



Universidad Tecnológica de la Mixteca
Instituto de Diseño

“Rediseño de un pupitre ergonómico utilizando las estructuras metálicas de desecho existentes en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, aplicando las tecnologías de remanufactura para su construcción.”

Tesis

Para obtener el título de:
Ingeniero en Diseño

Presenta

López Hernández Emmanuel

Director de tesis

M.D.I Iturbide Jiménez Fernando

H. Cd. de Huajuapán De León, Oaxaca. Diciembre 2025

Gracias a Ti, mi Dios y mi Padre amado, por dirigirme hacia la culminación de esta etapa de la vida y mostrarme nuevos horizontes aún por descubrir.

Sé que estarás y estás conmigo en cada momento, guiándome a cumplir tu perfecta voluntad. Este trabajo es el reflejo de que en Ti todo es posible.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a mi director de tesis, el M.D.I Fernando Iturbide. Su forma de instruirme y aconsejarme cambió la forma personal al realizar proceso de diseño y el desarrollo de proyectos. Que esa determinación por enseñar a otros se extienda a más generaciones.

A mi familia, especialmente a mis padres, les agradezco profundamente su amor incondicional y su apoyo constante. Gracias por alentarme en seguir adelante cuando sentía que no podía y a impulsarme a los siguientes retos que vendrán. A mis hermanos, quienes tienen un camino largo por recorrer y ser ellos mi responsabilidad en darles ejemplo. A mis familiares, en especial a mi tío Iyari; que sin duda impartieron sus buenos deseos para continuar. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A la Universidad Tecnológica de la Mixteca, gracias por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. Mi gratitud también va al Instituto de Diseño, a los profesores y personal académico que me guiaron y me enseñaron en este largo camino.

Y finalmente, a mis amigos y compañeros, por compartir la etapa estudiantil. Los trabajos y las relaciones forjadas que nos permitieron crecer en conjunto.

A todos, gracias por ser parte de este viaje.

ÍNDICE

DEDICATORIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTOS	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
Introducción	xix
CAPÍTULO 1: ASPECTOS PRELIMINARES	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Estado del arte	5
1.2.1 Mia Table	6
1.2.2 Banca Universitaria RE-921	6
1.2.3 Silla escolar Concha de Paleta Adulto	8
1.2.4 Proyecto de mobiliario para universidades	9
1.3 Planteamiento del problema	9
1.4 Justificación	12
1.5 Objetivo General	13
1.6 Objetivos específicos y metas	13
1.7 Metodología	14
Resumen del capítulo	17

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO _____ **21**

2.1	Pupitre escolar _____	23
2.1.1	Antecedente Histórico _____	23
2.1.2	Concepto pupitre escolar _____	24
2.1.3	Partes de un pupitre escolar _____	24
2.1.4	Tipos de pupitres _____	25
2.1.5	Materiales empleados en los pupitres _____	26
2.2	Remanufactura _____	26
2.2.1	Tecnologías de la Remanufactura _____	30
2.3	Ergonomía _____	39
2.3.1	Importancia de la Ergonomía. _____	39
2.3.2	Dimensiones Antropométricas Mexicanas _____	40
2.3.3	Metodologías de evaluación ergonómica _____	43
2.3.4	Análisis y recolección de datos _____	45
2.3.5	Relación con la remanufactura y ergonomía _____	48
	Resumen del capítulo _____	50

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA _____ **49**

3.1	Perfil del usuario _____	51
3.1.1	Identificación _____	51
3.1.2	Características _____	51
3.1.3	Interrelación con los productos _____	52
3.1.4	Aspectos de la remanufactura _____	52
3.1.5	Resultados _____	53
3.2	Conceptualización _____	63
3.2.1	Generación del concepto de diseño _____	63
3.2.2	Elección de método creativo _____	63
3.2.3	Ejecución del método creativo _____	64
3.2.4	Conceptos _____	73
3.2.5	Pupitre "Cinema" _____	77
3.2.6	Pupitre "Old School" _____	82

3.2.7	Pupitre "Simple Method" _____	90
3.3	Elección de la propuesta _____	97
3.3.1	Métodos de evaluación _____	97
3.3.2	Proceso _____	98
3.3.3	Remanufactura aplicada a las propuestas _____	108
3.4	Diseño a detalle _____	110
3.4.1	Refinamiento de la propuesta escogida _____	110
	Resumen del capítulo _____	120
	CAPÍTULO 4: PRUEBAS _____	121
4.1	Introducción _____	123
4.2	Prueba ergonómica _____	123
4.2.1	Ejecución del método RULA _____	123
4.3	Aplicación del análisis estático al pupitre _____	130
4.3.1	Proceso del análisis _____	131
4.3.2	Resultados de la aplicación del análisis estático _____	132
4.4	Remanufactura aplicada al proceso de manufactura _____	135
	Resumen del capítulo _____	139
	Conclusión _____	141
	Referencias _____	143
	Anexo _____	151
	Anexo A: Formulario aplicado al alumnado de la Universidad _____	151
	Anexo B: Entrevista a los encargados de talleres de la Universidad _____	161
	Anexo C: Elección de la propuesta _____	165
	Anexo D: Planos del Pupitre "Old School" _____	185

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Pupitre blanco.	3
FIGURA 2. Pupitre antiguo.	4
FIGURA 3. Pupitre antiguo reparado.	4
FIGURA 4. Pupitre actual.	5
FIGURA 5. Pupitre nuevo.	5
FIGURA 6. Mobiliario de la UJI.	9
FIGURA 7. Pupitres de la UJI.	9
FIGURA 8. Pupitres almacenados en la UTM.	10
FIGURA 9. Pupitre dañado de la UTM.	11
FIGURA 10. Modelo de Total Design.	15
FIGURA 11. Metodología a seguir, parte 1.	16
FIGURA 12. Metodología a seguir, parte 2.	17
FIGURA 13. El "Fashion Desk".	23
FIGURA 14. Proceso de remanufactura.	28
FIGURA 15. Pasos de la remanufactura.	29
FIGURA 16. Modelo "Antiguo" arrumbado.	46
FIGURA 17. Modelo "Actual" arrumbado.	47
FIGURA 18. Modelo "Desconocido" arrumbado.	48
FIGURA 19. Pupitre núm. 2, Banca Universitaria RE-921.	61
FIGURA 20. Pupitre núm. 1, comúnmente reparado por la universidad.	61
FIGURA 21. Pupitre núm. 3, Silla escolar Mia Table	62
FIGURA 22. Pupitre "Atril", idea inicial del pupitre "Simple Method".	64
FIGURA 23. Pupitre "Conexión S", idea inicial del pupitre "Cinema".	64
FIGURA 24. Pupitre "Tradicional I", idea inicial del pupitre "Old School".	65
FIGURA 25. Pupitre "Tradicional II", idea inicial del pupitre "Old School".	65
FIGURA 26. Boceto refinado de pupitre "Cinema", hoja 1.	66
FIGURA 27. Boceto refinado de pupitre "Cinema", hoja 2.	67
FIGURA 28. Boceto refinado de pupitre "Novo Aula", eventualmente renombrado como "Old School", hoja 1.	68
FIGURA 29. Boceto refinado de pupitre "Novo Aula", eventualmente renombrado como "Old School", hoja 2.	69

FIGURA 30. Boceto refinado de pupitre "Atril", eventualmente renombrado como "Simple Method", hoja 1.	70
FIGURA 31. Boceto refinado de pupitre "Atril", eventualmente renombrado como "Simple Method", hoja 2.	71
FIGURA 32. Pupitre "Cinema".	74
FIGURA 33. Pupitre "Old School".	75
FIGURA 34. Pupitre "Simple Method".	76
FIGURA 35. Relación entre un portavasos y la paleta del pupitre "Cinema" a través de la función.	78
FIGURA 36. Ejemplificación del uso del pupitre "Cinema".	79
FIGURA 37. Medidas generales del pupitre "Cinema".	80
FIGURA 38. Unión entre elementos del pupitre "Cinema".	80
FIGURA 39. Posible estructura salvada para la propuesta "Cinema".	81
FIGURA 40. Funciones de la paleta en el pupitre "Old School".	83
FIGURA 41. Función de abatimiento de la paleta en el pupitre "Old School".	84
FIGURA 42. Función del respaldo "Seguidor" en el pupitre "Old School".	85
FIGURA 43. Ejemplificación del uso del pupitre "Old School".	85
FIGURA 44. Medidas generales del pupitre "Old School".	86
FIGURA 45. Unión entre elementos del pupitre "Old School".	87
FIGURA 46. Posible estructura salvada para la propuesta "Old School".	88
FIGURA 47. Función "Lazy Susan" del asiento en el pupitre "Simple Method".	91
FIGURA 48. Comparación de posturas en el pupitre "Simple Method".	92
FIGURA 49. Ejemplificación del uso del pupitre "Simple Method".	92
FIGURA 50. Medidas generales del pupitre "Simple Method".	93
FIGURA 51. Unión entre elementos del pupitre "Simple Method".	94
FIGURA 52. Posible estructura salvada para la propuesta "Simple Method".	95
FIGURA 53. Posible estructura a reutilizar para la propuesta "Simple Method".	95
FIGURA 54. Infografía del pupitre "Old School", parte 1.	111
FIGURA 55. Infografía del pupitre "Old School", parte 2.	112
FIGURA 56. Infografía del pupitre "Old School", parte 3.	113
FIGURA 57. Infografía del pupitre "Old School", parte 4.	114
FIGURA 58. Infografía del pupitre "Old School", parte 5.	115
FIGURA 59. Plano explosivo del pupitre "Old School".	116
FIGURA 60. Plano de medidas generales del pupitre "Old School".	117
FIGURA 61. Estructura salvada para el pupitre "Old School".	118
FIGURA 62. Puntuación del brazo.	124
FIGURA 63. Puntuación del antebrazo.	125
FIGURA 64. Puntuación de la muñeca en ángulo.	126

FIGURA 65. Puntuación del giro de la muñeca.	126
FIGURA 66. Puntuación del cuello, rotación.	127
FIGURA 67. Puntuación del cuello, flexión.	127
FIGURA 68. Puntuación del tronco,	128
FIGURA 69. Puntuación del tronco, ángulo.	128
FIGURA 70. Puntuación de las piernas.	128
FIGURA 71. Resultados de análisis estático en la estructura del pupitre.	131
FIGURA 72. Análisis de desplazamientos.	132
FIGURA 73. Proceso de remanufactura del pupitre "Old School".	136
FIGURA 74. Primera parte: información del usuario.	151
FIGURA 75. Segunda parte: relación con el pupitre escolar.	155
FIGURA 76. Formulario del pupitre "Cinema", parte 1.	165
FIGURA 77. Formulario del pupitre "Cinema", parte 2.	166
FIGURA 78. Formulario del pupitre "Cinema", parte 3.	167
FIGURA 79. Formulario del pupitre "Cinema", parte 4.	168
FIGURA 80. Formulario del pupitre "Cinema", parte 5.	169
FIGURA 81. Formulario del pupitre "Cinema", parte 6.	170
FIGURA 82. Formulario del pupitre "Old School", parte 1.	171
FIGURA 83. Formulario del pupitre "Old School", parte 2.	172
FIGURA 84. Formulario del pupitre "Old School", parte 3.	173
FIGURA 85. Formulario del pupitre "Old School", parte 4.	174
FIGURA 86. Formulario del pupitre "Old School", parte 5.	175
FIGURA 87. Formulario del pupitre "Old School", parte 6.	176
FIGURA 88. Formulario del pupitre "Simple Method", parte 1.	177
FIGURA 89. Formulario del pupitre "Simple Method", parte 2.	178
FIGURA 90. Formulario del pupitre "Simple Method", parte 3.	179
FIGURA 91. Formulario del pupitre "Simple Method", parte 4.	180
FIGURA 92. Formulario del pupitre "Simple Method", parte 5.	181
FIGURA 93. Formulario del pupitre "Simple Method", parte 6.	182
FIGURA 94. Formulario del pupitre "Simple Method", parte 7.	183
FIGURA 95. Estructura pupitre "Old School", hoja 1.	185
FIGURA 96. Estructura pupitre "Old School", hoja 2.	186
FIGURA 97. Paleta pupitre "Old School", hoja 1.	187
FIGURA 98. Paleta pupitre "Old School", hoja 2.	188
FIGURA 99. Respaldo pupitre "Old School", hoja 1.	189

FIGURA 100. Seguidor pupitre "Old School", hoja 1. _____	190
FIGURA 101. Asiento pupitre "Old School", hoja 1. _____	191

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Características del modelo Mia Table.	6
TABLA 2. Características del modelo Banca Universitaria RE-921.	7
TABLA 3. Características del modelo Silla escolar Concha de Paleta Adulto.	8
TABLA 4. Tecnologías de reacondicionamiento.	37
TABLA 5. Dimensiones antropométricas en mujeres.	42
TABLA 6. Dimensiones antropométricas en hombres.	42
TABLA 7. Datos del modelo "Antiguo".	45
TABLA 8. Datos del modelo "Actual".	46
TABLA 9. Datos del modelo "Desconocido".	47
TABLA 10. Orden de importancia de los resultados.	54
TABLA 11. Necesidades interpretadas de los estudiantes de la UTM.	55
TABLA 12. Necesidades interpretadas de los encargados de los talleres de la UTM.	55
TABLA 13. Necesidades definidas y ajustadas en orden de importancia.	57
TABLA 14. Ponderación de la importancia a las necesidades.	57
TABLA 15. Métricas.	58
TABLA 16. Requerimientos, basada en el "Manual de Diseño Industrial".	59
TABLA 17. Requerimientos.	60
TABLA 18. Declaración de la misión del pupitre remanufacturado de la universidad.	62
TABLA 19. Características distintivas.	72
TABLA 20. Elementos distintivos en la paleta.	72
TABLA 21. Elementos distintivos en la parrilla.	72
TABLA 22. Elementos distintivos en los materiales.	73
TABLA 23. Características distintivas del pupitre "Cinema".	74
TABLA 24. Características distintivas del pupitre "Old School".	75
TABLA 25. Características distintivas del pupitre "Simple Method".	77
TABLA 26. Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Cinema".	77
TABLA 27. Elementos distintivos en los materiales del pupitre "Cinema".	77
TABLA 28. Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación de la propuesta "Cinema".	81
TABLA 29. Análisis de fabricación del pupitre "Cinema", en relación con las tecnologías de remanufactura.	82
TABLA 30. Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Old School".	82
TABLA 31. Distintivos en los materiales del pupitre "Old School".	83

TABLA 32. Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación de la propuesta "Old School".	89
TABLA 33. Análisis de fabricación del pupitre "Old School", en relación con las tecnologías de remanufactura.	89
TABLA 34. Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Simple Method".	90
TABLA 35. Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Simple Method".	90
TABLA 36. Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación de la propuesta "Simple Method".	96
TABLA 37. Análisis de fabricación del pupitre "Simple Method", en relación con las tecnologías de remanufactura.	96
TABLA 38. Funciones de entusiasmo / motivación ajustadas a las necesidades con sus preguntas.	100
TABLA 39. Funciones de rendimiento / deseadas ajustadas a las necesidades con sus preguntas.	100
TABLA 40. Funciones neutras / indiferentes ajustadas a las necesidades con sus preguntas.	100
TABLA 41. Funciones básicas / esperadas ajustadas a las necesidades con sus preguntas.	101
TABLA 42. Función invertida / rechazo ajustada a la necesidad con su pregunta.	101
TABLA 43. Respuestas del formulario a los alumnos, referente al pupitre "Old School".	102
TABLA 44. Respuestas del formulario a los alumnos, referente al pupitre "Cinema".	102
TABLA 45. Respuestas del formulario a los alumnos, referente al pupitre "Simple Method".	103
TABLA 46. Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones de entusiasmo.	103
TABLA 47. Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones de rendimiento.	103
TABLA 48. Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones neutras.	104
TABLA 49. Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones básicas.	104
TABLA 50. Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las función de rechazo.	104
TABLA 51. Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones de entusiasmo.	104
TABLA 52. Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones de rendimiento.	105
TABLA 53. Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones neutras.	105
TABLA 54. Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones básicas.	105
TABLA 55. Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las función de rechazo.	105
TABLA 56. Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones de entusiasmo.	106
TABLA 57. Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones de rendimiento.	106
TABLA 58. Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones neutras.	106
TABLA 59. Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones básicas.	106
TABLA 60. Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las función de rechazo.	107
TABLA 61. Puntaje por categoría de función y pupitres.	107
TABLA 62. Puntaje por categoría de función y pupitres, comparativa entre el pupitre "Cinema" y el pupitre "Simple Method".	108
TABLA 63. Grado de cumplimiento del pupitre "Cinema".	109

TABLA 64. Grado de cumplimiento del pupitre "Old School".	110
TABLA 65. Grado de cumplimiento del pupitre "Simple Method".	110
TABLA 66. Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación del pupitre "Old School".	119
TABLA 67. Cuantificación aproximada del costo de fabricación del pupitre "Old School".	119
TABLA 68. Comparativa de costos entre pupitres.	119
TABLA 69. Puntuación del brazo.	124
TABLA 70. Puntuación del antebrazo.	125
TABLA 71. Puntuación de la muñeca en ángulo.	125
TABLA 72. Puntuación del giro de la muñeca.	126
TABLA 73. Puntuación del cuello.	127
TABLA 74. Puntuación del tronco.	127
TABLA 75. Puntuación de las piernas.	128
TABLA 76. Puntuación Del Grupo A.	129
TABLA 77. Puntuación del Grupo B.	129
TABLA 78. Calificación final de cada grupo.	129
TABLA 79. Calificación RULA.	130
TABLA 80. Nivel de actuación.	130
TABLA 81. Tecnologías de manufactura que emplearán para la remanufactura del pupitre.	135
TABLA 82. Proceso directo de remanufactura del pupitre "Old School".	136
TABLA 83. Seguimiento del proceso de remanufactura del pupitre "Old School" (plan de acción).	137

Introducción

Un ámbito importante dentro de la sociedad actual contemporánea es la educación. UNICEF México (s. f.) señala que la educación es un derecho básico para todos, que otorga conocimiento y talentos necesarios para el desarrollo del individuo.

Su propósito radica en la formación y preparación en la vida del estudiante, y para ello se requiere de cooperación e interrelación entre el estudiante y el tutor o profesor. (Equipo editorial, Etecé, 2025). En esta relación, se encuentran la ocupación de objetos, y de esos objetos se encuentran los pupitres escolares.

Dentro de este documento encontrará la realización un rediseño de pupitre de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, empezando por una previa investigación dentro de la universidad; desde los tipos de pupitres existentes dentro de las aulas, hasta los detalles del problema. Ya definida la problemática a resolver, junto con los objetivos y la elección de la metodología; se prosiguió a investigar aquellos detalles relacionados acerca del pupitre y de los estudiantes. Asimismo, se indagaron aspectos de la remanufactura; esto por el desuso de los pupitres de la universidad. Con ello, se sigue a la determinación de las necesidades del usuario referentes a su experiencia con el pupitre y de ahí, a la elaboración de las propuestas de diseño. Cada propuesta fue evaluada por el método de Kano, llegando a la propuesta escogida que satisfaga mejor las necesidades del usuario. Esta propuesta tuvo un refinamiento, que conllevó a cambios sutiles en algunos elementos de la estructura y en el material de algunos de los componentes. Para la comodidad del estudiante, se evaluó la propuesta escogida por el método RULA ocupando un modelo de baja resolución; y para corroborar la seguridad del usuario, se realizó un análisis estático. Al final, se desarrolló toda la información técnica en conjunto con el proceso de remanufactura del pupitre rediseñado.

Capítulo 1:

Aspectos

Preliminares

1.1 Antecedentes

La enseñanza se ha caracterizado por la calidad y el esfuerzo de los estudiantes por aprender y conocer. En medio de estos elementos se encuentra a su vez el espacio y los objetos utilizados por el alumno y el maestro. Sin embargo, la importancia que se le ha dado a estos objetos ha sido muy poca o incluso nula. Y si eso no fuera poco, la evolución acelerada que traen las nuevas tecnologías y el conocimiento mismo no van a la misma velocidad que el mobiliario del lugar. Del mobiliario empleado en el aula, el más ocupado son los pupitres, donde el alumno apunta y realiza diferentes actividades durante la clase.

