	Calcificación y osificación del músculo, no especificada
M62	Otros trastornos de los músculos
M62.0	Diástasis del músculo
M62.1	Otros desgarros (no traumáticos) del músculo
M62.2	Infarto isquémico del músculo
M62.3	Síndrome de inmovilidad (parapléjico)
M62.4	Contractura muscular
M62.5	Atrofia y desgaste musculares, no clasificados en otra parte
M62.6	Distensión muscular
M62.8	Otros trastornos especificados de los músculos
M62.9	Trastorno muscular, no especificado
M65	Sinovitis y tenosinovitis
M65.0	Absceso de vaina tendinosa
M65.1	Otras (teno)sinovitis infecciosas
M65.2	Tendinitis calcificada

M65.3	Dedo en gatillo
M65.4	Tenosinovitis de estiloides radial [de Quervain]
M65.8	Otras sinovitis y tenosinovitis
M65.9	Sinovitis y tenosinovitis, no especificada
M66	Ruptura espontánea de la sinovia y del tendón
M66.1	Ruptura de la sinovia
M66.2	Ruptura espontánea de tendones extensores
M66.3	Ruptura espontánea de tendones flexores
M66.4	Ruptura espontánea de otros tendones
M66.5	Ruptura espontánea de tendón no especificado
M67	Otros trastornos de la sinovia y del tendón
M67.1	Otras contracturas de tendón (vainas)
M67.2	Hipertrofia sinovial, no clasificada en otra parte
M67.3	Sinovitis transitoria
M67.8	Otros trastornos especificados de la sinovia y del tendón
M67.9	Trastorno sinovial y tendinoso, no especificado
M68	Trastornos de los tendones y de la sinovia en enfermedades clasificadas en otra parte
M68.0	Sinovitis y tenosinovitis en enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte
M68.8	Otros trastornos sinoviales y tendinosos en enfermedades clasificadas en otra parte
M70	Trastornos de los tejidos blandos relacionados con el uso, el uso excesivo y la presión
M70.0	Sinovitis crepitante crónica de la mano y de la muñeca
M70.1	Bursitis de la mano
M70.2	Bursitis del olécranon
M70.3	Otras bursitis del codo
M70.8	Otros trastornos de los tejidos blandos relacionados con el uso, el uso excesivo y la presión
M70.9 T	Trastorno no especificado de los tejidos blandos relacionado con el uso, el uso excesivo y la presión
M75	Lesiones del hombro
M75.0	Capsulitis adhesiva del hombro
M75.1	Síndrome del manguito rotatorio
M75.2	Tendinitis del bíceps
M75.3	Tendinitis calcificante del hombro
M75.4	Síndrome de abducción dolorosa del hombro
M75.5	Bursitis del hombro
M75.8	Otras lesiones del hombro
M75.9	Lesión del hombro, no especificada
M77	Otras entesopatías
M77.0	Epicondilitis media
M77.1	Epicondilitis lateral
M77.2	Periartritis de la muñeca
M77.8	Otras entesopatías, no clasificadas en otra parte
M77.9	Entesopatía, no especificada

OSTEOPATÍAS Y CONDROPATÍAS	
M83	Osteomalacia del adulto
M83.0	Osteomalacia puerperal
M83.1	Osteomalacia senil
M83.2	Osteomalacia del adulto debida a malabsorción
M83.3	Osteomalacia del adulto debida a desnutrición
M83.4	Enfermedad de los huesos por aluminio
M83.5	Otras osteomalacias del adulto inducidas por drogas
M83.8	Otras osteomalacias del adulto
M83.9	Osteomalacia del adulto, no especificada

M84	Trastornos de la continuidad del hueso
M84.0	Consolidación defectuosa de fractura
M84.1	Falta de consolidación de fractura [seudoartrosis]
M84.2	Consolidación retardada de fractura
M84.3	Fractura por tensión, no clasificada en otra parte
M84.4	Fractura patológica, no clasificada en otra parte
M84.8	Otros trastornos de la continuidad del hueso
M84.9	Trastorno de la continuidad del hueso, no especificado
M85	Otros trastornos de la densidad y de la estructura óseas
M85.0	Displasia fibrosa (monostótica)
M85.1	Fluorosis del esqueleto
M85.3	Osteítis condensante
M85.4	Quiste óseo solitario
M85.5	Quiste óseo aneurismático
M85.6	Otros quistes óseos
M85.8	Otros trastornos especificados de la densidad y de la estructura óseas
M85.9	Trastorno de la densidad y de la estructura óseas, no especificado
M86	Osteomielitis
M86.0	Osteomielitis hematógena aguda
M86.1	Otras osteomielitis agudas
M86.2	Osteomielitis subaguda
M86.3	Osteomielitis multifocal crónica
M86.5	Otras osteomielitis hematógenas crónicas
M86.6	Otras osteomielitis crónicas
M86.8	Otras osteomielitis
M86.9	Osteomielitis, no especificada
M87	Osteonecrosis
M87.0	Necrosis aséptica idiopática ósea
M87.1	Osteonecrosis debida a drogas
M87.2	Osteonecrosis debida a traumatismo previo
M87.3	Otras osteonecrosis secundarias
M87.8	Otras osteonecrosis
M87.9	Osteonecrosis, no especificada
M88	Enfermedad de Paget de los huesos [osteítis deformante]
M88.8	Enfermedad de Paget de otros huesos
M88.9	Enfermedad ósea de Paget, huesos no especificados
M89	Otros trastornos del hueso
M89.0	Algoneurodistrofia
M89.1	Detención del crecimiento epifisario
M89.2	Otros trastornos del desarrollo y crecimiento óseo
M89.3	Hipertrofia del hueso
M89.4	Otras osteoartropatías hipertróficas
M89.5	Osteólisis
M89.6	Osteopatía a consecuencia de poliomielitis
M89.8	Otros trastornos especificados del hueso
M89.9	Trastorno del hueso, no especificado
M90*	Osteopatías en enfermedades clasificadas en otra parte
M90.0*	Tuberculosis ósea (A18.0+)
M90.1*	Periostitis en otras enfermedades infecciosas clasificadas en otra parte
M90.2*	Osteopatía en otras enfermedades infecciosas clasificadas en otra parte
M90.3*	Osteonecrosis en la enfermedad causada por descompresión (T70.3+)
M90.4*	Osteonecrosis debida a hemoglobinopatía (D50-D64+)
M90.5*	Osteonecrosis en otras enfermedades clasificadas en otra parte
M90.6*	Osteítis deformante en enfermedad neoplásica (C00-D48+)
M90.7*	Fractura ósea en enfermedad neoplásica (C00-D48+)
M90.8*	Osteopatía en otras enfermedades clasificadas en otra parte

M92	Otras osteocondrosis juveniles
M92.0	Osteocondrosis juvenil del húmero
M92.1	Osteocondrosis juvenil del cúbito y del radio
M92.2	Osteocondrosis juvenil de la mano
M92.3	Otras osteocondrosis juveniles del miembro superior
M92.8	Otras osteocondrosis juveniles especificadas
M92.9	Osteocondrosis juvenil, no especificada
M94	Otros trastornos del cartílago
M94.1	Policondritis recidivante
M94.2	Condromalacia
M94.3	Condrolisis
M94.8	Otros trastornos especificados del cartílago
M94.9	Trastorno del cartílago, no especificado

MALFORMACIONES DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

Q68	Otras deformidades osteomusculares congénitas
Q68.1	Deformidad congénita de la mano
Q68.8	Otras deformidades congénitas osteomusculares, especificadas
Q71	Defectos por reducción del miembro superior
Q71.0	Ausencia congénita completa del (de los) miembro(s) superior(es)
Q71.1	Ausencia congénita del brazo y del antebrazo con presencia de la mano
Q71.2	Ausencia congénita del antebrazo y de la mano
Q71.3	Ausencia congénita de la mano y el (los) dedo(s)
Q71.4	Defecto por reducción longitudinal del radio
Q71.5	Defecto por reducción longitudinal del cúbito
Q71.6	Mano en pinza de langosta
Q71.8	Otros defectos por reducción del (de los) miembro(s) superior(es)
Q71.9	Defecto por reducción del miembro superior, no especificado
Q73	Defectos por reducción de miembro no especificado
Q73.0	Ausencia completa de miembro(s) no especificado(s)
Q73.1	Focomelia, miembro(s) no especificado(s)
Q73.8	Otros defectos por reducción de miembro(s) no especificado(s)

