

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Arquitectura

Tesis

**Construcción de un mueble robot y
su influencia como asistente para
personas con discapacidad motriz
en la Universidad Continental
Huancayo al año 2019**

Franco Sandro Romero Marmolejo

Para optar el Título Profesional de
Arquitecto

Huancayo, 2022

ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	16
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1. Planteamiento del problema	16
1.1.2. Formulación del Problema.....	17
1.2. Objetivos	17
1.3. Justificación e importancia.....	18
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEORICO	21
2.1. Antecedentes del problema	21
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	22
2.2. Bases teóricas	24
2.2.1. Diseño de muebles.....	24
2.2.2. Discapacidad	42
2.2.3. Discapacidad Motriz	47
2.2.4. Discapacidad y educación en el Perú	49
2.2.5. Asistencia a personas con discapacidad	53
2.2.6. Arquitectura, Robótica y Muebles	60
2.3. Definición de términos básicos	91
CAPÍTULO III.....	93
METODOLOGIA.....	93
3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución.....	93
3.2. Herramientas a utilizar	93

3.3. Población y muestra	93
3.3.1. Población	93
3.3.2. Muestra	93
CAPÍTULO IV	94
ANÁLISIS Y DISEÑO DE SOLUCIÓN	94
4.1. MObihelper: Mueble robot asistente	94
4.2. Análisis de accesibilidad y condiciones en el Campus.....	95
4.3. Identificación de requerimiento	104
4.3.1. Análisis del usuario.....	104
4.3.2. Análisis ergonómico.....	110
4.4. Análisis de solución	117
4.5. Diseño Formal	119
4.5.1. Idea rectora	119
4.5.2. Digitalización de la idea	122
4.5.3. Implementación de función Múltiple	125
4.4. Diseño mecánico.....	127
4.5. Diseño Electrónico y control	129
CAPÍTULO V	132
CONSTRUCCIÓN	132
5.1. Prototipos	132
5.2. Materialización de prototipo	133
5.2.1. Proceso de corte	133
5.2.2. Ensamblaje.....	136
5.3. Prueba y resultado.....	152
5.3.1. Prueba interna	152
5.3.2. Prueba del Usuario	158
5.4. Propuesta para implementación en el Campus Universitario	165
CONCLUSIONES	172
TRABAJOS FUTUROS.....	174
REFLEXIONES FINALES	175
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	176
ANEXOS.....	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plan de la Bauhaus	28
Figura 2. Plan de la Bauhaus	29
Figura 3. Marcel Breuer y Guntta Stölzl: sillón africano, 1921	30
Figura 4. Peter Keler: cuna, 1922	30
Figura 5. Silla B3 Marcell Breur	31
Figura 6. Sillón F51	31
Figura 7. Mies sentado en su silla MR	32
Figura 8. Silla Barcelona	32
Figura 9. Panel de la Silla Eames Armchair para el concurso Internacional de bajo coste.	33
Figura 10. Sillon EGG,Arne Jacobsen	33
Figura 11. Parte de la colección y desarrollo de mueble de Zaha Hadid.	34
Figura 12. Diseño de mesa parametrica de Zaha hadid	34
Figura 13. Presentación de mueble del programa Diseño Arquitectónico MARCh	35
Figura 14. Mueble impreso en impresión 3d del programa Diseño Arquitectónico MARCh	35
Figura 15. Walter Arnaos y proyecto mobiliario de patente	36
Figura 16. Mueble multiuso patente de Maricarmen Briones.....	36
Figura 17. Característica diseño universal	38
Figura 18. Población con alguna discapacidad año 2017.....	50
Figura 19. Discapacidad y nivel de educación.....	51
Figura 20. Clasificación de robot según nivel de interacción	54
Figura 21. Human Robot Creado por Toyot	55
Figura 22. Robot Ubot estructura general	56
Figura 23. Robot Huggable aspecto interno y externo.	57
Figura 24. Robot Baymax Universidad continental.....	57
Figura 25. Mueble multifuncional Robótico proyecto del MIT MediaLab	62
Figura 26. Mueble diseñado por computadora y cortado en Maquina CNC	64
Figura 27. Mueble diseñado por computadora y cortado en Maquina CNC	64
Figura 28. Proceso de diseño y corte en cursos del en el Design Fabrication Group	65
Figura 29. Montaje a escala real con asistencia Corte Maquina CNC	65
Figura 30. Dia de trabajo taller Buckylab	65
Figura 31. Desarrollo mecánico de prototipo	67
Figura 32: Desarrollo de mecanismos automatizado robótico	67
Figura 33: Laboratorio Buckylab	68
Figura 34. Mecanismo mecánico robótico para fachada	68
Figura 35. Panel de proyectos de mueble Bucky lab	69
Figura 36. Proyecto de Mecanismo para Fachada implementación de arduino	69
Figura 37. Mobiliario exposición 2017 Buckylab	70
Figura 38. Mobiliario exposición 2017 Buckylab	70
Figura 39. Proyectos de investigación del NCCR DFAB	72
Figura 40.Traducción a través del dibujo Sindi Dojaka 2020	74