En la Universidad Tecnológica de la Mixteca, con 1966 matrículas de estudiantes (en el año 2022); un problema común que encontramos es el mobiliario de las aulas, específicamente los pupitres escolares que hace ya mucho tiempo no resuelven las necesidades propias del alumno y de la clase. A su vez, el tiempo que el estudiante de la universidad pasa sentado es factor, estando en esa posición alrededor de cinco hasta nueve horas, con sesiones dentro de una misma aula de una hora a un máximo de tres. Añadiendo además que estos pupitres tienen daños por un mal uso o simplemente por la antigüedad de los mismos.

La Universidad cuenta con 57 aulas escolares, 10 de estas aulas cuentan con mobiliario tipo silla y mesa. De las 47 aulas restantes tienen alrededor de 1880 pupitres, de diferentes modelos y diferentes características.

Las aulas con el número 31 y 32 cuentan con un pupitre color blanco, tradicional y con respaldo plano. Son los pupitres con menos reparaciones y apenas son 80 en total.

FIGURA 1.

Pupitre blanco.



Fuente. Propia.

Y en las 45 aulas restantes, se encuentra el mobiliario más común de la Universidad; el pupitre marrón. De estos pupitres son un aproximado de 1800, variando en cuatro modelos.

El primero, el pupitre antiguo; el cual tiene más de 20 años y ha pasado a reparación varias veces, ajustado por el personal de manufactura en maderas y metales.

FIGURA 2.

Pupitre antiguo.



Fuente. Propia.

FIGURA 3.

Pupitre antiguo reparado.



Fuente. Propia.

El segundo tipo de pupitre es el actual, un modelo con el respaldo y asiento curvados, forrado de melamina. Y el pupitre más reciente, con la adición de una paleta más grande, aunque tiene la desventaja de tener el respaldo y los asiento planos.

FIGURA 4.

Pupitre actual.



Fuente. Propia.

FIGURA 5.

Pupitre nuevo.



Fuente. Propia.

Estos pupitres representan al mobiliario que más se daña y se repara continuamente en la institución.

1.2 Estado del arte

En la industria existe una infinidad de mobiliario escolar como pupitres, mesas, bancos, sillas y otros más. Escoger concretamente uno sobre otro es muy complicado. Para las instituciones, la búsqueda por el pupitre adecuado resulta difícil, indagando por tanto un precio accesible como una buena duración del producto; tomando en cuenta también las características del mobiliario que puedan ayudar un poco más al alumno.

Aquí se mostrarán algunos modelos de pupitres que consideran la ergonomía como parte de su atractivo y virtud. Incluyendo otro modelo similar al de la Universidad, tomándolo de referencia en precio y características similares.

1.2.1 Mia Table

La empresa Mirplay School con sede en Avinyó en Barcelona, busca entender las necesidades del alumno y el maestro, involucrándose lo más posible en ese ambiente para que sus productos ofrezcan el interés por aprender.

La empresa cuenta con varios modelos, entre todos estos destaca la silla escolar con pala Mia Table. Esta silla tiene un gran parecido con el pupitre tradicional de las escuelas, pero con cambios definidos para el confort del estudiante.

TABLA 1.

Características del modelo Mia Table.



Modelo	Mia Table
Empresa	Mirplay School
Materiales	Fabricada en Polipropileno
Aditamentos con los que cuenta	Silla versátil y resistente Mesa abatible giratoria 360° Soporte para bebidas Bandeja en la parte inferior
Precio estimado	205 EUR (3,820 MXN aprox.)

Fuente. Mirplay school. (s. f.).

1.2.2 Banca Universitaria RE-921

KeMueble es una empresa mexicana, con sitio en la Ciudad de Querétaro, Querétaro. Fabricantes de muebles para oficina principalmente. Esta empresa tiene en su catálogo de

clientes a varias universidades, en las que destacan a la UNAM y el Tecnológico de Monterrey. Además de contar con organismos gubernamentales como el INE o el mismo municipio de Querétaro.

Esta banca pertenece a su catálogo de sillas con paleta y mesabancos, cuenta con una estructura tubular de forma de trineo elaborada de acero Cal-16. La paleta es rígida, no es espaciable; pero su asiento y respaldo tienen un diseño ergonómico para un mejor confort al estudiante .

TABLA 2.

Características del modelo Banca Universitaria RE-921.



Modelo	Banca Universitaria RE-921
Empresa	KeMueble
Materiales	Estructura: Elaborada de Acero tubular Cal-16. Asiento y respaldo: Fabricada en Polipropileno de alta resistencia. Paleta: Fabricada en canto rígido y laminado plástico.
Aditamentos con los que cuenta	Silla resistente Mesa abatible giratoria 90° Bandeja en la parte inferior Paleta tradicional o común
Precio estimado	2,242 MXN

Fuente. KeMueble. (s. f.).

1.2.3 Silla escolar Concha de Paleta Adulto

La empresa Ofik es una compañía con más de 39 años de experiencia en equipamiento de oficinas. Son uno de los mejores proveedores en México para empresas desde las pequeñas hasta las grandes. Son del estado de Nuevo León con sede en Av. Poseidón 1401, Parque industrial del Poniente Kalos, Santa Catarina. Cuentan con otra sede en Chihuahua.

Su silla escolar concha de paleta es muy similar a los pupitres convencionales. Ideado para las necesidades de comodidad, firmeza, durabilidad y de fácil manejo. Contempla hacer juego en cualquier institución académica. Con estructura metálica, una charola plana inferior y la clásica paleta; la silla solo tiene un simple cambio en el asiento, donde se busca la comodidad al sentarse.

TABLA 3.

Características del modelo Silla escolar Concha de Paleta Adulto.



Modelo	Silla escolar Concha de Paleta Adulto
Empresa	Ofik
Materiales	Estructura: Elaborada de Acero tubular de 7/8 in, calibre 18. Asiento y respaldo: Fabricada en concha integral de polipropileno. Paleta: Hecha de melanina de 16 mm
Aditamentos con los que cuenta	Silla resistente Mesa fija Bandeja en la parte inferior Paleta tradicional o común
Precio estimado	1692.74 MXN

Fuente. Ofik. (s. f.).

1.2.4 Proyecto de mobiliario para universidades

Un proyecto donde se implementa un nuevo mobiliario para la reciente facultad de Ciencias en la Salud de la UJI de Castellón, en el que proponen su silla de pala FG Plus y el pupitre SafeKnow. Estos mantienen la seguridad, movilidad y alta resistencia. Los pupitres tienen ruedas para no generar ruido, mientras que las sillas de pala son versátiles y estables.

FIGURA 6.

Mobiliario de la UJI.



Fuente. Giner, F. (2018, 8 de enero).

FIGURA 7.

Pupitres de la UJI.



Fuente. Giner, F. (2018, 8 de enero).

1.3 Planteamiento del problema

El desuso de los objetos se ha vuelto un problema mayúsculo, esencialmente cuando hablamos de productos que ocupamos en cada momento. Aunque exista el interés por el medio ambiente, lamentablemente no hay la preocupación pertinente del ser humano a hacer algo al respecto.

Comúnmente usamos artículos, prendas, muebles y toda clase de objetos; esto sin saber la duración que tendrán y el daño que ocasionarán. Todo objeto es susceptible a la decadencia. En este caso, ya sea por el mal cuidado o algo tan simple como el tiempo, los pupitres escolares tienden a ser arrumbados y/o desechados.

En la Universidad Tecnológica de la Mixteca, es muy frecuente el desuso y desecho de los pupitres que tengan algún daño menor. La despreocupación por este mobiliario ha llevado a que se acumule un aproximado de cincuenta pupitres en el área de mantenimiento de la propia Universidad. Los daños más comunes son el picado del material en los respaldos, asientos y paletas, siendo las paletas y asientos los que presentan desprendimientos, rayaduras o quebraduras.

Este acumulamiento, añadido con la exposición de las estructuras metálicas y elementos de madera a la intemperie, donde si el daño anterior no era más que suficiente; terminan rematando lo último rescatable que había. Esto se convierte en un gasto mayor de reparación para los talleres de manufactura en metales y maderas.

FIGURA 8.

Pupitres almacenados en la UTM.



Fuente. Propia.

En los talleres de manufactura se sigue el siguiente proceso para la reparación de los pupitres:

1. Evaluación del pupitre viejo.
2. Limpieza de la estructura metálica.

3. Soldado en caso de ser necesario y pintado de la estructura metálica.
4. Manufactura del respaldo, la paleta y el asiento para el pupitre.
5. Colocación de melamina a las piezas anteriores.
6. Ensamblado de las piezas a la estructura metálica.

FIGURA 9.

Pupitre dañado de la UTM.



Fuente. Propia.

Esta reparación no considera aspectos ergonómicos ni las necesidades del alumnado.

Este mobiliario lamentablemente es dado de baja cuando no hay según una reparación posible, además de que el proceso para recuperarlos es caro; dando a la idea de mejor comprar uno nuevo a reparar el antiguo.

Se agrega también que este mueble no considera las actuales necesidades tecnológicas que las generaciones actuales emplean, como las tabletas, computadoras, teléfonos celulares, entre otras cosas más. Asimismo, la colocación de sus materiales de trabajo como mochilas o proyectos en un lugar asignado, en consideración con la facilidad para poder acudir al mismo.

López et al. (2007) señalan que la ergonomía es necesaria, debido al confort, el desarrollo de la actividad que se realice y la misma salud física del alumno. Las instituciones mejoran cada vez más sus planes de estudio y pedagogía, pero dejan de lado al mobiliario. Este mobiliario debería dar una postura saludable y bajar la inquietud del estudiante. Las principales razones por las que no se le da importancia al mobiliario son: el precio (buscar lo menos caro), la inversión (cuánto dinero está dispuesto a dar) y la durabilidad de los muebles (cuánto puede aguantar).

1.4 Justificación

Distintas universidades alrededor del mundo han reportado problemas generados por su mobiliario escolar. Universidades como la UPAL en Perú, en su trabajo de investigación "Riesgo ergonómico en estudiantes universitarios de la universidad" (2022) reportó las siguientes tres situaciones en que radica su problemática: El mantener una postura forzada, la aplicación de malas posturas y el tiempo para el estudio; La Universidad de la Costa en Costa Rica, donde Alpizar Castillo (2016) realizó un análisis sobre los riesgos ergonómicos y biomecánicos a los que están expuestos los alumnos de la misma institución, alertando que el problema radica en principio por la falta de un mobiliario idóneo; y La Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Perú que, por Párraga Velásquez (2014) define que las medidas del mobiliario no tienen relación con las medidas antropométricas de los alumnos y profesores.

En el artículo "Datos antropométricos para el diseño de mobiliario escolar universitario", publicado por la UNAM; se explican los detalles que inducen que el mobiliario escolar no está diseñado para la sociedad mexicana y latinoamericana.

"En México, como en muchos países, la mayor parte del mobiliario doméstico, industrial, escolar, etcétera, se fabrica tomando en cuenta como base las normas que aparecen en los textos de diseño y arquitectura extranjeros" (Vargas Guadarrama et al., 2009),

contemplando así que el principal eje de problema radica en que las normas que se toman en referencia para el diseño del mobiliario son extranjeras.

Sánchez, Casillas y Vargas (2009) señalan que estas normas contemplan las proporciones y medidas de la mayoría de la población, y no consideran la gran variabilidad que hay entre los seres humanos. Esta discrepancia entre medidas es el factor fundamental por el que el mobiliario actual no es el más adecuado para la sociedad mexicana.

Según Vargas Guadarrama et al. (2009) "El uso de mobiliario inadecuado produce fatiga e incomodidad, lo que puede redundar en alteraciones físicas e incapacidad laboral, falta de atención, etcétera". Es por esto que, al no ser el mobiliario idóneo, este incentiva al alumno a portar posturas que no son óptimas para la realización de sus actividades durante la clase, además de producir otros efectos que afectan a lo físico y al desempeño del estudiante.

1.5 Objetivo General

Rediseñar un pupitre ergonómico aplicando las tecnologías de la remanufactura en estructuras metálicas de desecho existentes en la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

1.6 Objetivos específicos y metas

1. Evaluar los pupitres dañados y definir las tecnologías de remanufactura a emplear
Metas:
 - Identificar los pupitres dañados y el estado en el que se encuentran.
 - Elección de las tecnologías de remanufactura a emplear.
2. Realizar un análisis ergonómico sobre las posturas y riesgos provocados por el pupitre de la Universidad.

Metas:

- Investigar sobre los pupitres ergonómicos existentes en el mercado.
- Encuestas al alumnado sobre los problemas ocasionados por el pupitre actual de la Universidad.
- Investigación y elección de uno o más métodos de análisis ergonómico, como el método RULA, REBA u otros métodos.
- Ejecución del método de análisis ergonómico escogido o escogidos.
- Investigación sobre aditamentos ergonómicos, quizás para poder integrar algún elemento en el futuro diseño.

3. Desarrollar las propuestas y definir la información técnica.

Metas:

- Proponer tres diseños posibles, de los cuales sólo se escogerá uno.
- Modelar el diseño escogido.
- Elaboración de planos del diseño escogido
- Evaluación de la propuesta por el método de elemento finito

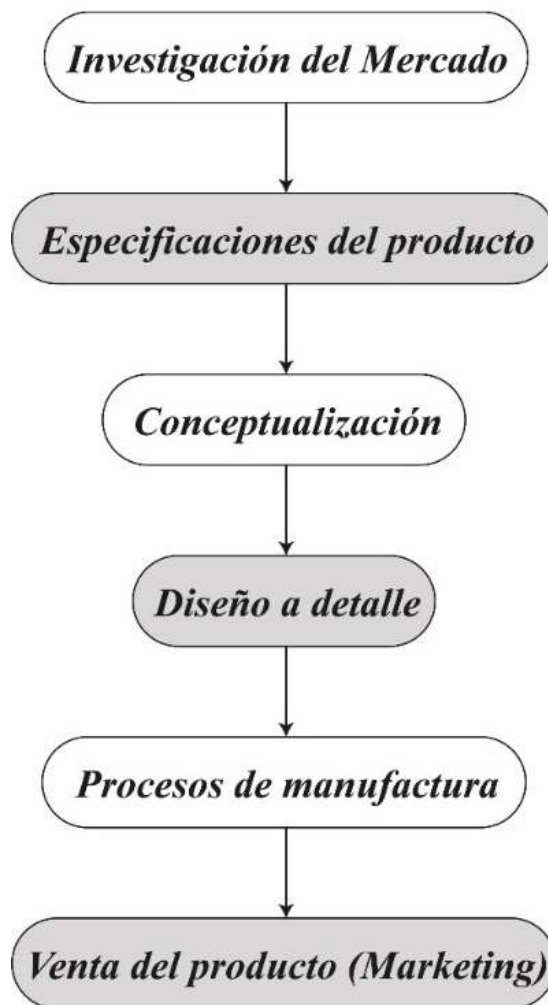
1.7 Metodología

Para el rediseño del pupitre, esta tesis siguió la siguiente metodología, en consideración en algún apartado los procesos de remanufactura a emplear:

- Total Design, propuesta por Stuart Pugh. Publicada por primera vez en 1990.

Esta metodología se basa en recopilar información acerca del mercado y del usuario, a fin de tener en concreto el panorama del mercado. Posteriormente, ya definido el usuario y las necesidades abordadas en el estudio de mercado, pasar a las especificaciones de diseño de producto. En este punto, hay que hacer un hincapié en el proceso de remanufactura, basándose en los procesos de remanufactura que se usarán para la reutilización de los pupitres. Con los procesos de remanufactura y especificaciones, se sigue al proceso de diseño, pasando por el concepto, los detalles, manufactura y las pruebas del diseño escogido. La metodología de Stuart Pugh se basa en el siguiente modelo.

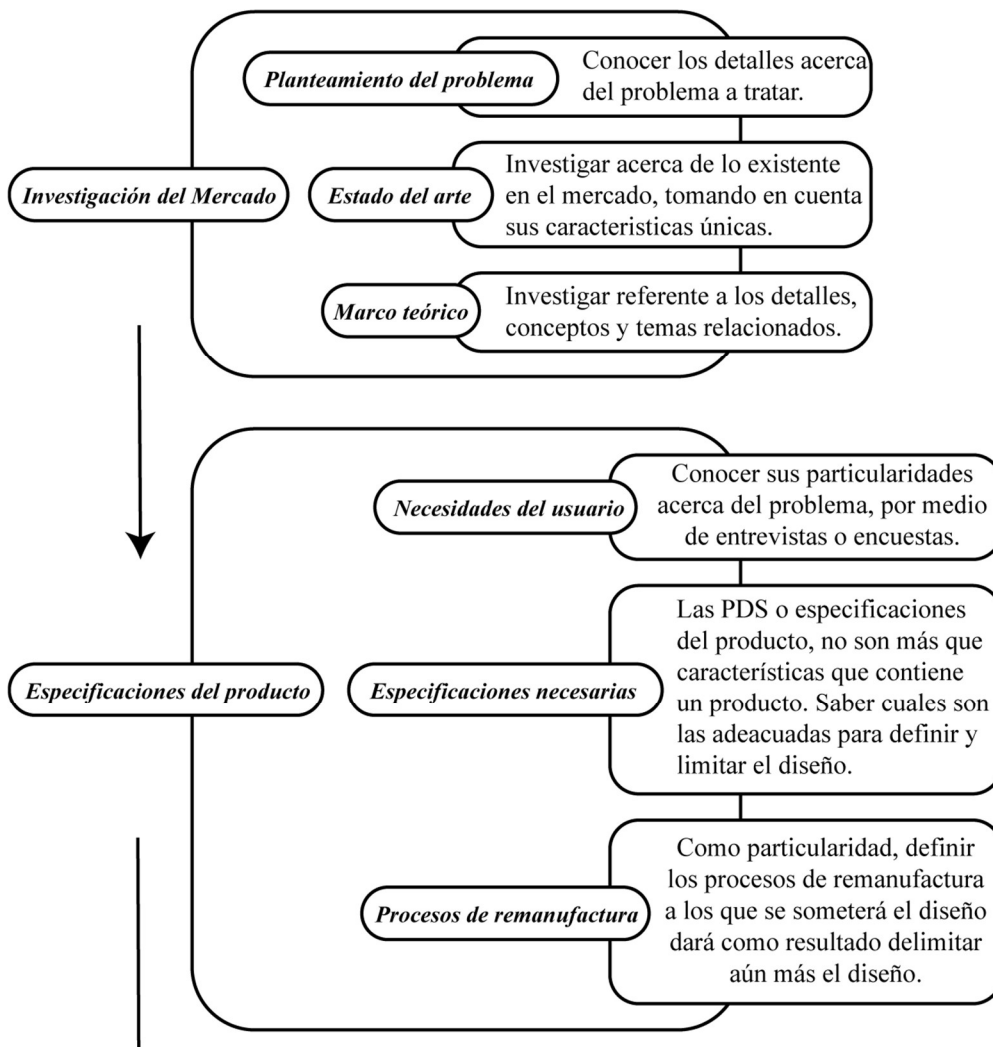
FIGURA 10.
Modelo de Total Design.



Fuente. Pugh. S., (1990).

Conforme a la metodología de Stuart, se plantea un proceso parecido. La única diferencia es el agregado de los procesos de remanufactura. En la siguiente figura se representa las fases a seguir con las consideraciones anteriores.