SÍNTOMAS DE ENFERMEDADES NERVIOSAS Y RELACIONADAS CON EL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

R25	Movimientos involuntarios anormales
R25.1	Temblor no especificado
R25.2	Calambres y espasmos
R25.3	Fasciculación
R25.8	Otros movimientos anormales involuntarios y los no especificados
R27	Otras fallas de coordinación
R27.0	Ataxia, no especificada
R27.8	Otras fallas de la coordinación y las no especificadas
R29	Otros síntomas y signos que involucran los sistemas nervioso y osteomuscular
R29.0	Tetania
R29.1	Meningismo
R29.2	Reflejos anormales
R29.3	Postura anormal
R29.8	Otros síntomas y signos que involucran los sistemas nervioso y osteomuscular y los no especificados

LESIONES, HERIDAS Y FACTORES EXTERNOS

TRAUMATISMOS DE LOS HOMBROS Y BRAZOS	
S40	Traumatismo superficial del hombro y del brazo
S40.0	Contusión del hombro y del brazo
S40.7	Traumatismos superficiales múltiples del hombro y del brazo
S40.8	Otros traumatismos superficiales del hombro y del brazo
S40.9	Traumatismo superficial no especificado del hombro y del brazo
S41	Herida del hombro y del brazo
S41.0	Herida del hombro
S41.1	Herida del brazo
S41.7	Heridas múltiples del hombro y del brazo
S41.8	Herida de otras partes y de las no especificadas del hombro y del brazo
S42	Fractura del hombro y del brazo
S42.0	Fractura de la clavícula
S42.1	Fractura del omóplato
S42.2	Fractura de la epífisis superior del húmero
S42.3	Fractura de la diáfisis del húmero
S42.4	Fractura de la epífisis inferior del húmero
S42.7	Fracturas múltiples de la clavícula, del omóplato y del húmero
S42.8	Fractura de otras partes del hombro y del brazo
S42.9	Fractura del hombro y del brazo, parte no especificada
S43	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la cintura escapular
S43.0	Luxación de la articulación del hombro
S43.1	Luxación de la articulación acromioclavicular
S43.2	Luxación de la articulación esternoclavicular
S43.3	Luxación de otras partes de la cintura escapular y de las no especificadas
S43.4	Esguinces y torceduras de la articulación del hombro
S43.5	Esguinces y torceduras de la articulación acromioclavicular
S43.6	Esguinces y torceduras de la articulación esternoclavicular
S43.7	Esguinces y torceduras de otras partes y de las no especificadas de la cintura escapular
S44	Traumatismo de nervios a nivel del hombro y del brazo
S44.0	Traumatismo del nervio cubital a nivel del brazo
S44.1	Traumatismo del nervio mediano a nivel del brazo
S44.2	Traumatismo del nervio radial a nivel del brazo
S44.3	Traumatismo del nervio axilar
S44.4	Traumatismo del nervio musculocutáneo
S44.5	Traumatismo del nervio sensitivo cutáneo a nivel del hombro y del brazo
S44.7	Traumatismo de múltiples nervios a nivel del hombro y del brazo
S44.8	Traumatismo de otros nervios a nivel del hombro y del brazo
S44.9	Traumatismo de nervio no especificado a nivel del hombro y del brazo
S45	Traumatismo de vasos sanguíneos a nivel del hombro y del brazo
S45.0	Traumatismo de la arteria axilar
S45.1	Traumatismo de la arteria braquial
S45.2	Traumatismo de la vena axilar o braquial
S45.3	Traumatismo de vena superficial a nivel del hombro y del brazo
S45.7	Traumatismo de múltiples vasos sanguíneos a nivel del hombro y del brazo
S45.8	Traumatismo de otros vasos sanguíneos a nivel del hombro y del brazo
S45.9	Traumatismo de vaso sanguíneo no especificado a nivel del hombro y del brazo
S46	Traumatismo de tendón y músculo a nivel del hombro y del brazo
S46.0	Traumatismo del tendón del manguito rotatorio del hombro
S46.1	Traumatismo del tendón y músculo de la cabeza larga del bíceps
S46.2	Traumatismo del tendón y músculo de otras partes del bíceps
S46.3	Traumatismo del tendón y músculo del tríceps
S46.7	Traumatismo de múltiples tendones y músculos a nivel del hombro y del brazo

S46.8	Traumatismo de otros tendones y músculos a nivel del hombro y del brazo
S46.9	Traumatismo de tendón y músculo no especificado, a nivel del hombro y del brazo
S47	Traumatismo por aplastamiento del hombro y del brazo
S48	Amputación traumática del hombro y del brazo
S48.0	Amputación traumática en la articulación del hombro
S48.1	Amputación traumática a nivel entre el hombro y el codo
S48.9	Amputación traumática del hombro y del brazo, nivel no especificado
S49	Otros traumatismos y los no especificados del hombro y del brazo
S49.7	Traumatismos múltiples del hombro y del brazo
S49.8	Otros traumatismos especificados del hombro y del brazo
S49.9	Traumatismos no especificados del hombro y del brazo

TRAUMATISMOS DEL CODO Y DEL ANTEBRAZO

S50	Traumatismo superficial del antebrazo y del codo
S50.0	Contusión del codo
S50.1	Contusión de otras partes del antebrazo y de las no especificadas
S50.7	Traumatismos superficiales múltiples del antebrazo
S50.8	Otros traumatismos superficiales del antebrazo
S50.9	Traumatismo superficial del antebrazo, no especificado
S51	Herida del antebrazo y del codo
S51.0	Herida del codo
S51.7	Heridas múltiples del antebrazo
S51.8	Herida de otras partes del antebrazo
S51.9	Herida del antebrazo, parte no especificada
S52	Fractura del antebrazo
S52.0	Fractura de la epífisis superior del cúbito
S52.1	Fractura de la epífisis superior del radio
S52.2	Fractura de la diáfisis del cúbito
S52.3	Fractura de la diáfisis del radio
S52.4	Fractura de la diáfisis del cúbito y del radio
S52.5	Fractura de la epífisis inferior del radio
S52.6	Fractura de la epífisis inferior del cúbito y del radio
S52.7	Fracturas múltiples del antebrazo
S52.8	Fractura de otras partes del antebrazo
S52.9	Fractura del antebrazo, parte no especificada
S53	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos del codo
S53.0	Luxación de la cabeza del radio
S53.1	Luxación del codo, no especificada
S53.2	Ruptura traumática del ligamento lateral del radio
S53.3	Ruptura traumática del ligamento lateral del cúbito
S53.4	Esguinces y torceduras del codo
S54	Traumatismo de nervios a nivel del antebrazo
S54.0	Traumatismo del nervio cubital a nivel del antebrazo
S54.1	Traumatismo del nervio mediano a nivel del antebrazo
S54.2	Traumatismo del nervio radial a nivel del antebrazo
S54.3	Traumatismo del nervio sensorial cutáneo a nivel del antebrazo
S54.7	Traumatismo de múltiples nervios a nivel del antebrazo
S54.8	Traumatismo de otros nervios a nivel del antebrazo
S54.9	Traumatismo de nervio no especificado a nivel del antebrazo
S55	Traumatismo de los vasos sanguíneos a nivel del antebrazo
S55.0	Traumatismo de la arteria cubital a nivel del antebrazo
S55.1	Traumatismo de la arteria radial a nivel del antebrazo
S55.2	Traumatismo de vena a nivel del antebrazo