Figura 41. Una silla que sirve como adorno/decoración/escultura cinética cuando no se usa, y que se estabiliza y funciona como asiento una vez que alguien se sienta en ella	74
Figura 42. Mobiliario de Jeremy Hollister	75
Figura 43. Mobiliario de Thanatcha Cholpradit	76
Figura 44. Diseño y tecnología de Ghazal Enayati, Maxence, Fromentin, Ziyue Gao.	77
Figura 45. Revisión de proyectos AA Emtech 2021/2022 Diseño de morfología de torres y fabricación de fachadas – Chicago.	77
Figura 46. Revisión de proyectos AA Emtech 2021/2022.	78
Figura 47. Proyecto desarrollado en el AA Emtech 2021/2022.	78
Figura 48. Proyecto de investigación desarrollado en el AA Emtech 2021/2022.	79
Figura 49. Uso del arduino en el AA Emtech.	79
Figura 50. Imagen extraída de trabajos mostrados por los 20 años del AADRL.	81
Figura 51. Trabajo del AADRL mostrado por sus 20 años.	82
Figura 52. Modelo del Laboratorio de diseño de Spyropoulos.	82
Figura 53. Proyecto desarrollado en el Computación Arquitectónica MSc.	84
Figura 54. Diseño paramétrico.	86
Figura 55. Panel de mecanismos desarrollados por alumnos del primer año Taller de Laurin León.	87
Figura 56. Mecanismo del Taller de Larin León.	87
Figura 57. Explorando el arduino en el Ladd.fab ladd.fab.	88
Figura 58. Uso de Rhinoceros. programación y arduino en el ladd.fab.	89
Figura 59. Clase demostrativa con el arquitecto Moncloa	90
Figura 60. Crítica de clase modelo de maqueta en inmersión virtual.	90
Figura 61. Circulación horizontal para para personas con discapacidad campus universitario.	96
Figura 62. Equipamiento para la circulación vertical en el campus.	98
Figura 63. Identificación de ss.hh para personas con discapacidad.	100
Figura 64. Circulación y equipamiento sótano del pabellón G	101
Figura 65. Circulación y equipamiento primer nivel del pabellón G.	102
Figura 66. Circulación y equipamiento primer piso pabellón H.	103
Figura 67. Circulación y equipamiento de sótano del pabellón H.	103
Figura 68. Clases Universidad Continental.	106
Figura 69. Aula de clases Universidad Continental Huancayo	106
Figura 70. Area de biblioteca Universidad Continental sede Huancayo.	107
Figura 71. Clases de cómputo.	107
Figura 72. Área de talleres de arquitectura y dibujo técnico.	108
Figura 73. Aulas de exposición y clases.	108
Figura 74. Encuesta realizada a asociación Omaped –Huancayo.	109
Figura 75. Medida silla de rueda.	110
Figura 76. Antropometrías de personas en silla de ruedas Lateral.	111
Figura 77. Antropometría personas con silla de rueda vista frontal.	112
Figura 78. Movimiento de brazo en mesa.	113
Figura 79. Holgura en una persona en andador.	114
Figura 80. Holgura persona con muleta.	114