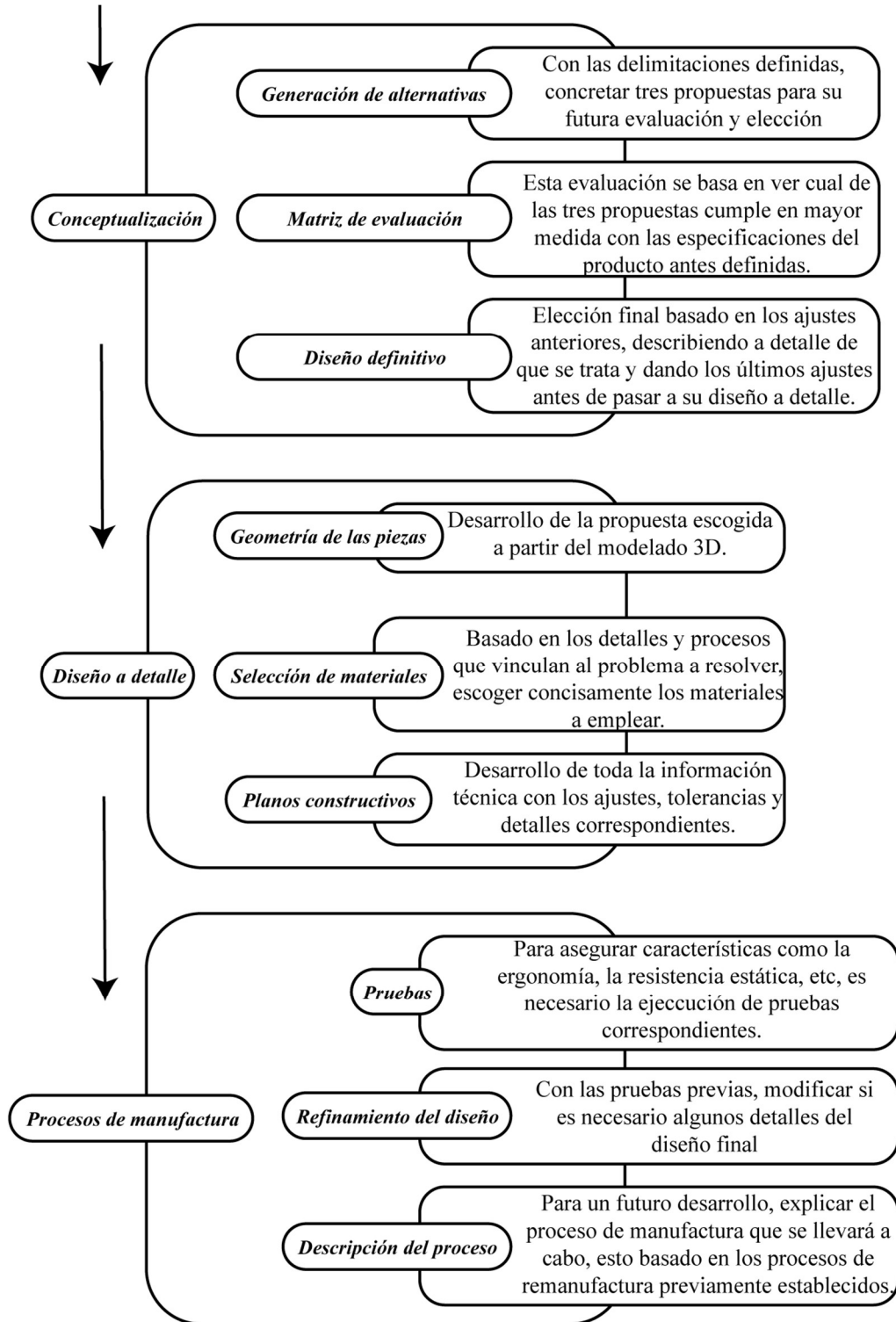
FIGURA 11.
Metodología a seguir, parte 1.



Fuente. Basada en: Pugh, S., (1990).

FIGURA 12.

Metodología a seguir, parte 2.



Fuente. Basada en: Pugh. S., (1990).

Resumen del capítulo

En este capítulo se determinaron las limitantes de la tesis, empezando por la definición del problema, los detalles que lo integran y el resultado final. Conectado con ello, en el estado del arte se indaga acerca de algunos pupitres con características similares, en conjunto con un proyecto universitario ligado al planteamiento de la tesis.

De ahí en adelante, se recabaron los datos referentes al resultado deseado. No es una investigación a profundidad aún, aunque lleva a la definición del problema, a su justificación, así como a la limitación de los objetivos y a la elección de la metodología a ocupar.

En el siguiente capítulo se aborda en mayor detalle y profundidad los temas, como qué es un pupitre y sus vertientes, detalles de la remanufactura y la ergonomía; en conjunto con los detalles antropométricos y sus metodologías de evaluación.

Capítulo 2:

Marco Teórico

2.1 Pupitre escolar

2.1.1 Antecedente Histórico

El origen del concepto pupitre fue en el año 1880, diez años después del inicio de la Segunda Revolución Industrial (Aibar, 2019). En esos años, la educación para infantes no era obligatoria y solo las familias de alto estándar podían enviarlos; el posterior desarrollo de escuelas públicas conllevó al aumento de estudiantes y con ello a la necesidad de fabricar de diversos materiales, entre ellos el mobiliario escolar (MUSEUM OF TEACHING AND LEARNING, s. f.).

FIGURA 13.

El "Fashion Desk".



Fuente. Cooper, M. (2023, 3 de mayo).

El primer modelo famoso de un pupitre escolar fue fabricado en 1880, en Sidney, Ohio (Shelby County Historical Society, s. f.). Diseñado por John D. Loughlin y nombrado como "The Fashion Desk", que consistía en un gran escritorio con un tintero y un banco adjunto; lo suficientemente amplios para sentarse de dos a tres niños (MUSEUM OF TEACHING AND LEARNING, s. f.).

A medida que las necesidades fueron cambiando, también los pupitres evolucionaron; algunos modelos incluyeron espacio interior para almacenar libros, colocar suministros dentro, o incluso plegarse para apartarlos. En principio se empleó la madera como material; posteriormente en las décadas de 1960 y 1970 se dejó de usar la madera por metal, disminuyendo el consumo de madera lo más posible. (The Classroom, 2021).

Estos cambios reflejan una transición de un enfoque educativo más rígido y uniforme a uno que valora la flexibilidad, la colaboración y la sostenibilidad. (Sillería Aragonesa, 2024).

2.1.2 Concepto pupitre escolar

Según la Real Academia Española (2024), define al pupitre como " Mueble de madera, con tapa en forma de plano Inclinado, para escribir sobre él". Otra definición señala que el pupitre es un asiento adherido con una tabla que funciona como mesa, ya sea en conjunto o separado y siendo este el lugar para sentarse o colocar cualquier objeto que vaya a utilizar. (Industrias Kerosti, 2023).

Entonces, podemos afirmar que el pupitre escolar es un mueble en conjunto con una mesa, ya sea incorporada como un solo elemento o separados (mesa y silla), donde se realizan actividades como la escritura y funcionando como asiento para los estudiantes.

2.1.3 Partes de un pupitre escolar

Un pupitre escolar comúnmente está constituido por dos piezas:

Superficie de trabajo

La superficie de trabajo es el espacio en el que el usuario realiza actividades académicas (leer, escribir y el uso de dispositivos). Este espacio (conocido también como paleta), ya sea inclinado o plano, puede tener ranuras o incluso orificios. A su vez, puede contar con un almacenamiento interno debajo de su superficie para guardar libros o materiales escolares. (Industrias Kerosti, 2023).

Soporte o Base

La base es la estructura que sostiene la superficie de trabajo. Este soporte puede estar hecho de madera, metal o plástico, y esto con la finalidad de ser resistentes y durables.

Algunos pupitres pueden ajustarse en altura o tener características ergonómicas para dar comodidad y accesibilidad. (Industrias Kerosti, 2023).

2.1.4 Tipos de pupitres

Los pupitres pueden ser catalogados por el nivel académico en curso del estudiante (Industrias Kerosti, 2023); por el tema de tesis, que se desarrolla en un pupitre universitario, esta clasificación no es tomada en cuenta. Debido a ello, se considera la siguiente clasificación que se basa en las características especiales de cada pupitre:

Pupitre individual

Diseñados para un solo estudiante, permitiendo una mayor atención y dominio de su propio espacio de trabajo. Ideales para actividades individuales (Bustos Fuentes, 2024).

Pupitre compartido

Creados con el objetivo de colaborar entre dos o más estudiantes, permitiendo trabajos en grupo (Bustos Fuentes, 2024).

Pupitre ajustable

El pupitre ajustable permite modificaciones en ángulo y altura, adaptándose al estudiante. Este tipo de pupitres permiten una mayor flexibilidad en actividades (Bustos Fuentes, 2024).

Pupitre fijo

Con el propósito de ser duradero y robusto, este pupitre no permite ajustes y solo proporciona una estructura estable, firme para usarse siempre y en largos periodos de tiempo (Bustos Fuentes, 2024).

2.1.5 Materiales empleados en los pupitres

Los materiales más comunes de los que está hecho un pupitre son:

Madera

Bustos Fuentes (2024) menciona que la madera da un aspecto clásico y es duradera conforme al paso del tiempo, aunque requiere un mayor mantenimiento. Hay diferentes opciones de maderas, desde abedul, roble o haya (MEYDO, 2024). Incluso el MDF como opción más ecológica y sostenible (Memosa Muebles, 2023).

Metal

Muy resistentes y fáciles de limpiar. Ofrecen mayor durabilidad y resisten aún mejor al desgaste, pero tienden a oxidarse y ser pesados (Memosa Muebles, 2023).

Plástico

Son livianos y baratos. Eso vuelve que sean fáciles de mover y usarse mejor en sitios donde siempre hay movimiento y actividad (Memosa Muebles, 2023).

2.2 Remanufactura

Según Ihobe (2018), la remanufactura trata de la reparación de un objeto o elemento al límite de su vida útil, con la finalidad de darle una nueva oportunidad o incluso mejorarlo aún más de su estado original.

Reman (s.f.) señala que la remanufactura está muy ligada con la economía circular, siendo la remanufactura el último proceso posible para poder reciclar, buscando con ello recuperar gran parte del valor del objeto, y así alargar un poco más su vida útil. En el reciclaje, los materiales de los que está conformado el producto solo una parte llega ser

recuperada. No obstante, la remanufactura trata de conservar lo más posible, evitando pasar por los procesos industriales y manufactureros. Su principio es reutilizarlos. A su vez, la remanufactura evita el consumo significativo de la materia prima y un menor uso de la energía que otros productos manufacturados por primera vez.

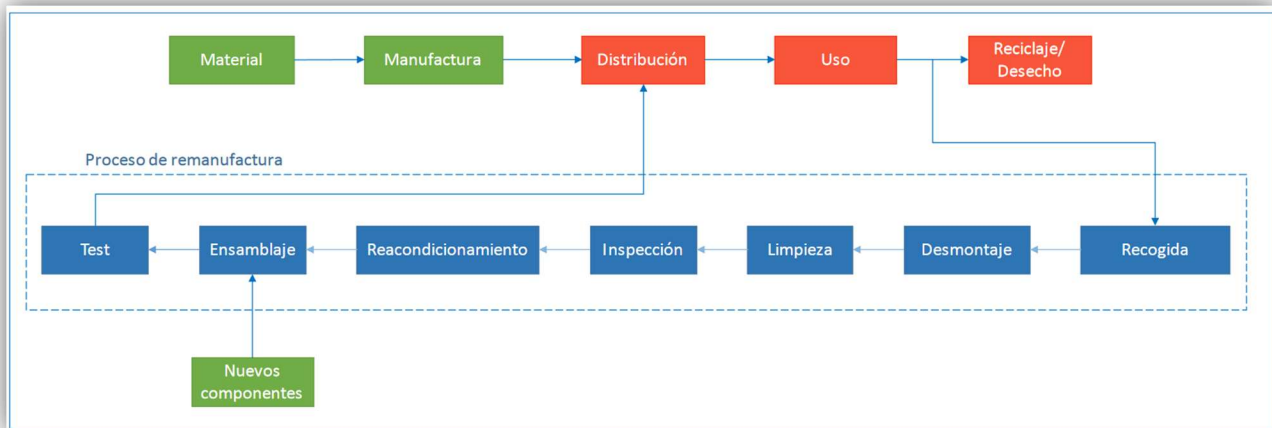
La remanufactura de un producto prosigue en las siguientes fases:

1. Recogida: se refiere a recoger el objeto u objetos dañados.
2. Desmontaje: trata acerca de la separación de las piezas que se van a remanufacturar a las que se desecharán.
3. Limpieza: se les extrae a las piezas todo tipo de suciedad que puedan tener, como la grasa, óxido, pintura o polvo, entre otros.
4. Inspección: se verifica cada parte o pieza del objeto, se desecha o corrige aquellos que tengan algún defecto.
5. Reacondicionamiento: se ajusta el objeto en diferentes procesos, ya sea para agregarle algún aditamento o corregir algún defecto que aparezca en el proceso.
6. Ensamblaje: se colocan todos los elementos en el objeto.
7. Test: se realizan pruebas para verificar su eficiencia, antes de regresarlos a su lugar.

Según Ihobe (2018), las tecnologías que se puedan emplear en la remanufactura están clasificadas en cinco grupos, estas son: las tecnologías de limpieza, desmontaje, inspección, ensamble y test.

FIGURA 14.

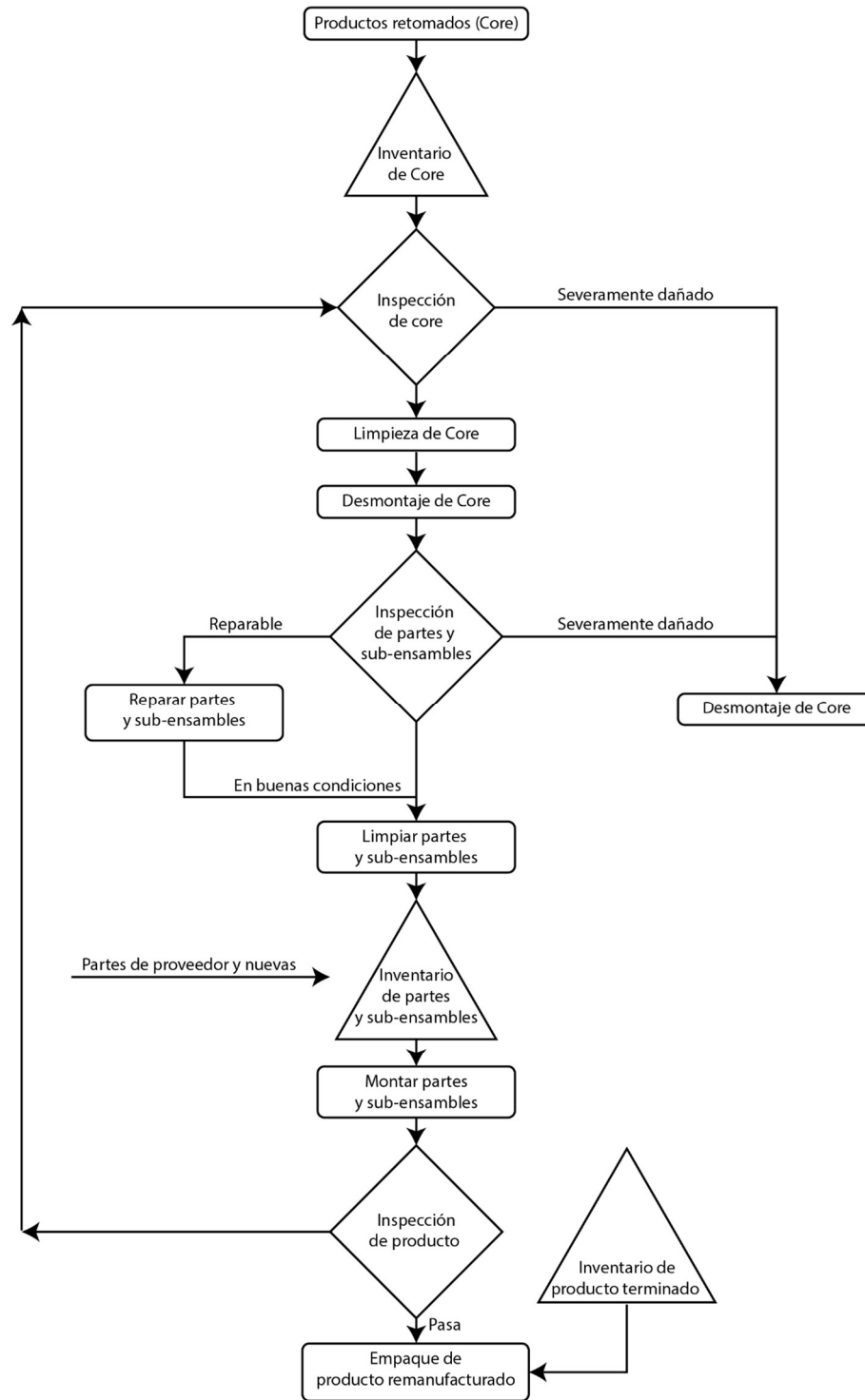
Proceso de remanufactura.



Fuente. Ihobe, (2018).

De acuerdo con Sundin (2004, p. 59), cada proceso que sigue un producto para ser remanufacturado es único, por ello cada paso que siga ese producto podría organizarse de forma diferente o hasta omitir pasos en base al tipo de producto, volumen del mismo, etc. Añadiendo también con Ilgin y Gupta (2012, p. 8), que la secuencia de los pasos a seguir en el proceso de la remanufactura son variables por la clase de producto que se contemple remanufacturar. En la siguiente figura se detallan los pasos de la remanufactura:

FIGURA 15.
Pasos de la remanufactura.



Fuente. Iljin y Gupta, (2012).

Determinando así que, para cada producto puede haber un proceso especial para remanufacturarlo. En el siguiente apartado se revisará cada tecnología que pertenece a las fases de remanufactura en cualquier producto.

2.2.1 Tecnologías de la Remanufactura

Según Ihobe (2018), la clasificación de las tecnologías de la remanufactura son: tecnologías de limpieza, desmontaje, inspección, ensamblaje y test.

Tecnologías de limpieza

En un proceso, la limpieza suele ser fundamental debido a que un objeto sucio no puede proseguir a inspección, desmontaje o fase. También, puede escogerse una o más de dos tecnologías de limpieza. Estas tecnologías se comprenden en:

Soluciones de limpieza

Esta tecnología se divide en tres más, dependiendo del tipo de solución que se utilice, variando por el material y/o el contaminante a tratar. Estas soluciones son:

Base acuosa

Esta se diferencia por tener una base acuosa debido a la acidez (pH) que contenga y se clasifica en alcalino, ácido y neutro. Si su pH está arriba de 7 es alcalino; si está debajo del 7, es ácido.

Disolventes

Han sido la solución más empleada en la industria, eso es por su precio y los resultados. Por poner en riesgo el medio ambiente y la salud, este producto se está dejando de usar.

Semi-acuosa

Compuesta por un disolvente y agua, dejando pocas emisiones de residuos. Siendo esta forma mejor que los disolventes ante el medio ambiente.

Limpieza manual

Simple y no se requiere equipamiento técnico. Esta utiliza paños o esponjas con un agente de limpieza hacia los elementos sucios; en operación por el personal. Se deja actuar al agente de limpieza y luego se baña con agua la pieza a limpiar.

Limpieza por CO2

Mediante el uso de dióxido de carbono en cualquier estado, esta tecnología busca eliminar la suciedad. Esta tecnología no produce CO2, más bien emplea el CO2 que haya sido expulsado en otro trabajo. Este se categoriza en CO2 en polvo, CO2 pellet y CO2 supercrítico.

Limpieza por ultrasonidos

Esta se basa en el uso de ondas sonoras de alta frecuencia, en la que se agita la solución, buscando eliminar grasa, aceite, polvo o suciedad inorgánica. Ideal para limpiar agujeros, grietas y pequeños huecos. La solución que usa suele ser de base acuosa.

Limpieza por láser

La limpieza por láser (como su nombre lo indica) es aquella que usa un rayo láser hacia la superficie, eliminando suciedad, óxido o pintura de por medio. Esta tecnología funciona usando distintos mecanismos divididos en grupos, que son: proceso de evaporación, proceso de impacto y proceso de vibración. La limpieza por láser aún está en desarrollo y es de alto coste.

Limpieza térmica

A través de altas temperaturas se busca quitar residuos en las piezas. Esta tecnología no puede ser usada en materiales con bajo punto de fusión o inflamables. Inmediatamente después que se calientan pasa al enfriamiento, donde el material puede resultar alterado en sus propiedades.