S55.7	Traumatismo de múltiples vasos sanguíneos a nivel del antebrazo
S55.8	Traumatismo de otros vasos sanguíneos a nivel del antebrazo
S55.9	Traumatismo de vaso sanguíneo no especificado a nivel del antebrazo
S56	Traumatismo de tendón y músculo a nivel del antebrazo
S56.0	Traumatismo del tendón y músculo flexor del pulgar a nivel del antebrazo
S56.1	Traumatismo del tendón y músculo flexor de otro(s) dedo(s) a nivel del antebrazo
S56.2	Traumatismo de otro tendón y músculo flexor a nivel del antebrazo
S56.3	Traumatismo de tendones y músculos abductores y extensores del pulgar a nivel del antebrazo
S56.4	Traumatismo del tendón y músculo extensor de otro(s) dedo(s) a nivel del antebrazo
S56.5	Traumatismo de otro tendón y músculo extensor a nivel del antebrazo
S56.7	Traumatismo de múltiples tendones y músculos a nivel del antebrazo
S56.8	Traumatismo de otros tendones y músculos y de los no especificados, a nivel del antebrazo
S57	Traumatismo por aplastamiento del antebrazo
S57.0	Traumatismo por aplastamiento del codo
S57.8	Traumatismo por aplastamiento de otras partes del antebrazo
S57.9	Traumatismo por aplastamiento del antebrazo, parte no especificada
S58	Amputación traumática del antebrazo
S58.0	Amputación traumática a nivel del codo
S58.1	Amputación traumática nivel entre el codo y la muñeca
S58.9	Amputación traumática del antebrazo, nivel no especificado
S59	Otros traumatismos y los no especificados del antebrazo
S59.7	Traumatismos múltiples del antebrazo
S59.8	Otros traumatismos especificados del antebrazo
S59.9	Traumatismo no especificado del antebrazo

TRAUMATISMOS EN MUÑECAS Y MANOS	
S60	Traumatismo superficial de la muñeca y de la mano
S60.0	Contusión de dedo(s) de la mano, sin daño de la(s) uña(s)
S60.1	Contusión de dedo(s) de la mano con daño de la(s) uña(s)
S60.2	Contusión de otras partes de la muñeca y de la mano
S60.7	Traumatismos superficiales múltiples de la muñeca y de la mano
S60.8	Otros traumatismos superficiales de la muñeca y de la mano
S60.9	Traumatismo superficial de la muñeca y de la mano, no especificado
S61	Herida de la muñeca y de la mano
S61.0	Herida de dedo(s) de la mano, sin daño de la(s) uña(s)
S61.1	Herida de dedo(s) de la mano, con daño de la(s) uña(s)
S61.7	Heridas múltiples de la muñeca y de la mano
S61.8	Herida de otras partes de la muñeca y de la mano
S61.9	Herida de la muñeca y de la mano, parte no especificada
S62	Fractura a nivel de la muñeca y de la mano
S62.0	Fractura del hueso escafoides [navicular] de la mano
S62.1	Fractura de otro(s) hueso(s) del carpo
S62.2	Fractura del primer metacarpiano
S62.3	Fractura de otros huesos metacarpianos
S62.4	Fracturas múltiples de huesos metacarpianos
S62.5	Fractura del pulgar
S62.6	Fractura de otro dedo de la mano
S62.7	Fracturas múltiples de los dedos de la mano
S62.8	Fractura de otras partes y de las no especificadas de la muñeca y de la mano

S63	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos a nivel de la muñeca y de la mano
S63.0	Luxación de la muñeca
S63.1	Luxación de dedos de la mano
S63.2	Luxaciones múltiples de dedos de la mano
S63.3	Ruptura traumática de ligamentos de la muñeca y del carpo
S63.4	Ruptura traumática de ligamentos del dedo de la mano en la(s) articulación(es) metacarpofalángica e interfalángica
S63.5	Esguince y torcedura de la muñeca
S63.6	Esguinces y torceduras de dedo(s) de la mano
S63.7	Esguinces y torceduras de otras partes y de las no especificadas de la muñeca y de la mano
S64	Traumatismo de nervios a nivel de la muñeca y de la mano
S64.0	Traumatismo del nervio cubital a nivel de la muñeca y de la mano
S64.1	Traumatismo del nervio mediano a nivel de la muñeca y de la mano
S64.2	Traumatismo del nervio radial a nivel de la muñeca y de la mano
S64.3	Traumatismo del nervio digital del pulgar
S64.4	Traumatismo del nervio digital de otro dedo
S64.7	Traumatismo de múltiples nervios a nivel de la muñeca y de la mano
S64.8	Traumatismo de otros nervios a nivel de la muñeca y de la mano
S64.9	Traumatismo de nervio no especificado a nivel de la muñeca y de la mano
S65	Traumatismo de vasos sanguíneos a nivel de la muñeca y de la mano
S65.0	Traumatismo de la arteria cubital a nivel de la muñeca y de la mano
S65.1	Traumatismo de la arteria radial a nivel de la muñeca y de la mano
S65.2	Traumatismo del arco palmar superficial
S65.3	Traumatismo del arco palmar profundo
S65.4	Traumatismo de vaso(s) sanguíneo(s) del pulgar
S65.5	Traumatismo de vaso(s) sanguíneo(s) de otro dedo
S65.7	Traumatismo de múltiples vasos sanguíneos a nivel de la muñeca y de la mano
S65.8	Traumatismo de otros vasos sanguíneos a nivel de la muñeca y de la mano
S65.9	Traumatismo de vaso sanguíneo no especificado, a nivel de la muñeca y de la mano
S66	Traumatismo de tendón y músculo a nivel de la muñeca y de la mano
S66.0	Traumatismo del tendón y músculo flexor largo del pulgar a nivel de la muñeca y de la mano
S66.1	Traumatismo del tendón y músculo flexor de otro dedo a nivel de la muñeca y de la mano
S66.2	Traumatismo del tendón y músculo extensor del pulgar a nivel de la muñeca y de la mano
S66.3	Traumatismo del tendón y músculo extensor de otro(s) dedo(s) a nivel de la muñeca y de la mano
S66.4	Traumatismo del tendón y músculo extensor de otro(s) dedo(s) a nivel de la muñeca y de la mano
S66.5	Traumatismo del músculo y tendón intrínseco del pulgar a nivel de la muñeca y de la mano
S66.6	Traumatismo del músculo y tendón intrínseco de otro(s) dedo(s) a nivel de la muñeca y de la mano
S66.7	Traumatismo de múltiples tendones y músculos flexores a nivel de la muñeca y de la mano
S66.8	Traumatismo de múltiples tendones y músculos extensores a nivel de la muñeca y de la mano
S66.9	Traumatismo de otros tendones y músculos a nivel de la muñeca y de la mano
	Traumatismo de tendón y músculo no especificado, a nivel de la muñeca y de la mano
S67	Traumatismo por aplastamiento de la muñeca y de la mano
S67.0	Traumatismo por aplastamiento del pulgar y otro(s) dedo(s)
S67.8	Traumatismo por aplastamiento de otras partes y de las no especificadas de la muñeca y de la mano
S68	Amputación traumática de la muñeca y de la mano
S68.0	Amputación traumática del pulgar (completa) (parcial)
S68.1	Amputación traumática de otro dedo único (completa) (parcial)
S68.2	Amputación traumática de dos o más dedos solamente (completa) (parcial)
S68.3	Amputación traumática combinada (de parte) de dedo(s) con otras partes de muñeca y mano
S68.4	Amputación traumática de la mano a nivel de la muñeca
S68.8	Amputación traumática de otras partes de la muñeca y de la mano
S68.9	Amputación traumática de la muñeca y de la mano, nivel no especificado

S69	Otros traumatismos y los no especificados de la muñeca y de la mano
S69.7	Traumatismos múltiples de la muñeca y de la mano
S69.8	Otros traumatismos especificados de la muñeca y de la mano
S69.9	Traumatismo no especificado de la muñeca y de la mano

AUSENCIA ADQUIRIDA DE MIEMBROS	
---------------------------------------	--

Z89.0	Ausencia adquirida de dedo(s), incluido el pulgar), unilateral
Z89.1	Ausencia adquirida de mano y muñeca
Z89.2	Ausencia adquirida de miembro superior por arriba de la muñeca
Z89.3	Ausencia adquirida de ambos miembros superiores (cualquier nivel)
Z89.8	Ausencia adquirida de ambos miembros superiores e inferiores (cualquier nivel)
Z89.9	Ausencia adquirida de miembros, no especificada

EVENTOS RELACIONADOS A LA AMPUTACIÓN	
---	--

T87	Complicaciones peculiares de la amputación
T87.3	Neuroma del muñón de amputación
T87.4	Infección del muñón de amputación
T87.5	Necrosis del muñón de amputación
T87.6	Otras complicaciones y las no especificadas del muñón de amputación
G54.6	Síndrome del miembro fantasma con dolor
G54.7	Síndrome del miembro fantasma sin dolor

ANEXO 8. Carta escrita por Colgate ®.