Figura 81. Antropometría en una persona con bastón.....	115
Figura 82. Radio de giro en una rueda.	116
Figura 83. Giros en silla de ruedas	116
Figura 84. Holgura mesa de trabajo.	117
Figura 85. Encuesta realizada en el Omaped –Huancayo.	118
Figura 86. Encuesta realizada en el Omaped –Huancayo.	118
Figura 87. Encuesta realizada en el Omaped –Huancayo.	119
Figura 88. Encuesta realizada en el Omaped –Huancayo.	119
Figura 89. Diagrama de cuerpo libre de un ave.	120
Figura 90. Idea conceptual propia.....	121
Figura 91. Bosquejo de idea propia.....	121
Figura 92. Plano AUTOCAD prototipo elevación lateral.....	122
Figura 93. Modelo de la mesa en Sketchup.	123
Figura 94. Modelo Mesa cuatro patas.	123
Figura 95. Pantalla Sketchup modelado 3d con vista isométrica.....	124
Figura 96. Vistas isométricas lateral y frontal modelo digital.	124
Figura 97. Se muestra una vista del mueble usado como apoyo convencional, mesa de escritorio y el tablero deslizable para guardas objetos libros.	125
Figura 98. Prototipo Glass con mesa de dibujo.....	126
Figura 99. Prototipo como monitor y teclado braille.....	127
Figura 100. Muestra detalles de acople brazos mecánicos motor y mesa.	128
Figura 101. Detalle de motor y brazos mecánicos de tablero rotatable.....	128
Figura 102. Vista de planta inferior de la mesa y parte mecánica del tablero deslizable.	129
Figura 103. Diseño pantalla de app iniciales.	130
Figura 104. Diseño pantalla de app finales.	130
Figura 105. Bloques de programación de aplicativo.....	131
Figura 106. Prototipo 4 patas.....	132
Figura 107: Prototipo suspendido dos patas.	132
Figura 108. Piezas según las partes.....	134
Figura 109. Lamina diagramada para cortes laser.	134
Figura 110. Corte laser de patas.....	135
Figura 111. Corte de piezas.	135
Figura 112. Armado de piezas.	136
Figura 113. Primer brazo mecánico.	137
Figura 114. Brazo mecánico final ensamblado.....	137
Figura 115. Soporte de servos armados.....	138
Figura 116. Soporte de anclaje impreso 3d.	138
Figura 117. Proceso de ensamble caja de control.	139
Figura 118. Proceso de ensamble global.....	140
Figura 119. sistema mecánico mesa rotativa.....	141
Figura 120. Sistema mecánico de teclado.....	142
Figura 121. Brazo mecánico de teclado.	142
Figura 122. Compilación de lenguaje Arduino.....	143