Limpieza por agua a alta presión

Usando agua, lo que se busca es eliminar la suciedad con la alta presión. Es de bajo coste y versátil. Lamentablemente contamina y usa demasiada agua, añadido que el agua puede producir humedad y la presión llegar a deformar la pieza.

Limpieza abrasiva

Esta tecnología se basa en usar un material abrasivo mezclado con aire o agua, apoyado de un compresor e impactando en la superficie de la pieza y eliminado así los residuos.

Quita suciedad superficial fácilmente, pero también se corre el peligro de dañar la pieza y el operador necesita equipamiento especial dependiendo del método a usar. Los métodos más habituales son: Partículas de metal, partículas de vidrio, bicarbonato de sodio, bolitas de plástico, pellet de CO₂ y almidón de trigo.

Tecnologías de desmontaje

El desmontaje empieza por quitar de la pieza todos sus componentes para poder revisarlos y limpiarlos. Hay tres tipos de desmontajes conocidos: no destructivo, semi-destructivo y destructivo.

Desmontaje no destructivo

Este desmontaje se caracteriza por el cuidado máximo de la pieza al ser desmontada, evitando algún daño en el proceso. Este no es un desmontaje económico, debido al alto coste del mismo.

Desmontaje semi-destructivo

Un intermedio entre el desmontaje no destructivo y destructivo. Su línea sigue en quebrar las secciones de unión de la pieza, obteniendo así los componentes prácticamente sin daños. Esto hace que el proceso sea más económico.

Desmontaje destructivo

Este desmontaje se utiliza para desmontar un elemento valioso de la pieza inicial, priorizando ésta encima de los componentes unidos a la misma. Es una forma rápida y económica.

Tecnologías de inspección

En este punto se decide si el componente merece ser remanufacturado o ser remplazado. Hay tres tipos de inspecciones: superficial/volumétrica, dimensional y prueba eléctrica.

Superficial/Volumétrica

Esta inspección permite identificar defectos internos o superficiales y se catalogan en las siguientes:

Inspección visual

La inspección visual es aquella en la que se revisa la pieza a través del ojo humano para encontrar defectos. Esta inspección puede ser complementada con microscopios o cámaras a fin de ser mucho más preciso el ensayo.

Líquidos penetrantes

Este es un método no destructivo que busca encontrar defectos superficiales, ya sean grietas o poros donde se filtre el líquido. Esto es posible a través de la capacidad del líquido para penetrar por capilaridad y quedarse en las fisuras.

Por partículas magnéticas

Este método funciona con materiales electromagnéticos, en la que se ponen partículas ferromagnéticas finas en la superficie que al magnetizarse muestra el defecto como discontinuidad sobre la misma superficie, tomando las partículas la forma y el tamaño del defecto.

Por ultrasonidos

Gracias a una onda ultrasónica es que se refleja el defecto de la pieza. En este caso, la detección de defectos internos dentro de la misma pieza interrumpe la onda ultrasónica, y esta refleja su amplitud de energía y el tiempo de retorno que muestran la ubicación del defecto.

Métodos acústicos

Esta tecnología intercepta las señales (ondas de alta frecuencia) que se generan en el objeto. A este objeto se le aplica una fuerza, o calor en caso de ser un líquido que, a través

de la deformación plástica, se provocan grietas que generan señales de alta frecuencia. Este es un método efectivo para las estructuras que están sometidas a cargas.

Radiografía

Esta es la inspección realizada a través de rayos X, que busca encontrar defectos internos, usado tanto en la superficialidad o en el volumen de la pieza. Este método resulta ser costoso y complicado en la cuestión de la interpretación de datos, a su vez se corre el riesgo de radiación.

Por corrientes parasitarias

Basado en el principio de la inducción electromagnética. Usando una bobina se hace fluir corriente alterna en frecuencias de 60 HZ hasta 60 MHz, provocando corrientes de Eddy o parasitarias, que afectan a la bobina.

Inspección térmica

Con el uso de sensores de calor se detectan los cambios de la temperatura, en donde los defectos muestran un cambio de la distribución térmica de un material, además de poder ser comparables con el funcionamiento correcto del mismo material. En este proceso se aplica recubrimientos a la superficie de la pieza. Los métodos térmicos que encontramos son por luz infrarroja e inspección termoeléctrica.

Dimensional

Esta tecnología se basa en las dimensiones de cada componente, verificando si hay alteraciones en sus medidas, dependiendo también de la precisión y rapidez del instrumento de medida y la inversión que se tenga.

Medición manual

Se entiende por medición manual a medir un objeto con un instrumento escalado y la exactitud del ojo humano.

Medición por láser

Mediante el uso de radiación por láser, se interactúa con el objeto. Esta tecnología permite medir objetos sin contacto mecánico.

Medición por escáner 3D

En esta tecnología se compara la digitalización del componente con el modelo en CAD, buscando algún error en el objeto. Su inspección es rápida y se puede dar el uso de ingeniería inversa.

Medición por contacto

Mediante coordenadas se mide la pieza. Con un palpador se logra el registro de las coordenadas. Es una tecnología muy precisa pero más lenta.

Prueba eléctrica

Esta prueba analiza si funcionan correctamente los componentes electrónicos o eléctricos de un objeto. Están las tecnologías por prueba funcional, multímetro, cama de clavos y sonda de vuelo.

Tecnologías de reacondicionamiento

Este tipo de tecnología consiste en la fabricación o reparación de los componentes comprometidos o dañados. Existe una amplia variedad de tecnologías de este tipo para

un producto. Esto es debido a que los productos no usan las mismas operaciones para ser producidas.

Las tecnologías de reacondicionamiento están agrupadas en: Procesos de mecanizado y acabado, procesos de fundición, procesos de formado y moldeado, transformación de chapa, procesamiento de polímeros y procesos de unión.

TABLA 4.

Tecnologías de reacondicionamiento.

Grupo	Tipo	Proceso
Procesos de mecanizado y acabado	Mecanizado	Torneado Taladro Fresado Brochado
	Maquinado avanzado	Electroerosión por hilo Maquinado químico Maquinado por rayo láser Maquinado por chorro de agua
	Acabado	Rectificado Rectificado sin centro Lapeado Rectificación electroquímica
Procesos de fundición	Molde, modelo y otro desechable	Fundición por revestimiento Fundición de modelo evaporativo Fundición para componentes monocristalinos Fundido en disco rotatorio
	Molde desechable, modelo permanente	Fundición en arena Moldeo en carcasa Fundición en molde cerámico
	Molde permanente	Moldeo en coquilla a baja presión Fundición a presión Fundición centrífuga Fundición por dado impresor
Procesos de formado y moldeado	Laminación	Laminación plana Laminado de formas Laminado de anillos Forjado laminar
	Forjado	Forjado de matriz abierta Forjado de matriz cerrada Cabeceado Penetrado
	Extrusión y estirado	Extrusión directa Extrusión en frío Estirado Estirado en un tubo
Transformación de chapa	Cizallado	Troquelado Ranurado Punzonado Rebordeado
	Doblado y embutición	Doblado con matriz

		Ribeteado Formado con rodillos Embutido profundo
	Formado	Formado por estiramiento Hidroformado Rechazado Formado por pulso magnético
Procesado de polímeros	Termoplásticos	Extrusión Moldeo por inyección Moldeo por soplado Termoformado
	Termoestables	Moldeo por compresión Pultrusión Moldeo por bolsa de vacío Moldeo por transferencia
	Prototipos rápidos	Estereolitografía Moldeado por deposición de material fundido Impresión tridimensional Manufactura de objetos laminados
Procesos de unión	Soldadura por fusión	Soldadura por arco metálico Soldadura por arco metálico y gas Soldadura por arco con núcleo fundente Soldadura por arco de tungsteno y gas
	Soldadura en estado sólido	Soldadura por fricción por agitación Soldadura por resistencia Soldadura por explosión Soldadura en frío
	Uniones mecánicas y adhesivas	Uniones con adhesivos Unión atornillada Soldadura con olas Soldadura blanda

Fuente. Ihobe, (2018).

Tecnologías de ensamblaje

En esta fase, en el montaje y ensamblaje de las piezas utiliza las mismas tecnologías, tanto en la remanufactura y manufactura.

Tecnologías para pruebas

Al igual que la fase anterior, no hay contrastes entre la remanufactura y manufactura. Como el producto remanufacturado tiene que tener las mismas características y funciones que uno nuevo, tendrá que pasar las mismas pruebas.

2.3 Ergonomía

Según Asale y la Real Academia Española (s. f.), ergonomía proviene de las palabras griegas ergon ("trabajo") y nomos ("norma y ley"). Es una ciencia aplicada que estudia los entornos de trabajo y al ser humano en su interacción en estos espacios. En la ergonomía se busca adaptar el trabajo, sus herramientas y los espacios al accionar del ser humano. (International Labour Organization, 2024).

2.3.1 Importancia de la Ergonomía.

A finales del siglo XIX, la ergonomía no era un factor importante para la fabricación y diseño de los añejos pupitres, que como tal era más bien un banco con mesa integrados, los cuales no gozaban directamente una ergonomía al usuario. En ese momento, cada comunidad creaba su propio mobiliario escolar. No fue hasta 1890, que un proyecto suizo empezó a mostrar diferentes posturas para una postura deseable. Este mobiliario consideraba tres posturas correctas. La primera postura pone al niño sentado, la segunda al niño recargado a la mesa, y la última pone al niño erguido. Veinte años después llega el primer pupitre que toma el ajuste a distintas tallas, permitió ajustar la altura tanto del pupitre, asiento y respaldo. El movimiento Moderno en el siglo XX y la Segunda Guerra Mundial fue mostrando a diseñadores como el francés Jean Prouvé con sus distintos diseños de pupitre o el arquitecto Arne Jacobsen, quien rompe con la tradicional idea que venía arraigada al pupitre escolar, postulándose su diseño como la nueva tendencia para el diseño escolar. Posterior a la guerra, empieza la importancia por la ergonomía, fundada por Kaare Klint en 1917.

De allí a la fecha, el diseño considera como parte integral del proceso a la ergonomía como una herramienta necesaria para delimitar las medidas del mobiliario, integrando las medidas antropométricas y la población a la que se diseña.

El mobiliario escolar con enfoque en la ergonomía está diseñado para corresponder a la anatomía del cuerpo, logrando la alineación correcta de la espalda. A su vez, el mobiliario adecuado permite al estudiante estar mejor concentrado en la clase. (Quiroz, 2025).

Problemas actuales

El estudio realizado en la Universidad de Extremadura mostró que el 77% de su alumnado sufre problemas en zona lumbar, el 51% en los hombros y cuello; y un 54% en la zona dorsal. (Gutiérrez et al., 2014).

Este estudio refleja una situación común entre instituciones, que por la adquisición de pupitres sin la consideración de las dimensiones antropométricas de los alumnos del lugar, genera en consecuencia molestias en algunas zonas del cuerpo para los usuarios.

2.3.2 Dimensiones Antropométricas Mexicanas

Las variaciones entre las poblaciones de diferentes lugares establecen cambios importantes en los objetos. Anteriormente se enfatizó a los pupitres que no consideran las dimensiones antropométricas de la sociedad específica. Debido a esto, se considerarán las dimensiones antropométricas de la sociedad mexicana tomadas del libro *"Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana"*, estableciendo el siguiente perfil de usuario:

- Jóvenes estudiantes de 18 a 24 años, hombres y mujeres.

En seguida, se describirán las dimensiones que se consideraron, relacionadas a la postura sedente; las cuales son:

1. Altura hombro (sentado). Es la distancia entre la parte superior y lateral de la apófisis del omóplato en posición sentado normal.

2. Altura al omóplato (sentado). Es la distancia del vértice del omóplato al asiento en posición sentado normal.
3. Altura del codo (sentado). Es la longitud entre la cara inferior del olécranon y el asiento, con el antebrazo flexionado en 90 grados.
4. Altura máxima del muslo. Es la distancia del asiento a la zona en la que el muslo adquiere su mayor elevación.
5. Altura de la rodilla (sentado). Es la longitud del punto patelar superior de la rodilla al piso.
6. Altura poplítea. Es la distancia del suelo hasta el punto poplíteo en posición sentado normal.
7. Anchura de codos. Es la distancia entre la cara inferior del olécranon derecho e izquierdo, con el brazo y antebrazo a 90 grados en posición sentado normal.
8. Anchura de caderas (sentado). Es la distancia máxima de la parte más lateral a nivel de la nalga de un lado hasta el punto contrario en posición sentado normal.
9. Longitud nalga-poplíteo. Es la longitud mayor comprendida de la parte más posterior del glúteo al encuentro del músculo bícepcrural y el punto poplíteo, en posición sentado normal.

Dimensiones Antropométricas (sexo femenino)

Para las mujeres de 18 a 24 años, las dimensiones antropométricas son las siguientes:

TABLA 5.

Dimensiones antropométricas en mujeres.

Dimensiones	Percentil 50	Percentil 95
Altura normal sentado	840 mm	De 885 mm a 886 mm
Altura hombro sentado	De 549 mm a 546 mm	De 588 mm a 592 mm
Altura omoplato	De 427 mm a 430 mm	De 473 mm a 476 mm
Altura codo sentado	De 245 mm a 239 mm	286 mm
Altura máxima muslo	De 142 mm a 137 mm	De 162 mm a 161 mm
Altura rodilla sentado	De 478 mm a 479 mm	De 514 mm a 521 mm
Altura poplítea	De 386 mm a 400 mm	De 422 mm a 439 mm
Anchura codos	De 437 mm a 432 mm	De 526 mm a 505 mm
Anchura cadera sentado	De 374 mm a 368 mm	De 428 mm a 431 mm
Longitud nalga-poplíteo	De 438 mm a 453 mm	De 484 mm a 502 mm

Fuente. Ávila Chaurand et al., (2001).

Dimensiones Antropométricas (sexo masculino)

Para los hombres de 18 a 24 años, las dimensiones antropométricas son las siguientes:

TABLA 6.

Dimensiones antropométricas en hombres.

Dimensiones	Percentil 50	Percentil 95
Altura normal sentado	De 891 mm a 890 mm	De 940 mm a 942 mm
Altura hombro sentado	585 mm	De 637 mm a 640 mm
Altura omoplato	De 450 mm a 443 mm	De 491 mm a 495 mm
Altura codo sentado	241 mm	De 294 mm a 295 mm
Altura máxima muslo	De 153 mm a 148 mm	De 177 mm a 175 mm
Altura rodilla sentado	De 528 mm a 527 mm	De 576 mm a 571 mm
Altura poplítea	De 428 mm a 431 mm	De 465 mm a 472 mm
Anchura codos	De 501 mm a 476 mm	De 600 mm a 571 mm
Anchura cadera sentado	De 375 mm a 368 mm	De 427 mm a 430 mm
Longitud nalga-poplíteo	De 458 mm a 471 mm	De 516 mm a 527 mm

Fuente. Ávila Chaurand et al., (2001).

2.3.3 Metodologías de evaluación ergonómica

Para garantizar la seguridad y el bienestar de los alumnos es necesario la evaluación ergonómica. En seguida, se mostrarán los métodos de evaluación ergonómica para la evaluación de riesgos. (Diego-Mas, s. f.).

Fuerzas y biomecánica

Fuerzas aplicadas (Fuerzas EN1005-3)

Evalúa el riesgo derivado de ejercer fuerzas basándose en la capacidad de los trabajadores siguiendo la norma EN1005-3.

Análisis biomecánico (Bio – Mec)

Permite conocer el riesgo de carga por articulación, la carga máxima permitida y la estabilidad de la postura mediante evaluaciones biomecánicas de esfuerzos estáticos coplanares, tomando condiciones como la postura, la carga y frecuencia y la duración de los esfuerzos.

Repetitividad

OCRA Checklist

Permite una rápida evaluación de riesgos en relación a los movimientos repetitivos de los miembros superiores.

Método JSI

Evalúa los riesgos de las extremidades superiores, mediante datos semi-cuantitativos; dando un resultado numérico que va en aumento con el riesgo asociado al trabajo.

Carga postural

RULA

Este método evalúa la exposición de los trabajadores a riesgos por el mantenimiento de posturas inadecuadas, que puede provocar trastornos en los miembros superiores del cuerpo.

REBA

Este método evalúa la exposición del trabajador a los factores de riesgo. Estos factores pueden generar desordenes traumáticos acumulativos por la carga postural dinámica y estática.

OWAS

Método de análisis ergonómico a la carga postural. Logra sus resultados por la observación de las múltiples posturas que adopta el trabajador.

EPR

Como método preliminar, EPR valora durante una jornada laboral la carga postural del trabajador.

Manejo de cargas

Ecuación de NIOSH

Este método permite identificar riesgos con tareas que realizan levantamientos manuales de carga, relacionadas con lesiones lumbares.

GINSHT

Método que evalúa riesgos relativos a manipulación manual de cargas. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España desarrolló este método.

2.3.4 Análisis y recolección de datos

Para seguir con los avances, se analizaron algunos de los pupitres arrumbados en las instalaciones de mantenimiento en la Universidad Tecnológica de la Mixteca. A continuación, se mostrará el estado en el que se encuentran, las características que aún mantienen, y un análisis referente a las Tecnologías de Remanufactura y la ergonomía ligada al objeto.

Modelo "Antiguo"

TABLA 7.

Datos del modelo "Antiguo".

Componente	Dimensiones	Orificios para remache	Alturas (desde el piso)
Parrilla	27 cm x 38 cm	2 orificios	23.5 cm
Asiento	40 cm x 45 cm	4 orificios	45.5 cm
Respaldo	15 cm x 45 cm	2 orificios	80 cm
Paleta	50 cm x 25 cm	3 orificios	X

Fuente. Propia.

Nota: No hay medida de la altura del piso a la paleta debido a la variación constante entre pupitres.

Características:

- Inclinación de 15° en la paleta
- Las piezas de madera y metal fueron unidas por remache
- Perfil cuadrado de 1 pulgada
- La mayoría de este mobiliario esta podrida su madera
- Cuenta con tapones para evitar cortes de los perfiles

- Sus soldaduras y orificios están oxidados

FIGURA 16.

Modelo "Antiguo" arrumbado.



Fuente. Propia.

Hay 46 modelos arrumbados aproximadamente.

Modelo "Actual"

TABLA 8.

Datos del modelo "Actual".

Componente	Dimensiones	Orificios para remache	Alturas
Parrilla	Integrada de acero	Sin orificios	27 cm
Asiento	40 cm x 40 cm	4 orificios	47 cm
Respaldo	15 cm x 45 cm	4 orificios	76 cm
Paleta	47.5 cm x 29.5 cm	4 orificios	x

Fuente. Propia.

Nota: No hay medida de la altura del piso a la paleta debido a la variación constante entre pupitres.

Características:

- Con inclinación mínima en la paleta
- Las piezas de madera y metal fueron unidas por remache
- Perfil curvo de 1 pulgada
- Solo un asiento de madera es rescatable
- Cuenta con tapones para evitar cortes de los perfiles
- Sus soldaduras y orificios están oxidados

Hay solo 2 modelos arrumbados.

Modelo "Desconocido"

TABLA 9.

Datos del modelo "Desconocido".

Componente	Dimensiones	Orificios para remache	Alturas
Parrilla	integrada de acero	Sin orificios	12 cm
Asiento	40 cm x 40 cm	7 orificios	42 cm
Respaldo	20 cm x 40 cm	4 orificios	80 cm
Paleta	45 cm x 25 cm	6 orificios	x

Fuente. Propia.

Nota: No hay medida de la altura del piso a la paleta debido a la variación constante entre pupitres.

Características:

- Sin inclinación en la paleta
- Unión entre las piezas de madera y metal desconocida, se intuye que fueron unidas por remache
- Perfil cuadrado mixto de 1 pulgada y de 3/4 de pulgada
- Este mobiliario ya no cuenta con madera
- Cuenta con tapones para evitar cortes de los perfiles

FIGURA 17.

Modelo "Actual" arrumbado.



Fuente. Propia.

- Sus soldaduras y orificios están oxidados

FIGURA 18.

Modelo "Desconocido" arrumbado.



Fuente. Propia.