Respuesta de la compañía “Colgate Palmolive” a la inquietud por correo electrónico hecha por los autores, sobre la posibilidad de apoyar el desarrollo del proyecto propuesto. No han sido contestados los mensajes enviados con el mismo propósito a otras compañías:

Antes de poder compartir sus pensamientos con otras personas dentro de la Compañía, nuestra política requiere que usted firme antes nuestro formato de consentimiento: “Condiciones para Presentación y Revisión de Ideas”. Usted encontrará anexo el formato. Cuando nos contacte por e-mail o por teléfono, por favor haga referencia al número que aparece impreso en la parte inferior de este mensaje para poder tener acceso a su historial.

Puesto que no podemos aceptar las transferencias electrónicas de información como si fuera la presentación de una idea nueva, hemos borrado de nuestra base de datos cualquier material que usted nos haya enviado. Cuando usted reciba el Formato de Consentimiento, en caso que usted esté de acuerdo con los términos descritos, deberá firmar el formato y devolverlo junto con una copia de su patente o de la documentación de patente pendiente. Esto le proporcionará a nuestro Departamento de Patentes la información suficiente para empezar el proceso de revisión. No se pueden tomar medidas adicionales hasta que nos sea devuelto el Formato de Consentimiento.

Gracias por tomarse el tiempo para contactarnos. Esperamos que esta información sea útil.

THE COLGATE PALMOLIVE COMPANY
CONDICIONES PARA PRESENTACIÓN Y REVISIÓN DE IDEAS

Aunque “The Colgate Palmolive Company”, una Sociedad de Delaware (incluyendo a sus subsidiarias, afiliadas y empresas relacionadas), no solicita ideas o sugerencias de manera activa del público, hemos desarrollado un procedimiento para revisar ideas patentadas o sujetas a una solicitud de patente pendiente bajo condiciones que nos protejan tanto a usted como a nosotros.

Deseamos evitar malos entendidos, especialmente con respecto del origen de las ideas, o cualquier limitación de la libertad de cualquiera de nosotros para llevar a cabo nuestros negocios. Esto nos protegerá a ambos de cualquier malentendido.

1. Solamente consideraremos una invención patentada o el tema de una solicitud de patente pendiente si quien la presenta está de acuerdo en depender exclusivamente de sus derechos bajo los Estatutos de Patentes. Solamente se aceptaran para revisión ese tipo de patentes o de ideas pendientes de patente.

2. Nosotros no aceptamos ideas que no se puedan patentar, incluyendo el estilo o el empaque de los productos, programas de publicidad, nombres de productos, slogan o formas de llevar el negocio.

3. Solamente se podrán considerar ideas presentadas en formato digital. No estaremos obligados de modo alguno con respecto de ideas que se ofrezcan de cualquier otro modo. Por favor retenga un duplicado de cualquier material que usted presente, puesto que no estamos en la obligación de devolver material alguno presentado por usted ahora o en el futuro. Nuestra política es llevar un registro completo de todo lo presentado. Por lo tanto, no debe suministrar nada que usted espere le sea devuelto.

4. No aceptaremos ninguna idea de manera confidencial, o sobre la base de que se generará o existirá una relación confidencial entre nosotros, o bajo la garantía que mantendremos la idea en secreto, o sobre la base que existirá un acuerdo,

bien sea implícito o explícito, de que usted recibirá una remuneración por la evaluación o uso que hagamos de su idea. Usted también tendrá la libertad de revelar sus ideas sobre cualquier base a cualquier otra parte durante el transcurso de nuestra evaluación.

5. Nosotros seremos el único juez del interés que podamos tener en su idea después de realizada nuestra evaluación. Estudiaremos el grado en que la patente pueda suministrar una posición exclusiva protegida de ser copiada por la competencia. Nuestro concepto se basa en nuestra pericia en mercadeo y nuestra experiencia.

6. Cualquier discusión que podamos tener con relación a la compra de su idea o cualquier oferta que podamos hacer para su compra no obligará a ninguno de los dos, a no ser que los dos celebremos un contrato por escrito. Dicho contrato definirá todos los derechos u obligaciones que cualquiera de los dos pueda tener. No se entenderá ni se inferirá que discusión u oferta alguna sea una admisión de novedad, prioridad u originalidad de su idea.

7. Si decidimos no utilizar su idea o no ofrecerle una remuneración, es posible que no le demos una razón por nuestra decisión, o revelemos ideas de la compañía, bien sea pasadas o actuales, con respecto de la idea que usted presento.

8. Este contrato será interpretado de conformidad con las leyes del Estado de Nueva York, EEUU, con la exclusión de las disposiciones de conflictos de ley.

Si usted está de acuerdo con las condiciones anteriores para la Presentación de Ideas, que también aplicarán sobre toda revelación complementaria que usted haga, o que se hecha a nombre suyo, y si comprende que están diseñadas para protegerlo tanto a usted como a nosotros, por favor diligencie lo siguiente:

Yo declaro y garantizo que : a) la revelación que yo haga de información no contraviene ningún compromiso ni obligación con mi patrono anterior o actual, o de ninguna otra parte u organización; b) Yo tengo el derecho pleno e incondicional de efectuar esta revelación; y c) yo poseo todo derecho, propiedad y participación en y sobre la idea(s) que estoy presentando; o, en caso que cualquier otra persona u organización posea algún derecho, propiedad o participación en o sobre la idea (s), lo estoy indicando, y su nombre(s) dirección(es) número(s) telefónico(s) de la siguiente manera:

Indique el Número de la Patente o el número serial de la Solicitud de patente:

Como contraprestación para que Colgate evalúe mi idea, libero a Colgate de cualquiera y toda responsabilidad con respecto de mi idea salvo por la de violación de cualquier patente que me pertenezca en la actualidad o que se otorgue a la solicitud de patente identificada con el número que aparece arriba. Por supuesto, comprendo que Colgate se reserva el derecho de entablar cualquier y toda defensa con respecto de cualquiera de dichos cargos de violación de patentes.

Yo acepto estas condiciones y solicito a ustedes que consideren el material que estoy presentando relacionado con:

Firma:

Nombre en imprenta:

Dirección:

Fecha:

Por favor devolver a: Consumer Affairs Department

Colgate Palmolive Company

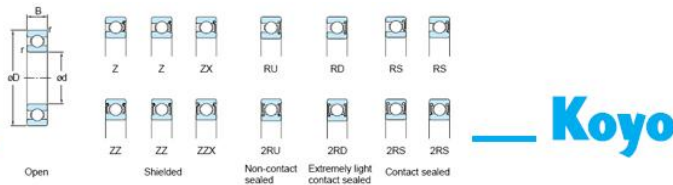
300 Park Avenue

New York, NY 10022. USA

ANEXO 9. Referencias de los componentes.

RODAMIENTOS

Para la elaboración del brazo que soporta y da movimiento al cabezal del cepillo eléctrico, se emplearon dos rodamientos del fabricante KOYO para aminorar la fricción del sistema, de dimensiones d 25 D 42 b 9 mm, donde D es diámetro externo, d es diámetro interno o del agujero y b el grosor.



d 22 – 45 mm

Boundary dimensions (mm)	Basic load ratings (kN)		Limiting speeds (min ⁻¹)				Bearing No.					(Refer.) Mass Open type (kg)			
			Grease lub.		Oil lub.		Open	Shielded ZZ	Sealed 2RU	2RD	2RS				
d D B r min.	C _r	C _{0r}	[Open Z, ZZ RU, 2RU]	(RD, 2RD)	(RS, 2RS)	[Open Z]	Open	Shielded ZZ	Sealed 2RU	2RD	2RS				
22	44	12	0.6	9.40	5.15	17 000	-	9 900	20 000	60/22	-	-	-	2RS	0.073
	50	14	1	12.8	6.65	15 000	-	9 700	17 000	62/22	-	-	-	2RS	0.118
	56	16	1.1	18.5	9.40	13 000	-	8 600	15 000	63/22	-	-	-	2RS	0.201
25	37	7	0.3	4.30	2.95	18 000	-	-	21 000	6805	ZZ	2RU	-	-	0.022
	42	9	0.3	7.00	4.55	16 000	-	-	19 000	6905	ZZ	2RU	-	-	0.041
	47	8	0.3	8.85	5.60	15 000	-	-	18 000	16005	-	-	-	-	0.060

Figura 34A. Rodamientos “Koyo”.²⁹⁷ El elemento se escogió por experimentación.