Figura 123. Prueba de circuito.	144
Figura 124. Prueba de ángulo y orientación de servo.....	144
Figura 125. Falla de conectividad de prueba aplicativo.....	145
Figura 126. Reporte de fallas Mit inventor	146
Figura 127. Ejemplo de bloque de conexión Bluetooth MIT app inventor	146
Figura 128. Llegada de cables a servo.....	147
Figura 129. Prueba externa de circuito.....	148
Figura 130. Implementación de soportes impresos 3d.....	148
Figura 131. Ensamblado de Centro de control.....	149
Figura 132. Caja de control central y Arduino.	149
Figura 133. Vistas de ensamble y ubicación de Sensor ultrasonido.	150
Figura 134. Vistas de ensamble final.....	151
Figura 135. Prueba aplicativo y servos.....	154
Figura 136. Fotografía de prueba.....	154
Figura 137. Prueba servo tecla contraído.	155
Figura 138. Prueba tecla extendida.....	155
Figura 139. Prueba distancia y ultrasonido.....	156
Figura 140. Encuesta de prototipo.....	160
Figura 141. Encuesta de prototipo.....	161
Figura 142. Encuesta de prototipo.....	161
Figura 143. Encuesta de prototipo.....	162
Figura 144. Encuesta de prototipo.....	162
Figura 145. Encuesta de prototipo.....	163
Figura 146. Encuesta de prototipo.....	163
Figura 147. Encuesta de prototipo.....	164
Figura 148. Encuesta de prototipo.....	164
Figura 149. Encuesta de prototipo.....	165
Figura 150. Propuesta de ubicación en el aula H-505.....	166
Figura 151. Propuesta de ubicación de mobiliario aula H-704.	166
Figura 152. Propuesta de ubicación Mobihelper aula H-804.....	167
Figura 153. Desplazamiento acorde radio de giro Aula H-704.	168
Figura 154. Ilustración de desplazamiento en aula H-505.....	168
Figura 155. Desplazamiento acorde a radio de giro aula H-804.	169
Figura 156. Posible distribución y composición del mobiliario en áreas más amplias.	170
Figura 157. Propuesta de organización en espacios de biblioteca o amplias.	170
Figura 158. Ilustración de uso del modelo final.	171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Curriculum bauhaus segun el libro "bauhaus, 1919-1928"	26
Tabla 2:Los principios del diseño universal. (adaptado de Connell et al., 1997)	38
Tabla 3: Relación de la ergonomía con otros campos	41
Tabla 4:Enfoque de discapacidad.....	43
Tabla 5:PERÚ: POBLACIÓN CON Y SIN DISCAPACIDAD, SEGÚN SEXO Y ÁREA DE RESIDENCIA, 2017.....	49
Tabla 6: Tabla fig 25.	111
Tabla 7: Valores para variables en alcances según antropometría.....	113
Tabla 8:Formularios de validación	153
Tabla 9:Formulario de validación recepción de voz.....	157
Tabla 10:Prueba de validación final	158
Tabla 11: Prueba de funcionalidad e interacción con el usuario	158

RESUMEN

En esta investigación se tiene por objetivo diseñar un mueble —en base a conocimientos espaciales y arquitectónicos— con la finalidad de determinar su funcionamiento y aprobación como asistente para los alumnos con discapacidad motriz de la Universidad Continental. A partir de ello, se propone la creación del prototipo del mueble robot denominado Mobihelper, el cual tiene como base el análisis de la infraestructura de la Universidad Continental y su accesibilidad para personas con discapacidad motriz.

Para la implementación de este diseño recurrimos a diferentes áreas tales como: el diseño, a través de programas arquitectónicos como AutoCAD y Sketchup; tecnología, con la automatización a través del uso de programas como Arduino y máquinas CNC; y la impresión 3D, porque esta facilita la construcción del mueble. Con la aplicación del modelo doble diamante se obtuvo un producto que fue evaluado y validado por la comunidad de personas con discapacidad motora, a través de encuestas virtuales. Los usuarios concluyen que el diseño, manejo y automatización del Mobihelper influye de manera positiva como asistente; lo que ayudaría a reducir las barreras, lograr la independencia de los alumnos y, posteriormente, plantear las bases para su implementación dentro del campus de la UC.

Palabras clave: Discapacidad, asistencia, inclusión, robot, automatización.

ABSTRACT

The objective of this research is to design a piece of furniture —based on spatial and architectural knowledge— to determine its operation and approval as an assistant for students with motor disabilities at Universidad Continental. From this, the creation of the prototype of the robot furniture called Mobihelper is proposed, which is based on the analysis of the design of the infrastructure of the Continental University and its accessibility for people with motor disabilities.

The implementation of this design combines different branches: design, through architectural programs for professional use (AutoCAD, Sketchup); technology, with automation using programs such as Arduino and CNC machines; and 3D printing, which facilitates the construction of the furniture. With the application of the double diamond model, a product was obtained that was evaluated and validated by the community of people with motor disabilities, through surveys. Users conclude that Mobihelper's design, management and automation have a positive influence as an assistant, which would help reduce barriers, achieve student independence and, later, lay the groundwork for its implementation within the UC campus.

Keywords: Disability, assistance, inclusion, robot, automation.