Hay solo 2 modelos arrumbados

2.3.5 Relación con la remanufactura y ergonomía

En la remanufactura, para el caso de las tecnologías se podría emplear la limpieza manual, abrasiva y por solución; en la manual para quitarle el polvo, oxido superficial y pintura residual, abrasiva para quitar el óxido más profundo y por solución para retirar la pintura. Para desmontar, se tendría un desmontaje semi-destructivo, quitando los últimos remaches y tratando de separar las uniones por soldadura. En inspección habría la inspección visual y dimensional por medición manual. Y como último, en el reacondicionamiento se aplicaría un taladrado por algún orificio tapado, soldadura por arco eléctrico para unir componentes metálicos, doblado con rodillo para los perfiles y uniones por tornillos.

Los pupitres de la Universidad presentan detalles con la dimensión anchura de cadera sentado, ya que la medida mínima de estos pupitres es de 40 cm y la dimensión ajustada en el percentil 95 es mayor a esa medida. También el detalle con la dimensión longitud nalga poplíteo, debido a que la medida máxima de los pupitres es 45 cm y la dimensión ajustada al percentil 50 mínima 43.8 cm, siendo más grande la medida del pupitre que la dimensión antropométrica. En la ergonomía, se pueden tomar en cuenta el método RULA por el estudio de posturas estáticas, el método REBA por los cambios dinámicos de posturas en el pupitre y OWAS para múltiples posturas de los alumnos durante clases.

Resumen del capítulo

En el anterior resumen, se definió cuál es la problemática a resolver. Por ello, este capítulo prosigue a una investigación en mayor profundidad, abarcando desde los detalles del pupitre escolar, el concepto y su historia. Esto determina un mejor entendimiento para la fase de diseño, así también de la elección de los materiales de los que está compuesto.

Relacionado al problema está la remanufactura, un concepto reciente que viene a cambiar aspectos en el reacondicionamiento de objetos. Se indagó con mayor profundidad las tecnologías de remanufactura, que eventualmente condicionaran el diseño del pupitre. La ergonomía es un pilar importante en las consideraciones previas a la conceptualización del pupitre, incorporando detalles como problemas físicos generados por el mobiliario, la antropometría de la sociedad mexicana y los métodos para evaluación.

Para finalizar, se indagó en profundidad cuáles son las bancas o pupitres que están rezagados en la intemperie, los daños importantes con los que cuentan y la cantidad que hay de cada modelo.

Capítulo 3:

Metodología

3.1 Perfil del usuario

3.1.1 Identificación

Los pupitres de la Universidad Tecnológica de la Mixteca son usados por los estudiantes. Los estudiantes de la Universidad pertenecen a la clase media, Ellos están en un aproximado de entre 4 a 6 horas diarias sentados en un pupitre tomando sus clases.

El rango de edad de los estudiantes varia en relación a la edad que ingresan, por el rezago escolar, cambio de carrera y por los años dentro de la institución; sin olvidar la duración promedio de la carrera que estén estudiando. En aproximación, están aquí de 5 a 6 años, ingresando a los 18 años.

3.1.2 Características

Entre las características útiles para el proyecto, enfocándose solo a los estudiantes, están las siguientes:

- Universidad a la que asisten (Formulario a la Universidad)
- Edad
- Sexo
- Carrera
- Edad a la que ingresaron a la Universidad
- Tiempo que llevan en la Universidad
- Duración de la carrera
- Problemas físicos puntuales que tenga
- Estatura

- Hobbies, pasiones y gustos
- Peso
- Actividades físicas y/o culturales que realicen
- Tiempo aproximado en la que están en postura sedente

3.1.3 Interrelación con los productos

La relación del producto con el estudiante y su experiencia con otros muebles da parámetros para definir cómo tiene que ser el producto. Preguntándoles por:

- Actividades que realizan
- Incomodidades con el producto
- Lesiones que resientan con el producto (sensación)
- Altura del asiento
- Experiencia con el producto (tiempo)
- Características que desearían que tuviera el producto
- Cuál es el mobiliario de la universidad donde se ha sentido más cómodo

3.1.4 Aspectos de la remanufactura

El reacondicionamiento de los pupitres dentro de la Universidad, la remanufactura como alternativa y cómo puede ser aplicable, considerando los siguientes aspectos:

- Opinión del estudiante acerca de un pupitre remanufacturado (Anexo: A)
- Opinión de los trabajadores (Talleres) acerca de un pupitre remanufacturado (Anexo: B).
- Ventajas y desventajas
- Tiempos de reparación
- Costos implicados al reparar los pupitres
- Aceptación en la Universidad de los pupitres reparados

- Explicación del proceso de reacondicionamiento de pupitres
- Tecnologías y/o procesos con que cuentan los talleres

3.1.5 Resultados

En base al formulario realizado (Anexo: A) se obtuvo lo siguiente:

- Rango de edad: La mayoría está entre 20 a 23 años (edad media promedio).
- Mayormente hombres (64%).
- Mayormente están en sobrepeso, calculado por el IMC.
- Falta de realización de actividades
- El 20% sufre algún problema que le impide estar mucho tiempo sentado
- El 72% considera que el pupitre no es el adecuado para las actividades que realiza
- El 64% considera que la paleta, su inclinación o la altura del asiento no es la correcta y que las dimensiones de la paleta son el problema mayor con un 76%
- En principio, necesitan un espacio específico para dispositivos, seguido de un respaldo reclinable y de un espacio para sus objetos
- Considera un 52% que el pupitre de la universidad es justo
- Con un 68% desearían que fuese más cómodo que funcional
- Consideran por sus comentarios que debería tener un posible acolchonamiento
- La paleta y el respaldo son los de mayor importancia para ser remanufacturados

Conforme al formulario y las entrevistas realizadas, se obtuvo la siguiente jerarquía de resultados:

TABLA 10.

Orden de importancia de los resultados.

Nivel 1	Estructura
Nivel 2	Ergonomía
Nivel 3	Remanufactura y materiales
Nivel 4	Aditamentos

Fuente. Propia.

A continuación, se ajustarán los datos recopilados por el método del libro "Diseño y desarrollo de productos" de autoría a Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger. Este método se tomó como complemento a la metodología Total Design.

Cada tabla está basada en ese método, a excepción de la tabla de requerimientos, la cual se basa en la formulación de requerimientos del "Manual de Diseño Industrial" de Gerardo Rodríguez.

TABLA 11.

Necesidades interpretadas de los estudiantes de la UTM.

<i>Cuestionamiento</i>	<i>Respuesta del cliente</i>	<i>Necesidad Interpretada</i>
<i>¿Consideras que las actividades son adecuadas para el pupitre de tu Universidad?</i>	Considero que no, que tomar notas, dibujar, estudiar o estar con un dispositivo electrónico no son adecuadas para el mobiliario de la Universidad	El pupitre tiene que contar con el suficiente espacio para efectuar eficazmente las actividades del usuario.
<i>¿Has sentido algún tipo de dolor o lesión al usar este mobiliario?</i>	Si, si he sentido molestias al usar el pupitre.	El pupitre tiene que disminuir las lesiones y la prolongación de los problemas físicos del usuario.
<i>¿Qué parte del pupitre considera más incómoda?</i>	Considero que la parte más incómoda es la paleta, seguido después por el asiento y el respaldo	El pupitre debe de adaptarse a las diferentes posturas del usuario, en especial en la paleta, seguido del asiento y el respaldo.
<i>¿Consideras que la altura del asiento, inclinación o espacio de la paleta son de dimensiones adecuadas? ¿Cuál parte considerarías que se mejorara?</i>	No, considero que habría que mejorarlos, en especial al espacio de la paleta.	El pupitre debe contar con el suficiente espacio en la paleta para la ejecución de las actividades del usuario.
<i>Te gustaría que el pupitre contara con:</i>	Me gustaría que el pupitre contara con un espacio preciso para dispositivos electrónicos, al igual que el respaldo sea reclinable y tenga integrado un espacio para guardar objetos.	El pupitre debe de contar con un espacio idóneo para el uso de dispositivos electrónicos. También con un respaldo adaptable a la espalda baja del usuario y un espacio para guardar bien los objetos.
<i>¿Cómo sientes el mobiliario al usarlo?</i>	Siento que el pupitre es algo justo para mí, aunque a veces me gustaría tener un poco más de espacio.	El pupitre debe contar con las dimensiones adecuadas dependiendo de la antropometría del usuario.
<i>¿Qué consideras que sea más importante en el pupitre, que sea cómodo o que sea funcional?</i>	Considero que sería mejor una mayor comodidad que las funciones que se le puedan integrar	El pupitre debe ser ergonómico y cómodo para el usuario antes que funcional.
<i>De la Universidad, ¿Cuál ha sido el mobiliario con el que te has sentido más cómodo?</i>	El mobiliario con el que me siento más cómodo son las sillas con respaldo y asiento acolchonados. Incluiría reposabrazos y altura del asiento ajustable.	El pupitre debe de contar con respaldo y asientos acolchonados, con un reposabrazos y altura ajustable
<i>¿Qué partes del pupitre te gustaría que se rediseñaran o remanufacturaran?</i>	Principalmente la paleta, aunque también sería bueno modificar tanto el respaldo como el asiento.	Se debe de rediseñar la paleta, el asiento y respaldo, considerando los aspectos de remanufactura.

Fuente. Propia.

TABLA 12.

Necesidades interpretadas de los encargados de los talleres de la UTM.

<i>Pregunta</i>	<i>Respuesta del encargado</i>	<i>Necesidad interpretada</i>
-----------------	--------------------------------	-------------------------------

¿Cuánto dura un pupitre sin daños después de haber sido reparado?

¿En qué parte de este proceso participa? ¿Cuáles son los detalles que le cuestan más?

¿Con qué tecnologías de la Remanufactura ha participado? Explicar cada tecnología de la remanufactura

¿En qué parte de este proceso participa? ¿Cuáles son los detalles que le cuestan más?

Definición de Remanufactura.
¿Considera que con este enfoque se mejoría no solo el producto, sino el proceso de manufactura?

No dura ni el año, por el mal uso y rayones que le hacen, se raspan y se vuelven a barnizar.

En la reparación de la madera. Cuesta raspar los pupitres, porque hay que repetir el proceso de pintado. Hacer desde cero es más trabajo, pero menos tedioso.

Nos traen la butaca, pasa una inspección visual, luego un desmontaje no destructivo para corroborar algunos componentes, casi no se truenan el asiento, pero lo que se ha reparado con tabla tiende a tronarse. Para el raspado primero pasamos un proceso de limpieza con thinner para quitar grasa, con tinta retocamos rayones y si no se quitan raspamos como última opción.

Participo en la soldadura y la pintura de la estructura metálica. Cuesta más la pintura, porque hay que removerla y luego volver a pintar.

Depende del material, pero mejorarían ambos. Estos pupitres están en constante movimiento, podrían ser más ligeros.

La paleta del pupitre debe evitar ser dañada por lapiceros. También debe de ser resistente y durable.

El proceso de reacondicionamiento del pupitre debe ser eficiente.

Las piezas del pupitre deben ser de materiales resistentes, capaces de resistir años.

La pintura del pupitre debe ser de fácil aplicación y fácil de remover.

Las partes del pupitre deben de ser ligeras, para moverlos fácilmente.

Fuente. Propia.

TABLA 13.

Necesidades definidas y ajustadas en orden de importancia.

No	Necesidad	Imp.
1	El pupitre reduce las lesiones físicas del usuario.	4
2	El pupitre se adapta a las diferentes posturas del usuario.	2
3	El pupitre cuenta con las dimensiones adecuadas para el usuario.	5
4	El pupitre es más cómodo que funcional.	3
5	La paleta cuenta con un espacio especial para dispositivos electrónicos.	3
6	La paleta cuenta con el espacio necesario para la realización de las actividades del usuario.	4
7	La paleta es resistente a rayaduras de lapiceros y otros materiales.	2
8	El respaldo se adapta a la espalda baja del usuario.	3
9	El respaldo esta recubierto para el confort del usuario.	4
10	El asiento esta recubierto para el confort del usuario.	4
11	El asiento cuenta con altura ajustable.	2
12	La parrilla/almacenaje es suficiente para guardar los objetos.	3
13	Las piezas del pupitre son ligeras en masa.	4
14	Las piezas del pupitre son resistentes para durar a lo más 2 años.	3
15	La pintura del pupitre es fácil de aplicar.	2
16	La pintura del pupitre es fácil de remover.	2
17	Las piezas del pupitre se diseñan con las tecnologías de la remanufactura.	4
18	El proceso de reacondicionamiento es rápido, ordenado y sencillo de realizar.	1

Fuente. Propia.

TABLA 14.

Ponderación de la importancia a las necesidades.

Calificación numérica	Escala	Tipo de importancia
1	La necesidad no influye directamente en el diseño y a la fabricación del objeto.	Muy baja
2	La necesidad afecta poco al objeto.	Baja
3	La necesidad influye en la relación entre el objeto y el usuario.	Media
4	La necesidad afecta al objeto, pero no directamente a la interacción entre el objeto y el usuario.	Alta
5	La necesidad afecta demasiado al objeto y su cumplimiento depende de la satisfacción del usuario.	Crítica.

Fuente. Propia.

TABLA 15.*Métricas.*

No	No. de necesidad	Métrica	Imp.	Unidades
1	1, 2, 4, 8	Ángulo de respaldo	4	En grados °
2	3, 4, 17	Medidas de pupitre	5	mm/in
3	4, 5, 6	Medidas de la paleta	4	mm/in
4	4, 8	Medidas del respaldo	3	mm/in
5	4, 11	Medidas del asiento	3	mm/in
6	12	Medidas de la parrilla/almacenamiento	3	m/m ² /m ³
7	13, 17	Masa total	4	kg
8	14	Resistencia a la flexión (carga vertical)	3	kN
9	15, 16	Presión del aire (al aplicar o al remover)	2	Pa (N/m ²)
10	18	Tiempo de reparación	1	Días

Fuente. Propia.

Nota. Para determinar la importancia en las métricas, se considera la mayor calificación que tenga la necesidad o el grupo de necesidades de la tabla "Necesidades definidas y ajustadas en orden de importancia".

TABLA 16.

Requerimientos, basada en el "Manual de Diseño Industrial".

Requerimiento	Factor determinante	Factor determinado	Subparámetro	Cuantificación
Tomar en cuenta el ángulo en el respaldo del pupitre.	Los pupitres convencionalmente tienen un ángulo de inclinación en el respaldo de 95° a 100°	Ángulo del respaldo: ϕ	$\phi =$	95° a 100°
Tomar en cuenta el ángulo de inclinación de la paleta	Para la escritura, se considera el ajuste de una paleta con inclinación.	Ángulo de la paleta: σ	$\sigma =$	15°
Tomar en cuenta las medidas generales del pupitre	Basándose en las medidas estándar para un pupitre universitario en México.	Ancho = A Largo = L Altura = h	A= L= h=	436 mm 567 mm 734 mm
Tomar en cuenta las medidas de la paleta	Basándose en las medidas estándar en la paleta para un pupitre universitario en México.	Ancho = A Largo = L	A= L=	544 mm 780 mm
Tomar en cuenta las medidas del respaldo	Basándose en las medidas estándar en el respaldo para un pupitre universitario en México.	Ancho = A Largo = L Radio de la curvatura del respaldo: r	A= L= r=	436 mm 185 mm 400 mm
Tomar en cuenta las medidas del asiento	Basándose en las medidas estándar en el asiento para un pupitre universitario en México.	Ancho = A Largo = L Altura = h Ángulo de inclinación: θ	A= L= h= $\theta =$	436 mm 397 mm 430 mm 4°
Tomar en cuenta las medidas de la parrilla/almacenamiento	Basándose en las medidas estándar en la parrilla para un pupitre universitario en México.	Ancho = A Largo = L Zoclo = z	A= L= z=	436 mm 397 mm 100 mm
Tomar en cuenta la masa total del pupitre	Basándose en el peso de un pupitre universitario en México	Peso estático: Pe	Pe=	4-6 kg.
Tomar en cuenta la resistencia que soportará el pupitre	Basándose en el peso soportado de una persona en un pupitre universitario en México	Peso relativo: Pr	Pr=	100-160 kg.
Tomar en cuenta las tecnologías de remanufactura en adicción al proceso de reacondicionamiento	Considerando las tecnologías de remanufactura, se evaluaría la opción de agrupar las tecnologías con las que cuenta la Universidad y detallar el proceso de reparación de los pupitres en base a ellas.	Tiempo / consumo energético Carga consumida	Tiempo / Consumo energético Carga consumida	1 hr/kwh \$5.82/kwh
Tomar en cuenta el tiempo que se tardará en	En referencia con las entrevistas hechas a los encargados de la universidad.	Duración: D	D=	14 días a 28 días

Fuente. Propia.

En base a la formulación de los requerimientos, se concluye que las especificaciones referidas a las dimensiones del pupitre son de alta importancia, ya que requieren una completa evaluación estratégica al ajustar esas medidas al diseño conceptual. Esto influye en la ergonomía y el ajuste correcto de las partes del pupitre.

En última instancia esta la remanufactura, evitando el consumo innecesario de energía, materiales y tiempo del personal de los talleres. En base al tiempo, ajustar ordenadamente las tecnologías a utilizar en el proceso de remanufactura, para mantener tiempos de entrega alrededor de los anteriores o incluso bajarlos. También aprovechar en mejor manera los equipos con los que cuenta cada taller. Estas son más recomendaciones referidas en la elaboración del pupitre.

La siguiente tabla evalúa los pupitres considerados en el capítulo I. En seguida se mostrarán cuáles son estos pupitres y cual cumple de mejor manera con los requerimientos anteriores.

TABLA 17.

Requerimientos.

Requerimiento	1	2	3
Tomar en cuenta el ángulo en el respaldo del pupitre.	x	✓	✓
Tomar en cuenta el ángulo en la paleta del pupitre.	x	✓	x
Tomar en cuenta las medidas generales del pupitre	x	✓	x
Tomar en cuenta las medidas de la paleta	x	x	✓
Tomar en cuenta las medidas del respaldo	x	✓	✓
Tomar en cuenta las medidas del asiento	x	x	✓
Tomar en cuenta las medidas de la parrilla/almacenamiento	x	✓	x
Tomar en cuenta la masa total del pupitre	✓	✓	✓
Tomar en cuenta la resistencia que soportará el pupitre	✓	✓	✓
Total de aciertos:	2	7	6

Fuente. Propia.

FIGURA 20.

Pupitre Núm. 2, Banca Universitaria RE-921.



Fuente. KéMueble. (s. f.).

FIGURA 19.

Pupitre Núm. 1, comúnmente reparado por la Universidad.



Fuente. Propia.

Por la anterior tabla, podemos observar que el pupitre Banca Universitaria RE-921 es la que mejor se ajusta a las necesidades del usuario, en relación a las características del pupitre y las funciones del mismo.

La siguiente tabla define la misión a lograr en base a los requerimientos anteriores.

FIGURA 21.

Pupitre Núm. 3, silla escolar Mia Table.



Fuente. Mirplay school. (s. f.).

TABLA 18.

Declaración de la misión del pupitre remanufacturado de la universidad.

Declaración de la misión: Proyecto de pupitre remanufacturado de la UTM

<i>Descripción del producto</i>	Mobiliario remanufacturado, con dimensiones ajustadas por el tomo III del INIFED.
<i>Propuesta de valor</i>	Es un producto remanufacturado, considerando las características y ergonomía de los estudiantes de la Universidad y sus necesidades.
<i>Metas clave de negocio</i>	Aplicar tecnologías de remanufactura Uso eficiente y correcto de los materiales Ergonómico Sustentabilidad
<i>Usuario primario</i>	Estudiantes de la Universidad
<i>Usuarios secundarios</i>	Estudiantes externos Profesores
<i>Suposiciones</i>	Remanufacturado Ergonómico Nuevas funciones Enfoque en las actividades y novedades actuales de los estudiantes
<i>Involucrados</i>	Estudiantes La Universidad como institución Personal de los talleres de manufactura de la Universidad

Fuente. Propia.