Otros fabricantes como SKF y NSK, de mayor cobertura en el país, ofrecen igualmente este rodamiento. Cabe aclarar que para la selección de este rodamiento se tomaron las dimensiones D, d y b como los datos más relevantes, puesto que no estará sometido a cargas axiales y laterales superiores a 6 libras, cuando estos están diseñados para soportar cargas entre 1000 y 1700 libras; de igual modo la velocidad se podría considerar casi nula, pues la máxima velocidad a la que opera el brazo es de 7.5 rpm, y el rodamiento está diseñado para alcanzar hasta 16000 rpm. Además, no estará en un ambiente que pueda contaminarlo y por su baja velocidad y carga solo será necesaria una leve lubricación antes de su montaje.

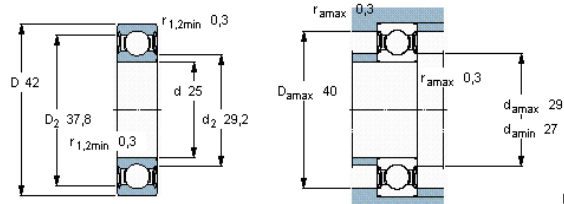
Precio promedio: \$ 6.000 PCO por unidad.

²⁹⁷ Imagen extraída del catálogo pdf “cat203ex _ ball _ roller bearings”; disponible en el sitio web: www.koyousa.com

Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera



Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	C	C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	-
25	42	9	7,02	4,3	0,193	-	10000	0,045	61905-2RS1



Factores de cálculo
 k_f 0,02
 f_0 15

Figura 35A.Rodamientos “SKF”.²⁹⁸



NSK

Ball Bearings

6900 Series
 Single Row, Deep Groove, Conrad Type

Bearing Number	Nominal Bearing Dimensions						Preferred Shoulder Diameters			
	d		D		B		r^*	da (In)		Da (In)
	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	Inch	min	max	max
6905	25	0.9843	42	1.6535	9	0.3543	0.012	1.063	1.122	1.575

Figura 36A.Rodamientos “NSK”.²⁹⁹

²⁹⁸ Imagen extraída del motor de búsqueda en el sitio web: www.skf.com.

²⁹⁹ Imagen extraída del catálogo en formato pdf “catálogo NSK” en el sitio web: www.nsk.com.

MOTOR DC CON CAJA REDUCTORA (M3)

Para el levantamiento del brazo, que contiene el complejo del cepillo, se empleó un motor DC de 24V con caja reductora de 1/500, con un torque de 5 Kg.-cm o 490 mN-m. El torque y la velocidad de salida de la caja reductora depende directamente del voltaje de entrada, siendo proporcional; este motor puede operar en un rango entre 6 y 24 V.

La referencia de este motor es TG – 05J – AG – 500 donde TG es el fabricante, 05J es el modelo del motor y código de rendimiento, AG es el tipo de caja reductora y 500 es la relación de reducción.

Precio: 75.000 \$PCO.

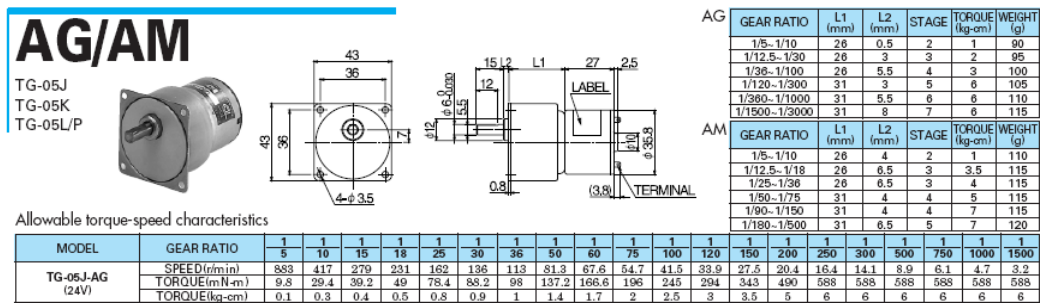


Figura 37A. Motor Con caja reductora.³⁰⁰ Medidas en mm.

MICRO-MOTOR DC CON CAJA REDUCTORA (M2)



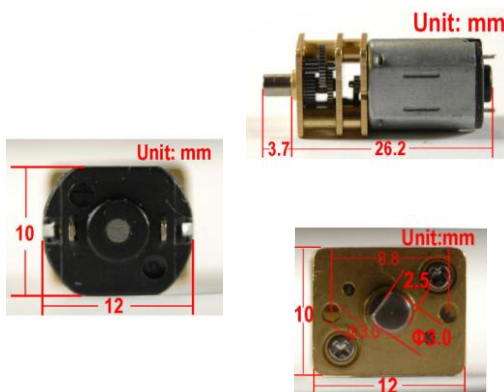
Este elemento es el encargado de proporcionar la rotación de 360° a la sección del brazo que soporta el segmento flexible en el cual se acopla el cabezal de cepillado. Sus principales aplicaciones se encuentran en robótica, equipos ópticos, instrumentos de precisión y bloqueo de puertas.

Figura 38A. Mini-motor con caja reductora.³⁰¹ Ref: LGB12-N20 - DC Gear Motor. Lotus.

³⁰⁰ Imagen extraída del catálogo en pdf "dc geared motor cat 03 Tsukasa" en el sitio web: www.tsukasa.com.jp.

³⁰¹ Imagen extraída del sitio web: www.lotus1996.com

Datos técnicos del motor.



Voltage nominal (VDC): 4.5
Velocidad sin carga (rpm): 16700
Corriente sin carga (mA): 44
Velocidad nominal rpm: 13438
Par nominal (g-cm): 3.6
Potencia nominal (W): 0.47
Corriente (mA): 181
Par de atascamiento (g-cm): 18.2
Corriente de atascamiento A: 0.747

Figura 39A. Dimensiones del mini-motor.³⁰²

Datos técnicos de la caja reductora

Relación de reducción: 5, 10, 30, 50, 65, 100, 150, 210, 250 & 300.

Numero de juegos de relación: 2, 3, 4, 5.

Largo mm: 5.0, 7.0, 9.0.

Velocidad r/min: 2685, 1343, 445, 268, 205, 134, 90, 64, 53.5, 44.5.

Torque kg.cm: 0.018, 0.036, 0.1, 0.18, 0.23, 0.36, 0.54, 0.75, 0.90, 1.08.

Máxima carga admisible en un tiro kg.cm: 1.0, 1.5, 3.0, 6.

Referencias de otros fabricantes: Gear Motor, 12GN-0348 de Sanyo Seimitsu, Inc.
12GA020 - 13115-287 de Topband Industrial Park.

Precio: USD14, 99; \$ 34,500 PCO

³⁰² Ibíd.

MOTOR DC (M1)

Este motor es el encargado de dar movimiento a las cerdas del cabezal de cepillado dental, por medio de un eje de transmisión flexible. Precio: 11.99 USD; \$ 27.500 PCO. Referencia: RF 270RH 12370 de Mabuchi Motor Co.

MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY				STALL			
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE		OUTPUT	TORQUE		CURRENT
			r/min	A	r/min	A	mN-m	g-cm	W	mN-m	g-cm	A
RF-270RH-12370	6 - 15	12V CONSTANT	6200	0.028	5170	0.14	1.88	19.2	1.02	11.3	115	0.70

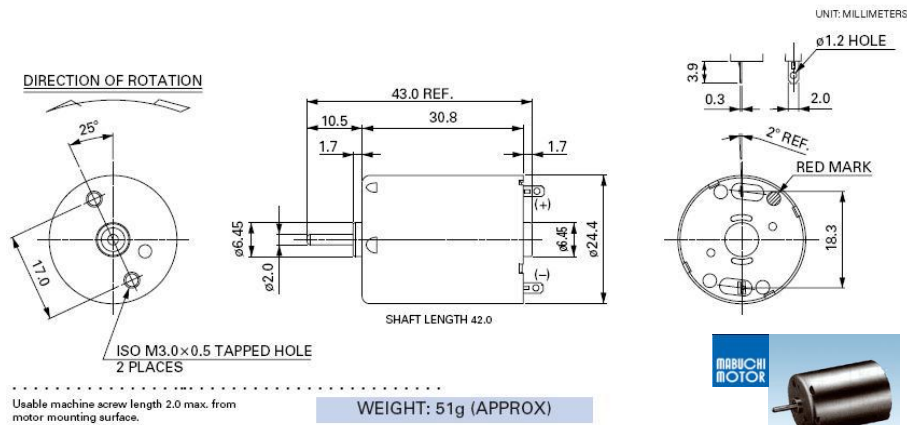
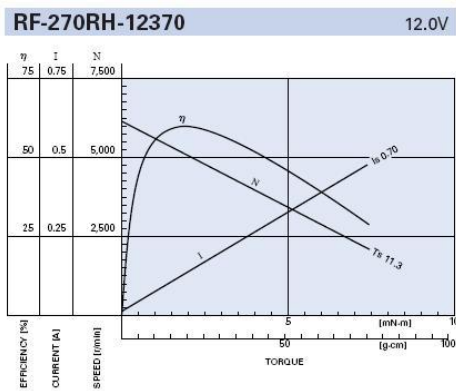


Figura 39A. Dimensiones del motor DC.³⁰³ Medidas en mm.



La referencia en realidad es un sistema de codificación, siendo de esta manera. R tipo redondo; F escobillas de metales preciosos; 2 diámetro de armadura; 7 tamaño del magneto y largo de la camisa que lo contiene; 0 número de polos de la armadura, en este caso 0 es igual a 3 polos; R tipo magneto, en este caso es isotrópico en forma de c; H variaciones del motor; 12 diámetro del cable del magneto (emboinado), en este caso es de 0.12 mm; y los últimos 3 números indican el número de vueltas para el enrollado de cada polo de la armadura.

Figura 40A. Prestaciones del motor DC.³⁰⁴

³⁰³ Imágenes extraídas del pdf "Mabuchi_Motors_Complete", en el sitio web: www.Mabuchi-motor.com.jp.

³⁰⁴ Ibídem.

PLUG Y JACKS

Para lograr que el segmento del brazo que contiene al micro motor con caja reductora pueda girar sin romper o desconectar los cables del motor de las cerdas, se emplea un conjunto de conexión compuesto por un plug hueco y su respectivo jack, que normalmente encontramos cuando conectamos el cargador a nuestros celulares. Este sistema hará las veces de las escobillas que se encuentran en un motor eléctrico que son las encargadas de transmitir la electricidad a elementos en rotación. Este plug se diferencia de la gran mayoría por ser hueco. Es ampliamente empleado como conector DC.



Figura 41A. Plug y Jack.³⁰⁵ Precio: PU 2000 \$PCO.

(1) DC Plug hueco de 3.1mm θ x 6.5 mm.

(2) Jack 3.1 SMT.

COMPONENTES ELÉCTRICOS

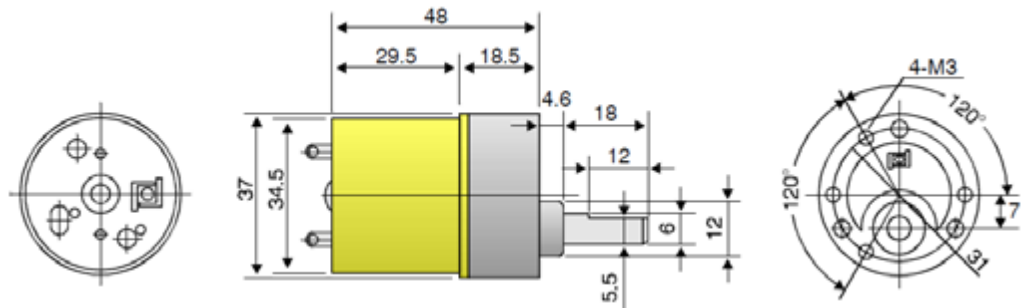


Figura 42A. Motor D.C. con caja reductora SAYAMA-Gearhead Motor ³⁰⁶

Referencia: RB-35PM-YSK3

³⁰⁵ Imagen extraída del sitio web: www.skfptp.com.

³⁰⁶ Imágenes extraídas de sitio web: www.robotstorehk.com

Velocidad: 72 rpm
 Torque: 3.91 kg-cm
 Reducción: 50:1
 Voltaje: 12v
 Precio: \$ 35.000

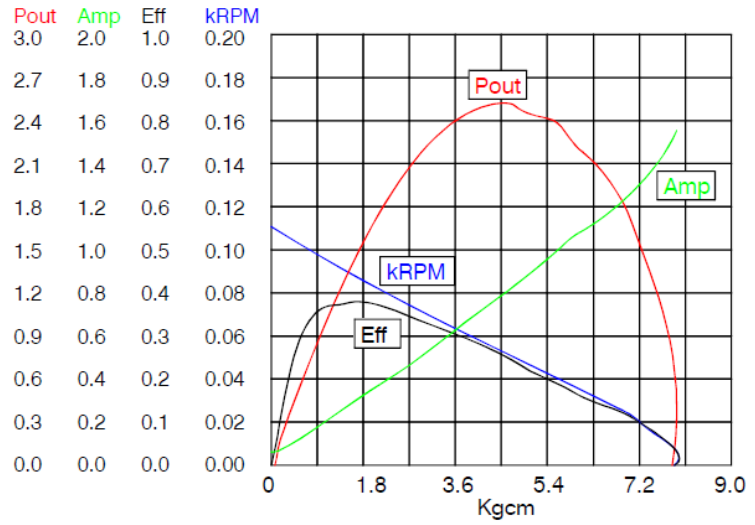


Figura 43A. Diagrama del Motor D.C. con caja reductora SAYAMA-Gearhead Motor ³⁰⁷

Velocidad: 1rpm.
 Torque: 40 kgf- cm
 60 Hz
 4.9 wat
 Precio: \$ 64.100

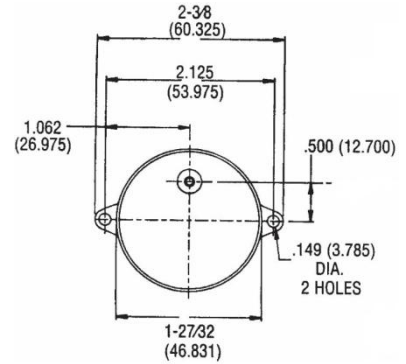
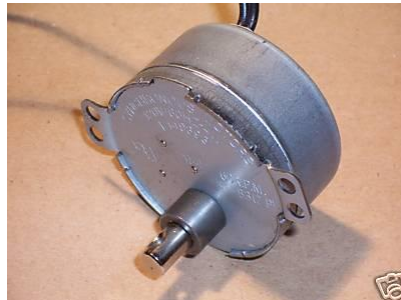


Figura 44A. Motor sincrónico AC 120v Bristol Saybrook (CRAMER)³⁰⁸ Mod. 499c

³⁰⁷ Ibíd.

³⁰⁸ Imagen extraída del sitio web: <http://cgi.ebay.com>.
 Imagen de catalogo: series AC 105-107-113B

Figura 45A. Electroválvula. E.B.C. ³⁰⁹

Modelo: 91110

Válvula solenoide NC110VAC 50/60hz 1/4"npt
0,5-10kg/cm² (7,1-142 psi)

Precio: \$ 30.000 PCO.



Figura 46A. Motor cámara de lavado de cerdas³¹⁰

Motor Mabuchi ref. M50WC con caja reductora.

DC 6V-12V. 44rpm Torque de salida: 1200g-cm

Precio: \$ 20.000 PCO.

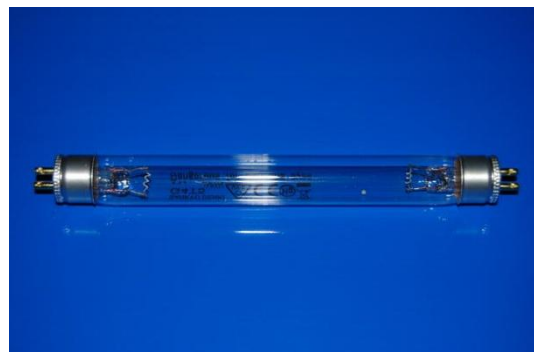


Figura 47A. Luz ultravioleta³¹¹

G4T5 / F4T5 UV Bulb Ecoquest Fresh
Air Germicidal UVC

120 Volt. 6 watts

Precio: \$ 11.500 PCO.



³⁰⁹ Imagen extraída del sitio web: www.industriasasociadas.com/Autonics/Pdf/18-19.pdf.

³¹⁰ Imagen extraída del sitio web: www.robotstorehk.com/motors/motors.html.