3.2 Conceptualización

3.2.1 Generación del concepto de diseño

Para la fase de conceptualización se basó en los siguientes aspectos:

- Modificaciones sin alteraciones mayores a la estructura del pupitre (conocido como Núcleo o core en la metodología)
- Materiales a emplear en la fabricación
- Diseño de cada componente

Estos aspectos son necesarios para definir cada elemento del pupitre. Empezando por la base del pupitre, pudiendo tener alteraciones leves al “pupitre común” de la Universidad. Continuando por la selección de materiales para los componentes del pupitre. Y al final, el diseño de cada pieza por separado.

3.2.2 Elección de método creativo

Con los aspectos anteriormente definidos, es necesario escoger correctamente el método creativo para la ejecución y definición de las propuestas de diseño.

El método elegido es Brainstorming individual, conocido también como lluvia de ideas. En este método se recopilan ideas del diseñador basándose en su experiencia, la investigación previa realizada y la búsqueda por nuevos modelos del objeto a diseñar (inspiración).

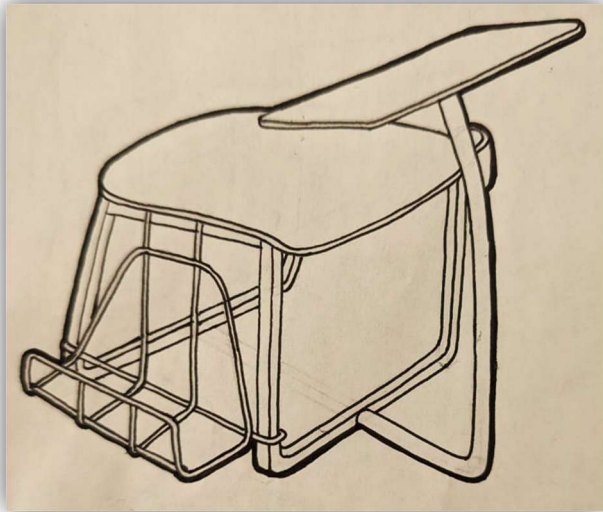
3.2.3 Ejecución del método creativo

Comenzando por la etapa de bocetos, donde se fueron trabajando la primeras ideas e impresiones. Cada boceto se buscaba que se relacionaran con las características distintivas.

El proceso fue el siguiente: se seleccionaban una característica por cada componente del pupitre (como un respaldo con movimiento, luego un asiento fijo, después una paleta movable y así sucesivamente); en seguida, se seleccionaban elementos en algunos componentes (como la paleta movable con un giro vertical de 90°, la parrilla por debajo del asiento, y el material del que se compondría el respaldo, asiento y/u otro componente). Se integraban esas ideas y resultaba en un concepto. A continuación, los primeros bocetos.

FIGURA 22.

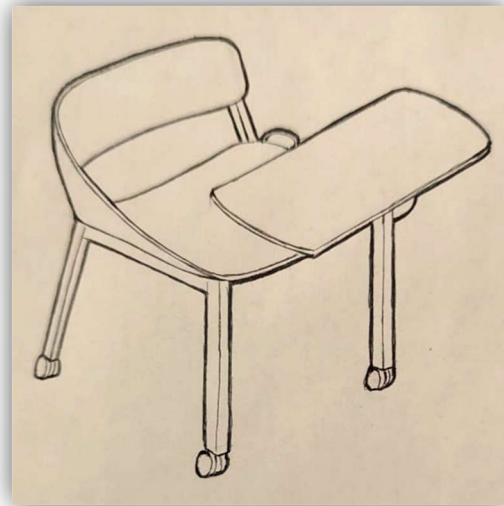
Pupitre "Atril", idea inicial del pupitre "Simple Method".



Fuente. Propia.

FIGURA 23.

Pupitre "Conexión S", idea inicial del pupitre "Cinema".



Fuente. Propia.

FIGURA 25.

Pupitre "Tradicional I", idea inicial del pupitre "Old School".



Fuente. Propia.

FIGURA 24.

Pupitre "Tradicional II", idea inicial del pupitre "Old School".

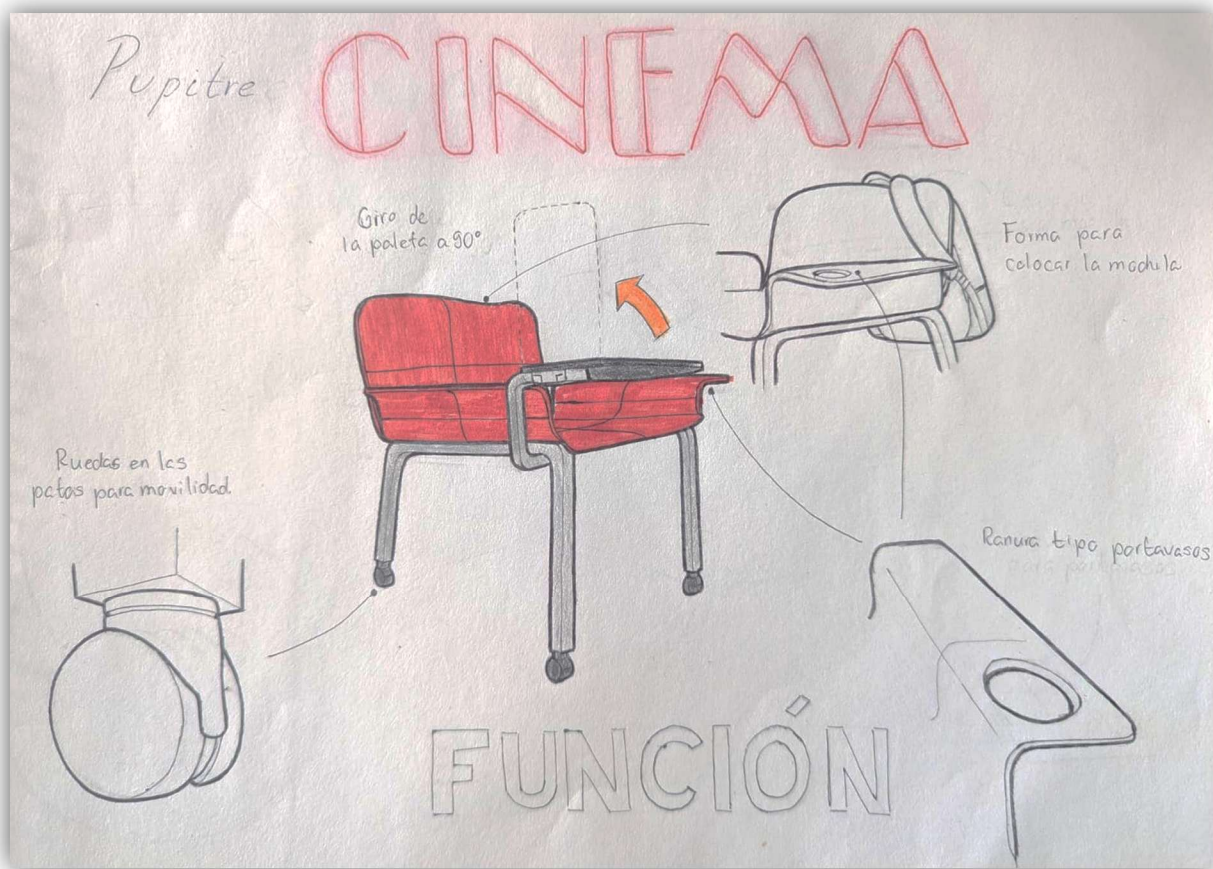


Fuente. Propia.

A su vez, se relacionaban algunas imágenes de sillas o pupitres como inspiración con los primeros bocetos. De ahí, surgieron ideas como un pupitre basado en un asiento de cine, hasta ideas muy arriesgadas como la eliminación del respaldo en otro. Poco a poco se fueron refinando las ideas y se llegaron a las propuestas que se mostrarán en el apartado "conceptos" (p. 72). En seguida, se muestran bocetos refinados de las propuestas; con aspectos de uso y función, como también la ergonomía.

FIGURA 26.

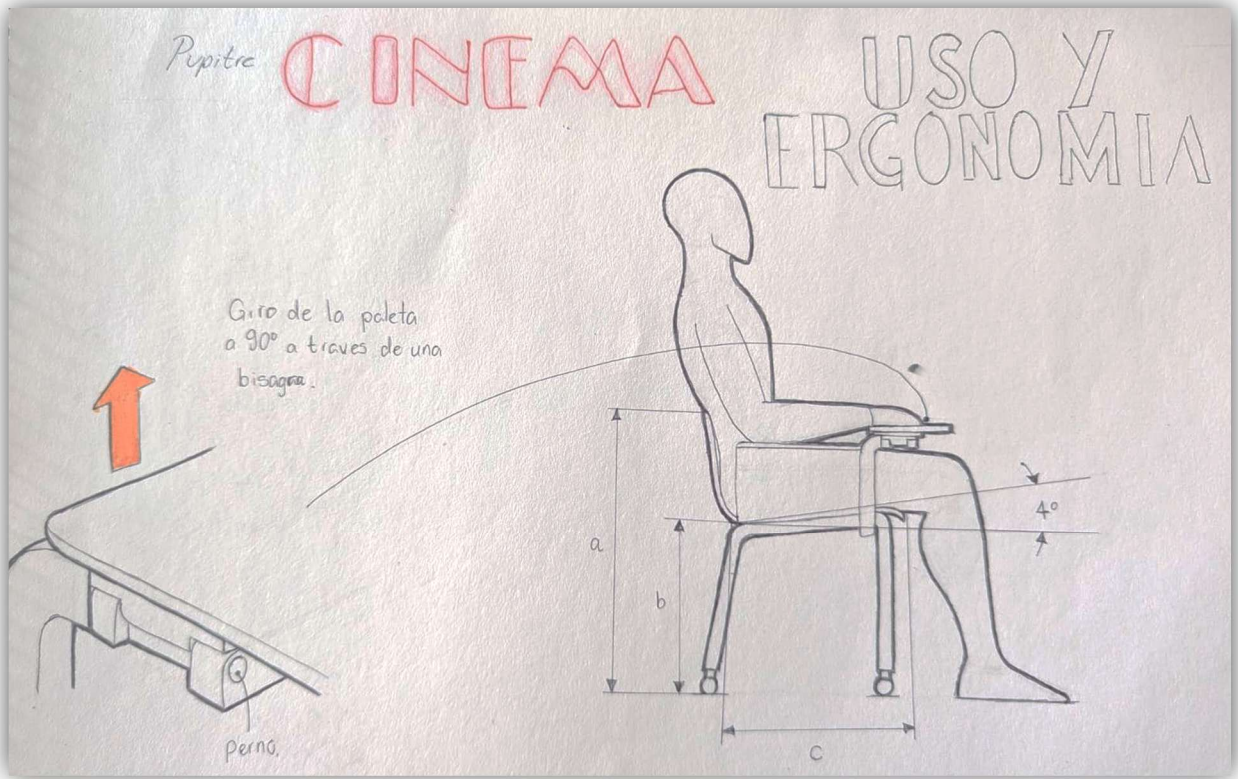
Boceto refinado de pupitre "Cinema", hoja 1.



Fuente. Propia.

FIGURA 27.

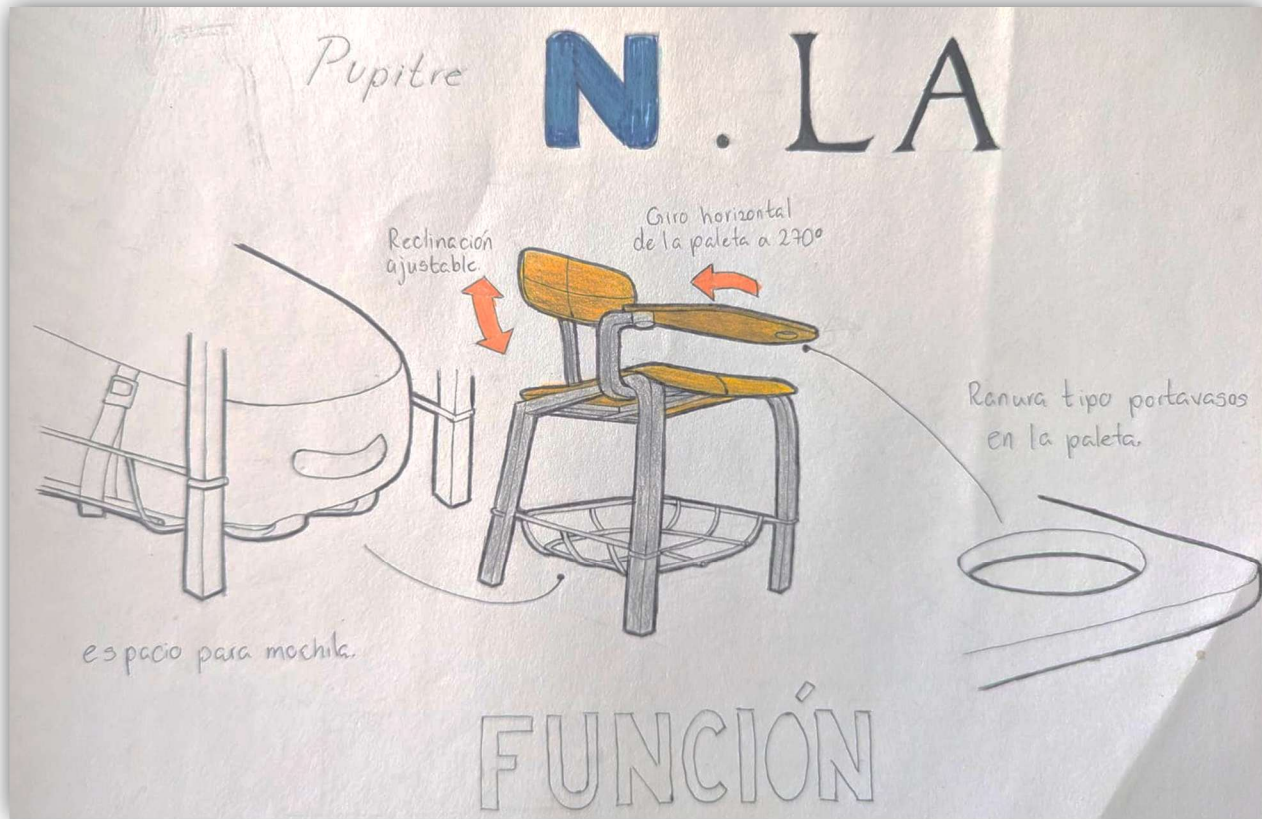
Boceto refinado de pupitre "Cinema", hoja 2.



Fuente. Propia.

FIGURA 28.

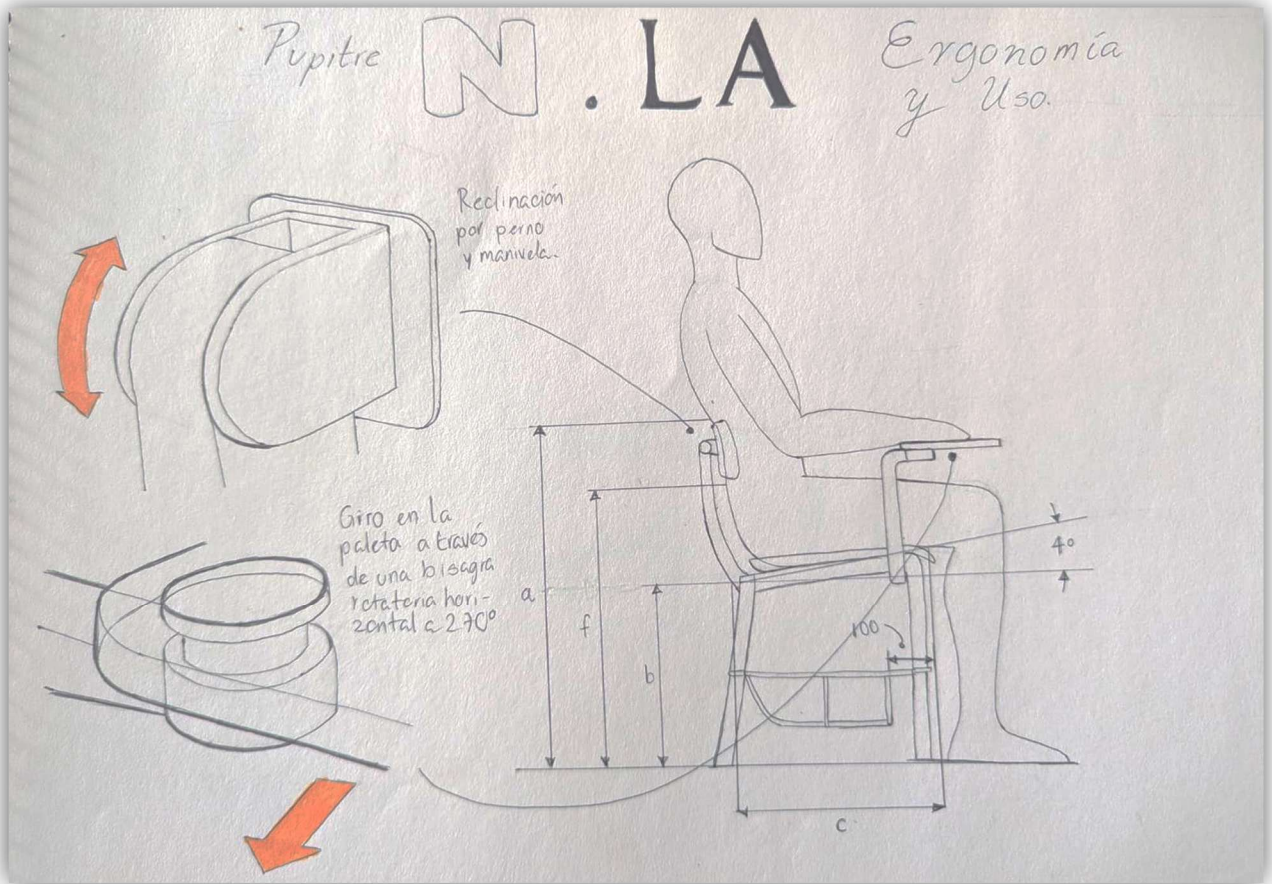
Boceto refinado de pupitre "Novo Aula", eventualmente renombrado como "Old School", hoja 1.



Fuente. Propia.

FIGURA 29.

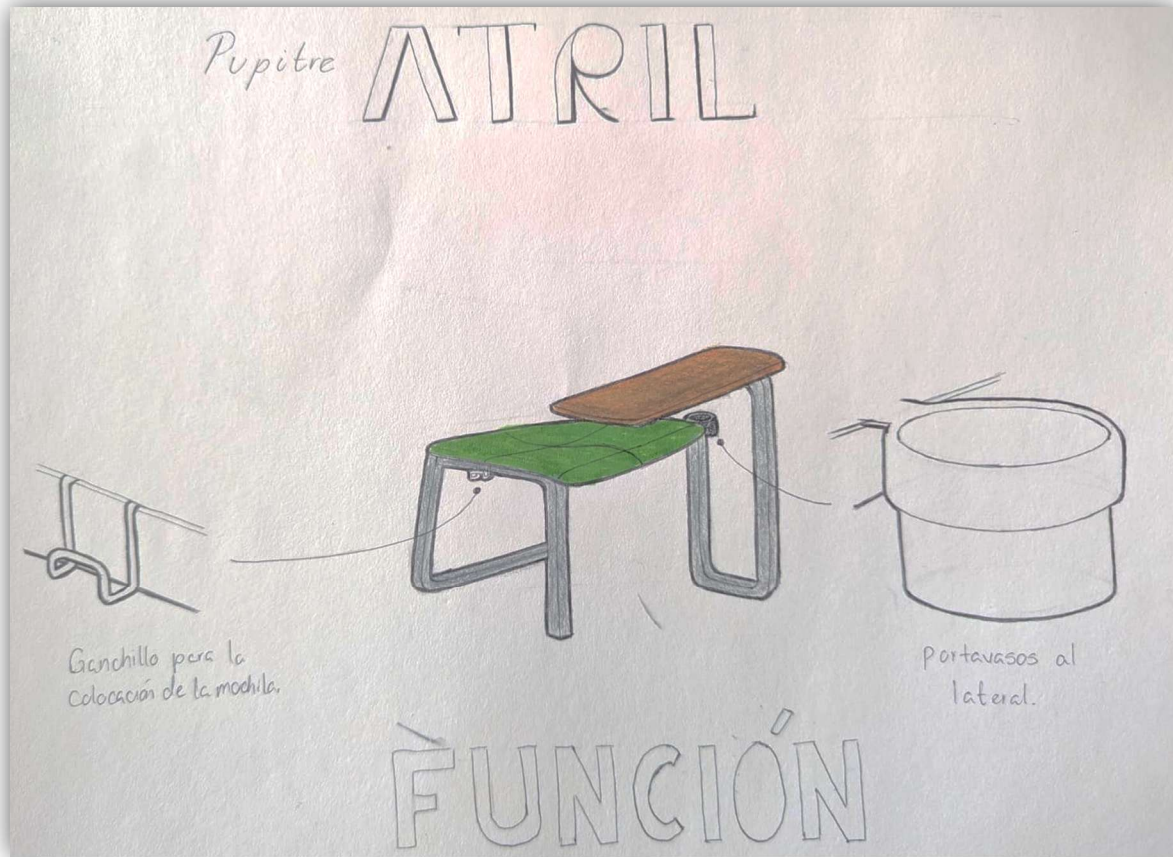
Boceto refinado de pupitre "Novo Aula", eventualmente renombrado como "Old School", hoja 2.