³¹¹ Imagen extraída del sitio web: http://www.light_spectrum_store.com.

Figura 48A. Sensores de proximidad³¹²

GP2Y0A21YK0F SHARP

Rango de distancia 10 a 80 cms.

Consumo 30 mA

Voltaje de operación 4.5 a 5.5 V.

Precio: \$ 40.000 PCO.

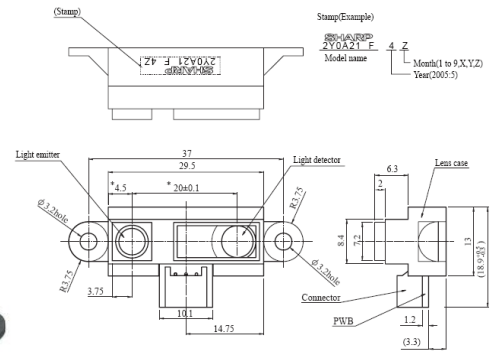
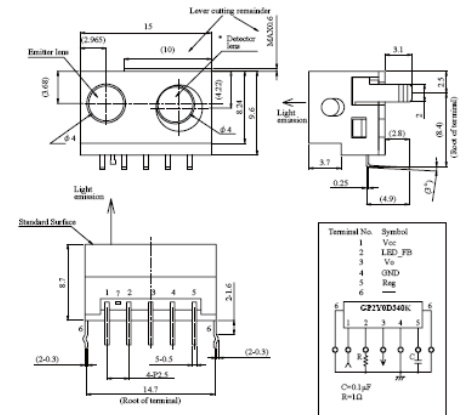
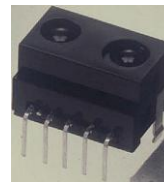


Figura 49A. GP2Y0D340K SHARP³¹³

Distancia de detección 40 Cms.

Consumo 31 mA.

Voltaje de operación 4.5 a 5.5 V.



Model	Dimension Dia. x Depth	Impedance +/- 15%	Power Rating Mini-Watts		Fo Lowest Resonant Frequency +/- 20%	SPL Normal Power Input/ 0.5 meter db	Frequency Range SPL-10 db Hz.	Material of Diaphragm	Material of Frame	Type Out-looking
			Normal	Max.						
34RC08-1	34x13.3	8	3000	5000	170	82	120~20000	PET (mylar)	PBT	Round

Figura 50A. PARLANTE VECO³¹⁴. 34KC08-1-D 8 ohm 3W Precio: \$ 5000 PCO.

³¹² Imágenes extraída de: pdf gp2y0a21yk_e de la pagina web: <http://www.dynamoelectronics.com>

³¹³ Imágenes de: Pdf gp2y0d340k_e de la pagina web: <http://www.dynamoelectronics.com>

³¹⁴ Imagen extraída del sitio web: <http://www.veco.com.tw/all-index.htm>

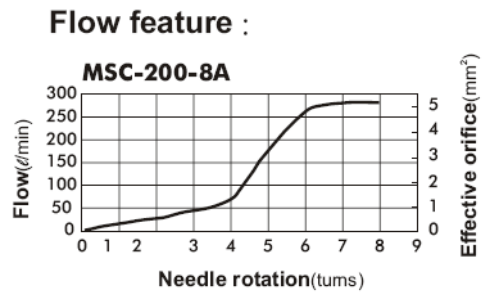


Figura 51A. VÁLVULA CONTROL DE FLUJO.³¹⁵ Precio: \$ 23.000 pesos.

Specification:

Model	MSC200		MSC300	
Bore No.	6A	8A	10A	15A
Port size	PT 1/8	PT 1/4	PT 3/8	PT 1/2
Medium	Air			
Operating pressure range	0~9.9 kgf/cm ² (0~0.99 MPa)			
Proof pressure	15 kgf/cm ² (1.5 MPa)			
Ambient temperature	- 5~+ 60°C (No freezing)			
Flow(l/min)	800		1650	
Weight	72 g		130 g	

1200 mA

Entrada de voltaje: AC 90-240V 50/60Hz.
 Salida de voltaje: DC 3/4, 5/6/7, 5/9/12V.
 Protección de corto circuito.
 Salida regulada de voltaje.
 LED indicador.

Precio: \$ 23.000 PCO.

Figura 52A.Tech adaptador inteligente.³¹⁶



³¹⁵ Imágenes tomadas del Documento en Pdf: E_MSC200 de la página web: <http://www.mindman.com.tw/en>

³¹⁶ Imagen tomada de la página web: <http://www.compoelec.net>

ANEXO 10. Datos de la prueba ergonómica.

PRUEBA 1.

Fuerza máxima tolerable ejercida por el resorte en el cepillado				
usuario	flexión lateral (molares zona vestibular)	flexión frontal (incisivos zona vestibular)	flexión de ascenso (zona oclusal)	flexión de descenso (zona oclusal)
1	70	60	40	40
2	15	40	15	15
3	50	30	45	30
4	40	50	45	40
5	45	31	60	60
6	40	35	31	40
7	30	45	45	45
8	60	45	45	60
9	30	15	30	30
10	30	15	45	20
11	30	20	35	20
12	45	45	75	70
13	90	45	45	15
14	15	30	45	30
15	45	60	45	45
16	45	15	45	45
17	40	60	45	45
18	50	60	15	40
19	15	40	30	30
20	75	45	75	75
21	50	55	45	30
22	75	45	45	40
23	60	45	60	30
24	50	15	45	45
25	50	15	20	20
26	30	25	45	35
27	75	60	30	40
28	45	40	30	45
29	60	40	50	30
30	30	30	20	30
PROMEDIO	46,16666667	38,53333333	41,53333333	38
FUERZA (N)	0,857	0,8068	0,8268	0,8033

Tabla 67A. Fuerza máxima tolerable ejercida por el resorte en el cepillado

PRUEBA 2.

A. efecto de limpieza luego de usar Dento.			
Nº de encuesta	puntaje hombres	puntaje mujeres	Promedio total
1	7	7	
2	8	9	
3	9	10	
4	9	9	
5	8,5	8	
6	8,7	9	
7	7,5	8	
8	8	8	
9	8	10	
10	5	10	
11	8	10	
12	7,5	9	
13	5	8	
14	9	9	
15	9	8,5	
Promedio	7,813	8,833	8,323

Tabla 68A. A. efecto de limpieza luego de usar Dento.

B. zonas difíciles de cepillar					
Identificación del diente	Zona anatómica	Marcación hombres	Marcación mujeres	Total	Total pieza dental
1	vestibular	6	3	9	19
	oclusal	3	1	4	
	lingual	2	4	6	
2	vestibular	3	3	6	14
	oclusal	2	1	3	
	lingual	2	3	5	
3	vestibular	0	2	2	7
	oclusal	0	0	0	
	lingual	3	2	5	
4	vestibular	0	2	2	4
	oclusal	0	0	0	
	lingual	0	2	2	

B. zonas difíciles de cepillar

Identificación del diente	Zona anatómica	Marcación hombres	Marcación mujeres	Total	Total por pieza dental
6	vestibular	1	0	1	3
	lingual	1	1	2	
7	vestibular	1	1	2	4
	lingual	0	2	2	
8	vestibular	2	2	4	10
	lingual	1	5	6	
9	vestibular	2	2	4	10
	lingual	1	5	6	
10	vestibular	1	1	2	4
	lingual	0	2	2	
11	vestibular	1	0	1	3
	lingual	1	1	2	
12	vestibular	0	2	2	4
	oclusal	0	0	0	
	lingual	0	2	2	
13	vestibular	0	2	2	5
	oclusal	0	0	0	
	lingual	1	2	3	
14	vestibular	0	2	2	6
	oclusal	0	0	0	
	lingual	2	2	4	
15	vestibular	3	3	6	14
	oclusal	2	1	3	
	lingual	2	3	5	
16	vestibular	6	3	9	18
	oclusal	3	1	4	
	lingual	2	3	5	
17	vestibular	6	2	8	15
	oclusal	2	1	3	
	lingual	2	2	4	
18	vestibular	2	2	4	9
	oclusal	0	1	1	
	lingual	2	2	4	

B. zonas difíciles de cepillar					
Identificación del diente	Zona anatómica	Marcación hombres	Marcación mujeres	Total	Total por pieza dental
19	vestibular	0	1	1	4
	oclusal	0	0	0	
	lingual	1	2	3	
20	vestibular	0	1	1	3
	oclusal	0	0	0	
	lingual	0	2	2	
21	vestibular	0	1	1	4
	oclusal	0	0	0	
	lingual	1	2	3	
22	vestibular	3	1	4	5
	lingual	0	1	1	
23	vestibular	2	3	5	6
	lingual	0	1	1	
24	vestibular	2	4	6	11
	lingual	1	4	5	
25	vestibular	2	4	6	11
	lingual	1	4	5	
26	vestibular	2	3	5	6
	lingual	0	1	1	
27	vestibular	2	1	3	4
	lingual	0	1	1	
28	vestibular	0	1	1	4
	oclusal	0	0	0	
	lingual	1	2	3	
29	vestibular	0	1	1	3
	oclusal	0	0	0	
	lingual	0	2	2	
30	vestibular	0	1	1	6
	oclusal	0	0	0	
	lingual	3	2	5	

B. zonas difíciles de cepillar

Identificación del diente	Zona anatómica	Marcación hombres	Marcación mujeres	Total	Total por pieza dental
31	vestibular	2	2	4	9
	oclusal	0	1	1	
	lingual	2	2	4	
32	vestibular	5	2	7	17
	oclusal	3	1	4	
	lingual	3	3	6	
Total identificación de zonas		104	142	246	246

Tabla 69A. B. zonas difíciles de cepillar

Comodidad	ACTIVIDADES					
usuario	Encender la maquina	Utilizar el cepillo	Enjuagarse la boca	Apagar la maquina	cambiar el cabezal del cepillo	cambiar el dentífrico
1	3	5	5	3	4	3
2	4	3	3	4	2	2
3	5	5	3,5	5	5	4
4	5	4	5	5	4	4
5	4,5	3	5	4,5	4	4,5
6	4	4	3	4	2,5	4
7	4,5	4	3	5	3,5	4
8	5	4	5	5	5	5
9	3,5	4	4,5	5	4,5	4
10	5	3	5	5	5	4
11	5	3	4	4	2	3
12	4,5	4	4,5	4,5	4,5	4,5
13	4	3	4,5	5	4	4
14	1	3	5	4,5	2,5	2,5
15	5	5	5	5	5	5
16	5	3	5	5	5	5
17	3	4	4	4	4	3
18	5	5	5	5	5	5

Comodidad	ACTIVIDADES					
usuario	Encender la maquina	Utilizar el cepillo	Enjuagarse la boca	Apagar la maquina	cambiar el cabezal del cepillo	cambiar el dentífrico
19	5	5	4	5	4	4
20	5	5	5	5	5	5
21	5	5	4,5	5	5	5
22	5	4	4	5	3	4
23	5	5	5	5	5	5
24	5	4	4	4	4	4
25	3	5	4	4	4	4
26	5	4	4	5	4	4
27	2	4,5	4	3,5	5	3
28	3	3	1	2,5	3	4
29	4	5	4	4	3	3
30	4,5	4,5	4,5	4,5	1,5	1,5
Promedio	4,22222222	3,83333333	4,39	4,58333333	3,97	3,91666667

Tabla 70A. Comodidad

INSTRUCCIONES PARA CEPILLARSE LOS DIENTES Y ENJUAGARSE	
usuario	puntaje
1	5
2	3
3	5
4	5
5	4,5
6	4,5
7	4
8	5
9	4
10	4
11	4
12	4,5
13	5
14	2,5
15	5
16	4

INSTRUCCIONES PARA CEPILLARSE LOS DIENTES Y ENJUAGARSE	
usuario	puntaje
17	3
18	5
19	4
20	5
21	5
22	5
23	5
24	5
25	5
26	4
27	3,5
28	3
29	5
30	3,5
PROMEDIO	4,36

Tabla 71A. Instrucciones para cepillarse los dientes y enjuagarse

INSTRUCCIONES PARA CAMBIAR CABEZAL DEL CEPILLO Y EL DENTIFRICO	
usuario	puntaje
1	5
2	3
3	4
4	4
5	4,5
6	3,2
7	2,5
8	5
9	3,5
10	5
11	3
12	4
13	4
14	2,5
15	5
16	4

INSTRUCCIONES PARA CAMBIAR CABEZAL DEL CEPILLO Y EL DENTIFRICO	
usuario	puntaje
17	3
18	5
19	4
20	5
21	5
22	5
23	5
24	5
25	5
26	4
27	3,5
28	3
29	4
30	3,5
PROMEDIO	3,89

Tabla 72A. Instrucciones para cambiar cabezal del cepillo y el dentífrico

A. efecto de limpieza luego de usar Dento.	
Encuesta	PUNTAJE
Javier Payares	10
Diana Carolina Gutierrez	10
Henry Tabares	6
Gladys Zuleyma Rueda	10
Carlos Julian Celis	10
Gerson Julian Niño	9
Cristian Mauricio Lugo	8,5
Pedro Jesus Pabon	10
Promedio	9,1875

Tabla 73A. A. Efecto de limpieza luego de usar Dento

B. zonas difíciles de cepillar					
identificación dientes		marcación hombres	marcación mujeres	total	total por pieza dental
1	vestibular			0	3
	oclusal			1	
	lingual			2	
2	vestibular			0	3
	oclusal			1	
	lingual			2	
3	vestibular			0	1
	oclusal			0	
	lingual			1	
4	vestibular			0	0
	oclusal			0	
	lingual			0	
5	vestibular			0	0
	oclusal			0	
	lingual			0	
6	vestibular			0	0
	lingual			0	
7	vestibular			0	1
	lingual			1	
8	vestibular			0	2
	lingual			2	

identificación dientes		marcación hombres	marcación mujeres	total	total por pieza dental
9	vestibular			0	2
	lingual			2	
10	vestibular			0	1
	lingual			1	
11	vestibular			0	0
	lingual			0	
12	vestibular			0	0
	oclusal			0	
	lingual			0	
13	vestibular			0	0

	oclusal			0	
	lingual			0	
14	vestibular			0	1
	oclusal			0	
	lingual			1	
15	vestibular			0	3
	oclusal			1	
	lingual			2	
16	vestibular			0	3
	oclusal			1	
	lingual			2	
17	vestibular			0	2
	oclusal			0	
	lingual			2	
18	vestibular			0	2
	oclusal			0	
	lingual			2	
19	vestibular			0	0
	oclusal			0	
	lingual			0	
20	vestibular			0	0
	oclusal			0	
	lingual			0	
21	vestibular			0	0
	oclusal			0	
	lingual			0	

B. zonas difíciles de cepillar

identificación dientes		marcación hombres	marcación mujeres	total	total por pieza dental
22	vestibular			0	0
	lingual			0	
23	vestibular			0	1
	lingual			1	
24	vestibular			0	1
	lingual			1	
25	vestibular			0	1
	lingual			1	

26	vestibular			0	1	
	lingual			1		
27	vestibular			0	0	
	lingual			0		
28	vestibular			0	0	
	oclusal			0		
	lingual			0		
29	vestibular			0	0	
	oclusal			0		
	lingual			0		
30	vestibular			0	0	
	oclusal			0		
	lingual			0		
31	vestibular			0	2	
	oclusal			0		
	lingual			2		
32	vestibular			0	2	
	oclusal			0		
	lingual			2		
				32	32	Total Identificación de zonas

Tabla 74A. B. zonas difíciles de cepillar

usuario	ACTIVIDADES					
	Encender la maquina	Utilizar el cepillo	Enjuagarse la boca	Apagar la maquina	cambiar el cabezal del cepillo	cambiar el dentífrico
1	3	5	3	3	3	5
2	5	5	5	5	4	4
3	5	5	4,5	5	4	4
4	5	4,5	5	5	4,5	5
5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	4	5	5	5
7	4	4	3	4	4	4
8	4	5	5	4	5	4
Promedio	4,5	4,8125	4,31	4,5	4,31	4,5

Tabla 75A. Actividades

usuario	puntaje
1	5
2	4
3	5
4	5
5	4,5
6	5
7	5
8	5
PROMEDIO	4,81

Tabla 76A. Instrucciones para cepillarse los dientes y enjuagarse.

usuario	puntaje
1	5
2	4
3	5
4	5
5	5
6	4
7	3,5
8	3
PROMEDIO	4,31

Tabla 78A. Instrucciones para cambiar cabezal del cepillo y el dentífrico.