Fuente. Propia.

FIGURA 30.

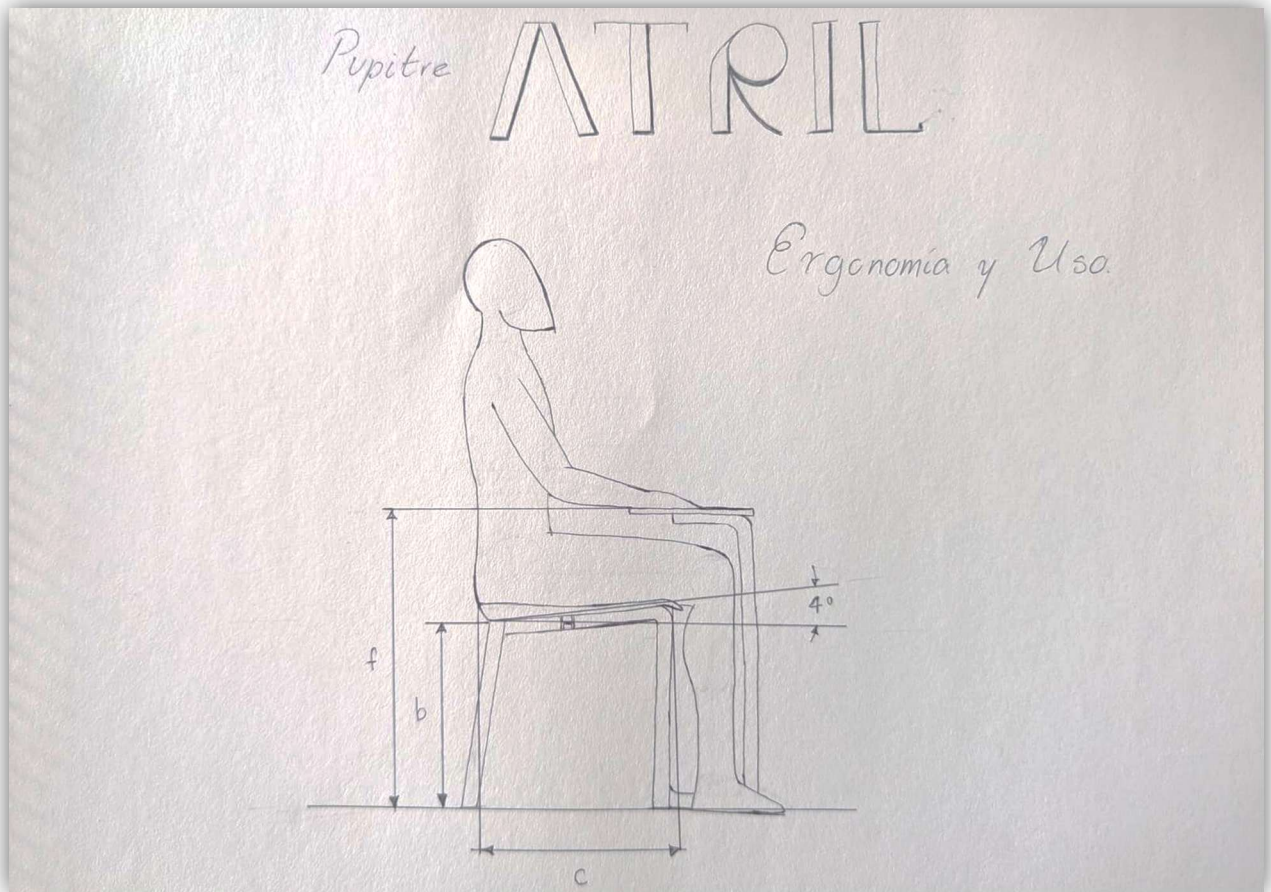
Boceto refinado de pupitre "Atril", eventualmente renombrado como "Simple Method", hoja 1.



Fuente. Propia.

FIGURA 31.

Boceto refinado de pupitre "Atril", eventualmente renombrado como "Simple Method", hoja 2.



Fuente. Propia.

Y finalmente, se realizaron las propuestas en formato digital. Estas propuestas se encuentran en el apartado "conceptos" (p. 72).

Características distintivas

Las características distintivas son las siguientes:

TABLA 19.

Características distintivas.

Respaldo	Asiento	Paleta	Parrilla	Materiales	Concepto
Fijo con movimiento	Fijo	Fija	Sin parrilla	Madera	Plegable
Fijo sin movimiento	Ajustable	Paleta movable	Parrilla separada	Metal	Armable
Sin respaldo	Con movimiento	Paleta armable	Parrilla integrada	Plástico Textil	Fija o semifija

Fuente. Propia.

Para algunas categorías se añadieron elementos más específicos, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 20.

Elementos distintivos en la paleta.

Elementos distintivos en la paleta del pupitre		
Fija	Movible	Armable
	Giro horizontal 360°	
	Giro vertical a 90°	
	Giro compuesto	

Fuente. Propia.

TABLA 21.

Elementos distintivos en la parrilla.

Elementos distintivos en la parrilla del pupitre		
Sin parrilla	Separada	Integrada
		Debajo del asiento
		Posterior al asiento

Fuente. Propia.

TABLA 22.

Elementos distintivos en los materiales.

Elementos distintivos en los materiales			
Madera	Metal	Plástico	Textil
MDF	Alambrón	Fibra de vidrio	Crochet o rejilla
Triplay o chapa	Tubular redondo	Polipropileno	
Tabla o tablero	Tubular cuadrado		

Fuente. Propia.

3.2.4 Conceptos

Las propuestas a mostrar fueron desarrolladas contemplando las características distintivas. Al final, la propuesta elegida podría tener algún agregado o modificación como:

- Acojinamiento
- Portavasos integrado
- Ruedas para la movilidad del pupitre
- Ganchillo para mochila

A continuación, se mostrarán las diferentes propuestas.

FIGURA 32.

Pupitre "Cinema".



Pupitre "Cinema"

Este pupitre basa su apariencia en los asientos de los cines.

Fuente. Propia.

Materiales que lo conforma:

- Estructura metálica pintada en negro o gris mate.
- Asiento y respaldo fabricados en fibra de vidrio y pintado en rojo mate, similar al color del acojinamiento de un asiento de una sala de cine.
- Paleta fabricada en fibra de vidrio y pintado en azul o negro mate, con una abertura para posibilitar el giro de la paleta en 90°, similar al portavasos ocupado en el cine.

En ajuste con las siguientes características distintivas:

TABLA 23.

Características distintivas del pupitre "Cinema".

Respaldo	Asiento	Paleta	Parrilla	Materiales	Concepto
Fijo con movimiento	Fijo	Fija	Sin parrilla	Madera	Plegable
Fijo sin movimiento	Ajustable	Paleta movable	Parrilla separada	Metal	Armable
Sin respaldo	Con movimiento	Paleta armable	Parrilla integrada	Plástico	Fija o semifija
				Textil	

Fuente. Propia.

FIGURA 33.

Pupitre "Old School".



Pupitre "Old School"

Este pupitre basa su apariencia en los pupitres de antaño y las sillas clásicas, con un estilo industrial; con la adición de nuevas particularidades que permitan comodidad y un flujo de trabajo más efectivo.

Fuente. Propia.

Materiales que lo conforma:

- Estructura metálica pintada en negro o gris mate.
- Asiento fabricado por capas prensadas en triplay de 3 mm. (3 a 4 capas).
- Respaldo fabricado por capas prensadas en triplay de 3 mm. (3 a 4 capas).
- Paleta fabricada en tabla de madera de pino.

En ajuste con las siguientes características distintivas:

TABLA 24.

Características distintivas del pupitre "Old School".

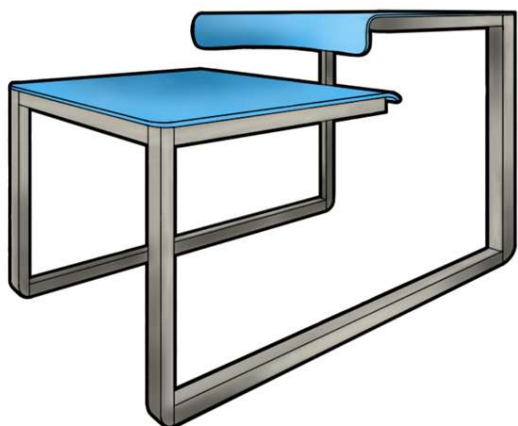
Respaldo	Asiento	Paleta	Parrilla	Materiales	Concepto
Fijo con movimiento	Fijo	Fija	Sin parrilla	Madera	Plegable
Fijo sin movimiento	Ajustable	Paleta movable	Parrilla separada	Metal	Armable
Sin respaldo	Con movimiento	Paleta armable	Parrilla integrada	Plástico Textil	Fija o semifija

Fuente. Propia.

FIGURA 34.

Pupitre "Simple Method"

Pupitre "Simple Method".



Inspirado en los pupitres modernos, con la novedad de no contar con respaldo. La idea es que el estudiante mantenga siempre una postura activa al estar sentado.

Fuente. Propia.

Materiales:

- Estructura metálica pintada en gris mate.
- Asiento fabricado en fibra de vidrio y pintado en azul cielo satinado, integrado al inferior el sistema "Lazy Susan" para permitir un giro de 360° sobre su eje para la accesibilidad y el confort del usuario.
- Paleta fabricada en fibra de vidrio y pintado en azul cielo satinado, con un arqueado para descansar mejor los brazos y funcionado como un respaldo temporal mientras no se efectúen actividades.

En ajuste con las siguientes características distintivas:

TABLA 25.

Características distintivas del pupitre "Simple Method".

Respaldo	Asiento	Paleta	Parrilla	Materiales	Concepto
Fijo con movimiento	Fijo	Fija	Sin parrilla	Madera	Plegable
Fijo sin movimiento	Ajustable	Paleta movable	Parrilla separada	Metal	Armable
Sin respaldo	Con movimiento	Paleta armable	Parrilla integrada	Plástico	Fija o semifija
				Textil	

Fuente. Propia.

3.2.5 Pupitre "Cinema"

Teniendo ya las características distintivas, se procede a determinar los elementos distintivos que caracterizan a esta propuesta. Estos elementos se presentan a continuación:

TABLA 26.

Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Cinema".

Fija	Movible	Armable
	Giro horizontal 360°	
	Giro vertical a 90°	
	Giro compuesto	

Fuente. Propia.

TABLA 27.

Elementos distintivos en los materiales del pupitre "Cinema".

Madera	Metal	Plástico	Textil
MDF	Alambrón	Fibra de vidrio	Crochet o rejilla
Triplay o chapa	Tubular redondo	Polipropileno	
Tabla o tablero	Tubular cuadrado		

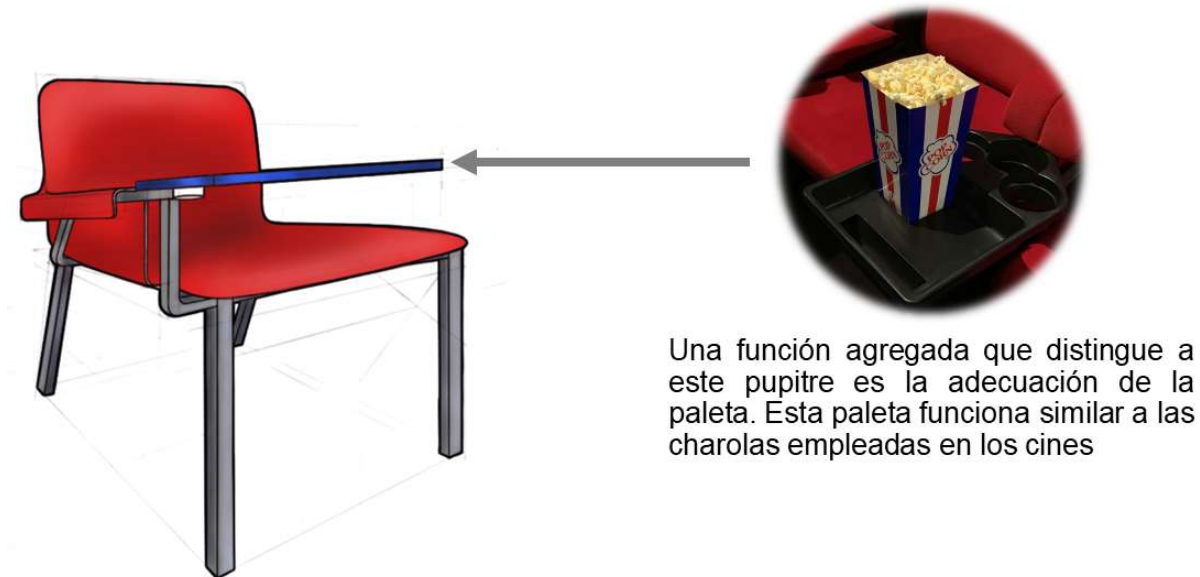
Fuente. Propia.

Funcionalidad

El giro de la paleta es la función que distingue a este pupitre. El giro de la paleta del pupitre Cinema está inspirada de los portavasos ocupados en los cines.

FIGURA 35.

Relación entre un portavasos y la paleta del pupitre "Cinema" a través de la función.



Fuente. Propia.

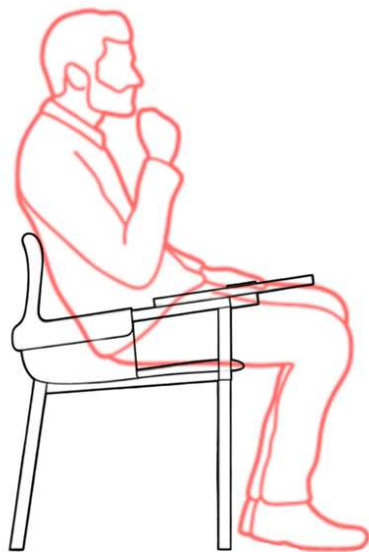
El giro de la paleta de este pupitre es horizontal, cercano a los 360° grados. Esto funciona mediante un riel con botón que evita la salida de la paleta de la estructura del pupitre.

Inicia con el deslizamiento de la paleta hacia el frente (en postura sedente) y después permite el giro aproximadamente a 360°. El propósito de esta función es para una cómoda forma de sentarse y de salir del pupitre, como si estuvieras en una silla y no en un pupitre convencional.

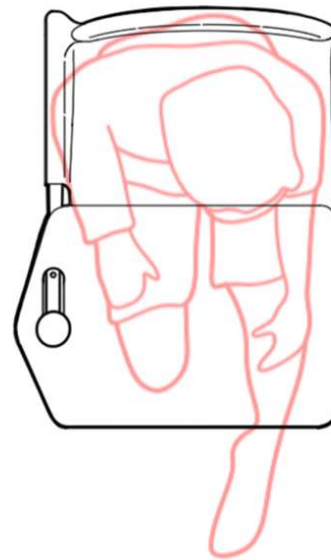
A continuación; se ejemplifica el uso de pupitre y en la postura sedente, permitiendo comprender cuánto espacio hay en la paleta para las actividades del alumno.

FIGURA 36.

Ejemplificación del uso del pupitre "Cinema".



Ejemplificación en Hombres



Ejemplificación del área de trabajo

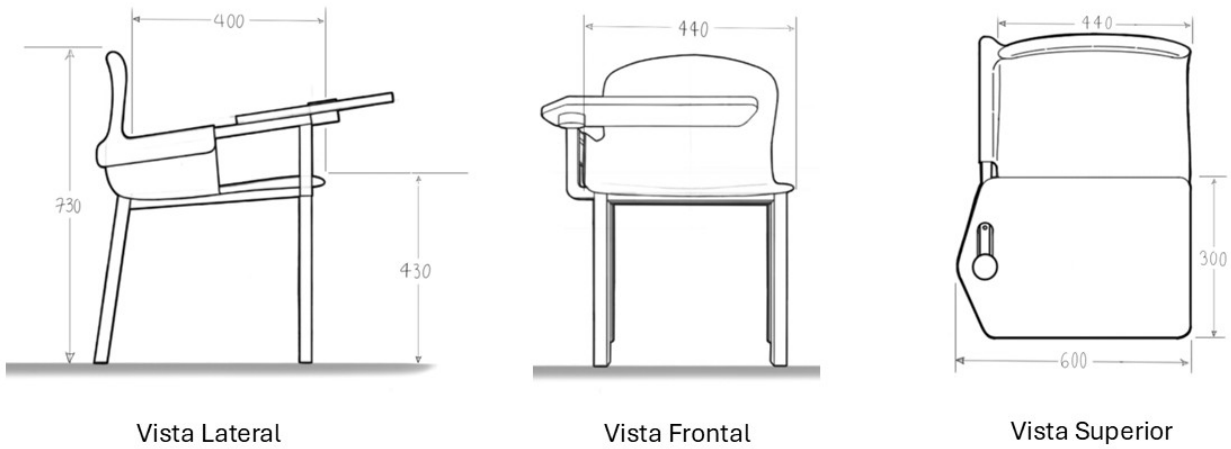
Fuente. Propia.

Ergonomía

Para la ergonomía del producto se empleó el manual de Normas INIFED – Habitabilidad y funcionamiento, Tomo III. Las medidas empleadas en el manual ajustan a las medidas antropométricas del estudiante de educación superior de México y América latina. (Todas las medidas están en mm).

FIGURA 37.

Medidas generales del pupitre "Cinema".



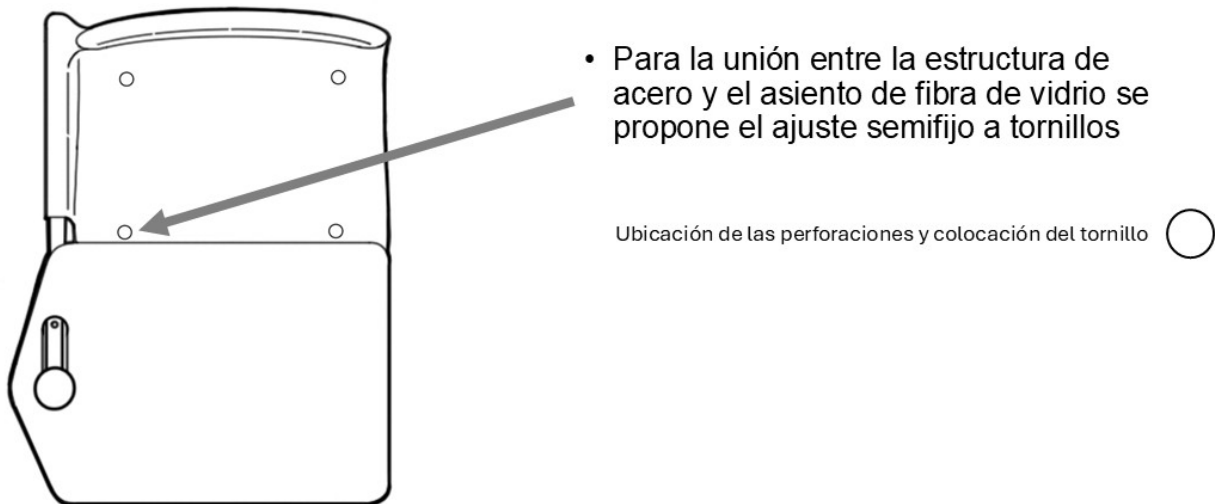
Fuente. Propia.

Construcción

El pupitre Cinema se compone de tres componentes principales: Estructura, asiento de fibra de vidrio y la paleta giratoria (incluyendo el botón).

FIGURA 38.

Unión entre elementos del pupitre "Cinema".



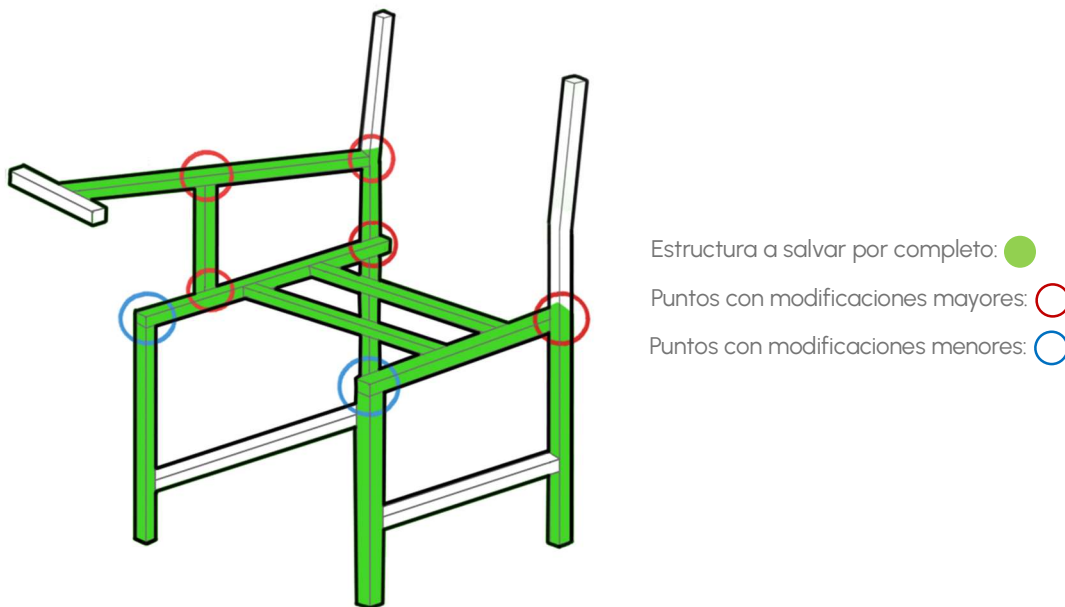
Fuente. Propia.

Remanufactura

Cada pupitre fue diseñado a partir de una estructura base (núcleo). Para la remanufactura en sí se rescata la estructura metálica del modelo antiguo, pupitre que está acumulado en la zona de mantenimiento de la universidad. La estructura salvada puede incluir cambios sutiles, para adecuarse a los otros componentes.

FIGURA 39.

Posible estructura salvada para la propuesta "Cinema".



Fuente. Propia.

Nota. Las modificaciones mayores refieren a cambios o adiciones en los elementos, donde habrá que cortar o ajustar dependiendo de la propuesta. Las modificaciones menores, refieren a cambios rápidos o nulos, sin complicaciones mayores.

La cantidad de material utilizable para cada propuesta varía y; en el caso del pupitre "Cinema", la cantidad de acero a ocupar es la siguiente:

TABLA 28.

Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación de la propuesta "Cinema".

Cantidad de acero en la estructura del pupitre "antiguo".	Cantidad de acero a ocupar para la propuesta	Porcentaje de estructura a ocupar
5.7 m.	4 m. aprox.	70%

Fuente. Propia.

Nota. Se obtuvo la cantidad de acero en el pupitre "antiguo" con la sumatoria de las medidas de cada componente, dando una cantidad de 5,69 m. (redondeando a 5,7 m). La cantidad de acero para la propuesta "Cinema" se obtuvo por sumatoria, tomando de referencia las medidas tanto del pupitre "antiguo" como de las medidas de la propuesta. Estas medidas están en el apartado "Ergonomía" (p. 78-79), vista anteriormente.

Así también se consideran los procesos de remanufactura, tomando en cuenta el equipo tecnológico con el que cuenta la Universidad para la remanufactura del pupitre.

TABLA 29.

Análisis de fabricación del pupitre "Cinema", en relación con las tecnologías de remanufactura.

Procesos tecnológicos/ Fuentes	Disponible en las plantas de los candidatos seleccionados	Fácilmente adaptable desde las operaciones de servicio	Necesidad de desarrollo. Dependiendo de las necesidades
Diagnóstico Inicial (Inspección)			
Desmontaje			
Limpieza			
Inspección			
Reacondicionamiento			
Ensamblaje			
Test o pruebas			

Fuente. Propia.

3.2.6 Pupitre "Old School"

Teniendo ya las características distintivas, se procede a determinar los elementos distintivos que caracterizan a esta propuesta. Estos elementos se presentan a continuación:

TABLA 30.

Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Old School".

Fija	Movible	Armable
	Giro horizontal 360°	
	Giro vertical a 90°	
	Giro compuesto	

Fuente. Propia.

TABLA 31.

Elementos distintivos en los materiales del pupitre "Old School".

Madera	Metal	Plástico	Textil
MDF	Alambrón	Fibra de vidrio	Crochet o rejilla
Triplay o chapa	Tubular redondo	Polipropileno	
Tabla o tablero	Tubular cuadrado		

Fuente. Propia.

Funcionalidad

A diferencia del pupitre Cinema, lo que distingue al pupitre Old School es el estilo retro-vintage que presenta el concepto. A su vez, este pupitre cuenta con funciones nuevas a comparación de los pupitres antiguos.

FIGURA 40.

Funciones de la paleta en el pupitre "Old School".



Fuente. Propia.

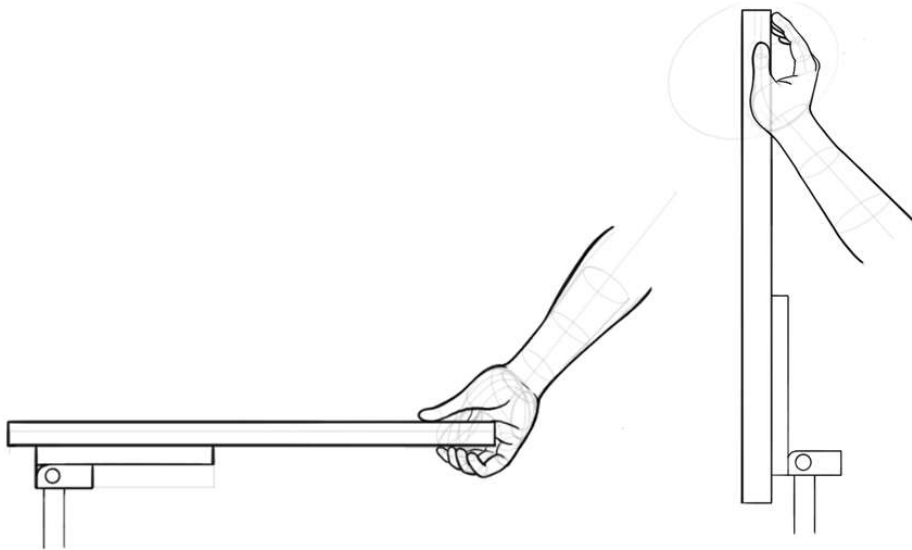
La primera función es una paleta movable verticalmente a 90° máximo, que implica una mejor manera de sentarse en el pupitre que la forma convencional. Esta función es

determinada por el uso de una bisagra bloqueante, que limita el movimiento de la paleta y vuelve seguro el pupitre para el estudiante.

Como ejemplificación de esta función, se muestra la siguiente figura:

FIGURA 41.

Función de abatimiento de la paleta en el pupitre "Old School".



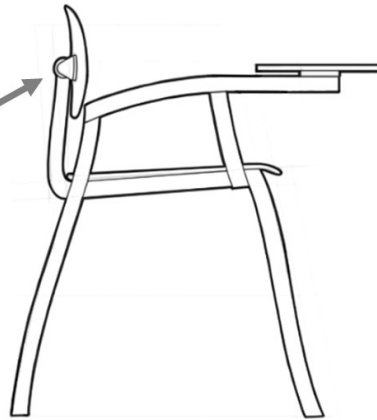
Fuente. Propia.

La segunda función se trata de un respaldo seguidor, que su propósito es ajustarse a la espalda del estudiante, permitiendo adoptar las diferentes posturas que el estudiante adapte al emplear el pupitre. Esto se logra a través de una bisagra sencilla en la zona posterior del respaldo.

FIGURA 43.

Función del respaldo "seguidor" en el pupitre "Old School".

En la parte posterior del pupitre a el respaldo, se encuentra un mecanismo seguidor a la espalda del usuario

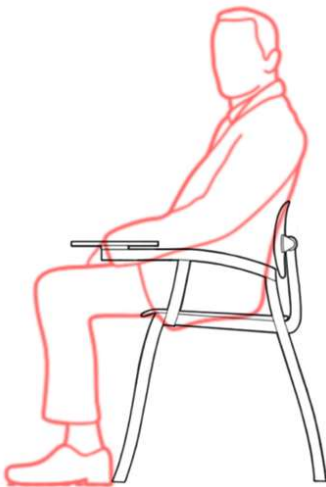


Fuente. Propia.

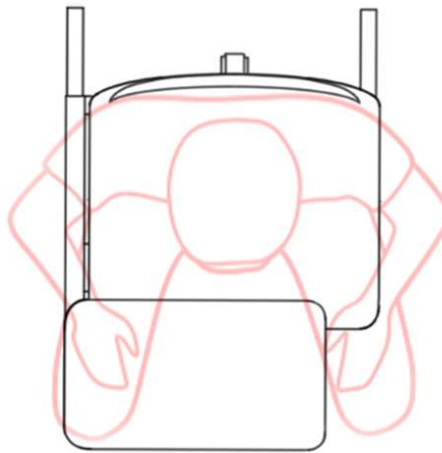
A continuación; se ejemplifica el uso de pupitre y en la postura sedente, permitiendo comprender cuánto espacio hay en la paleta para las actividades del alumno.

FIGURA 42.

Ejemplificación del uso del pupitre "Old School".



Ejemplificación de uso



Ejemplificación del área de trabajo

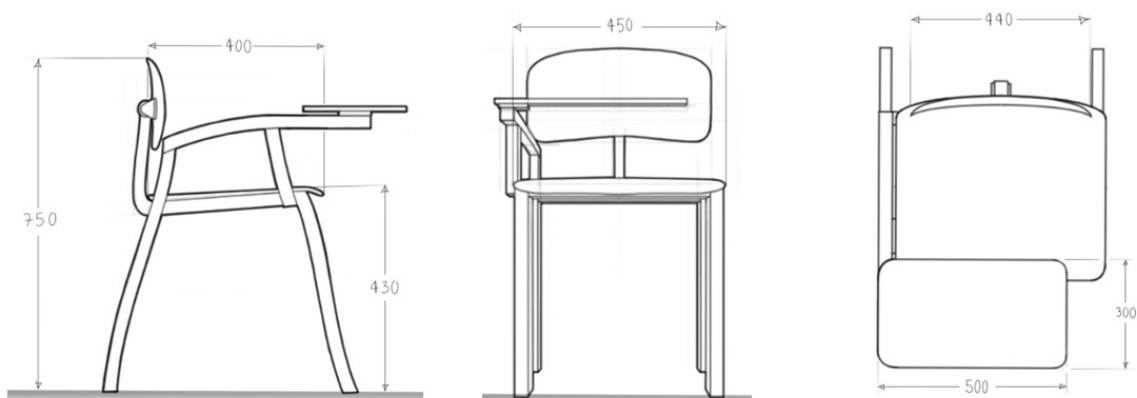
Fuente. Propia.

Ergonomía

Para la ergonomía del producto se empleó el manual de Normas INIFED – Habitabilidad y funcionamiento, Tomo III. Las medidas empleadas en el manual ajustan a las medidas antropométricas del estudiante de educación superior de México y América latina. (Todas las medidas están en mm.).

FIGURA 44.

Medidas generales del pupitre "Old School".



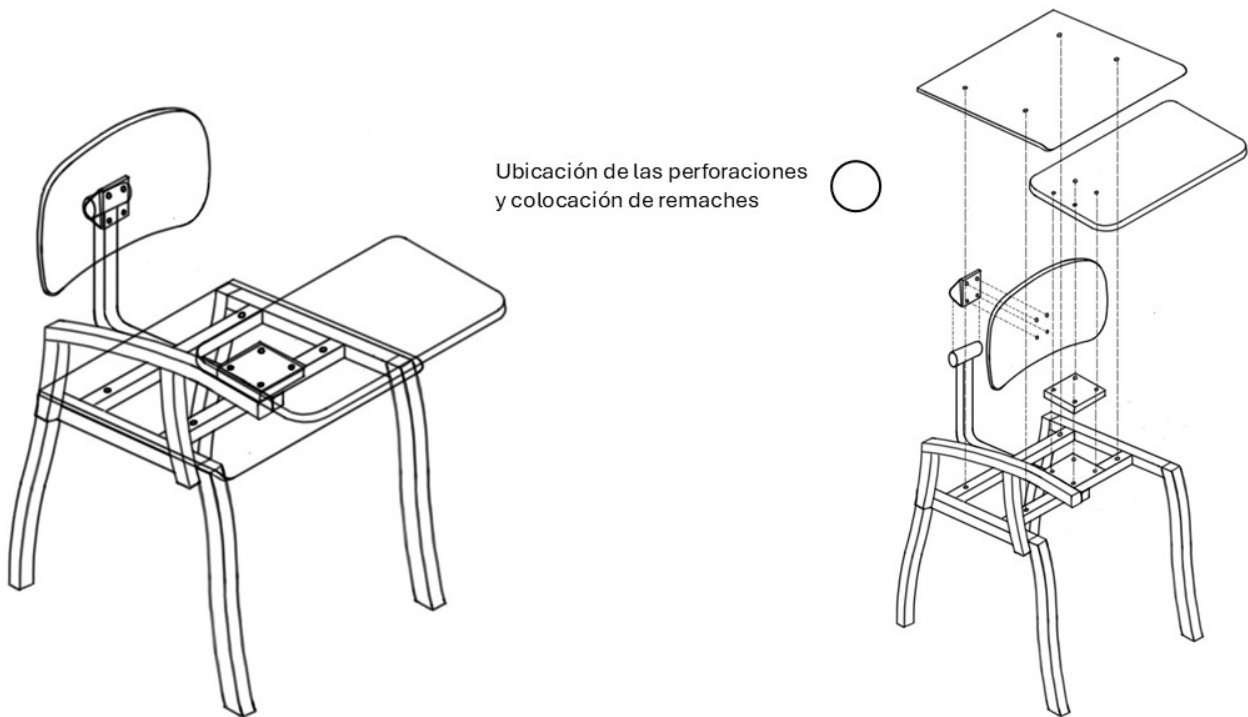
Fuente. Propia.

Construcción

El pupitre Old School se compone de cuatro componentes principales: Estructura, asiento de chapa o triplay, respaldo compuesto también del mismo componente que el asiento y la paleta. Agregando al pupitre, la bisagra bloqueante de la paleta y la bisagra posterior al respaldo.

FIGURA 45.

Unión entre elementos del pupitre "Old School".



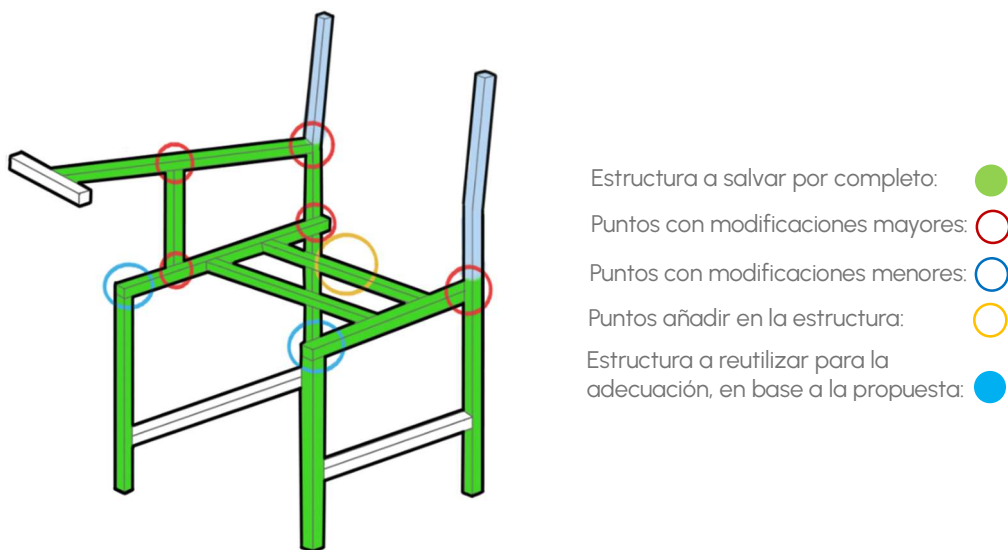
Fuente. Propia.

Remanufactura

Cada pupitre fue diseñado a partir de una estructura base (núcleo). Para la remanufactura en sí se rescata la estructura metálica del modelo antiguo, pupitre que esta acumulado en la zona de mantenimiento de la universidad. La estructura salvada puede incluir cambios sutiles, para adecuarse a los otros componentes.

FIGURA 46.

Posible estructura salvada para la propuesta "Old School".



Fuente. Propia.

Nota. Las modificaciones mayores refieren a los cambios o adiciones en los elementos, donde habrá que cortar o ajustar dependiendo de la propuesta. Las modificaciones menores, refieren a cambios rápidos o nulos, sin complicaciones mayores. La estructura reutilizada para adecuación se ocupará para la fabricación de nuevos componentes en la estructura final.

La cantidad de material utilizable para cada propuesta varía y; en el caso del pupitre "Old School", la cantidad de acero a ocupar es la siguiente:

TABLA 32.

Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación de la propuesta "Old School".

Cantidad de acero en la estructura del pupitre "antiguo".	Cantidad de acero a ocupar para la propuesta	Porcentaje de estructura a ocupar
5.7 m.	4.7 m. aprox.	82%

Fuente. Propia.

Nota. Se obtuvo la cantidad de acero en el pupitre "antiguo" con la sumatoria de las medidas de cada componente, dando una cantidad de 5.69 m. (redondeando a 5.7 m). La cantidad de acero para la propuesta "Old School" se obtuvo por sumatoria, tomando de referencia las medidas tanto del pupitre "antiguo" como de las medidas de la propuesta. Estas medidas están en el apartado "Ergonomía" (p. 85), vista anteriormente.

Así también se consideran los procesos de remanufactura, tomando en cuenta el equipo tecnológico con el que cuenta la Universidad para la remanufactura del pupitre.

TABLA 33.

Análisis de fabricación del pupitre "Old School", en relación con las tecnologías de remanufactura.

Procesos tecnológicos/ Fuentes	Disponible en las plantas de los candidatos seleccionados	Fácilmente adaptable desde las operaciones de servicio	Necesidad de desarrollo. Dependiendo de las necesidades
Diagnóstico Inicial (Inspección)			
Desmontaje			
Limpieza			
Inspección			
Reacondicionamiento			
Ensamblaje			
Test o pruebas			

Fuente. Propia.

3.2.7 Pupitre "Simple Method"

Al conocer las características distintivas, se pueden determinar los elementos distintivos que caracterizan a esta propuesta.

TABLA 34.

Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Simple Method".

Fija	Movible	Armable
	Giro horizontal 360°	
	Giro vertical a 90°	
	Giro compuesto	

TABLA 35.

Elementos distintivos en la paleta del pupitre "Simple Method".

Madera	Metal	Plástico	Textil
MDF	Alambrón	Fibra de vidrio	Crochet o rejilla
Triplay o chapa	Tubular redondo	Polipropileno	
Tabla o tablero	Tubular cuadrado		

Fuente. Propia.

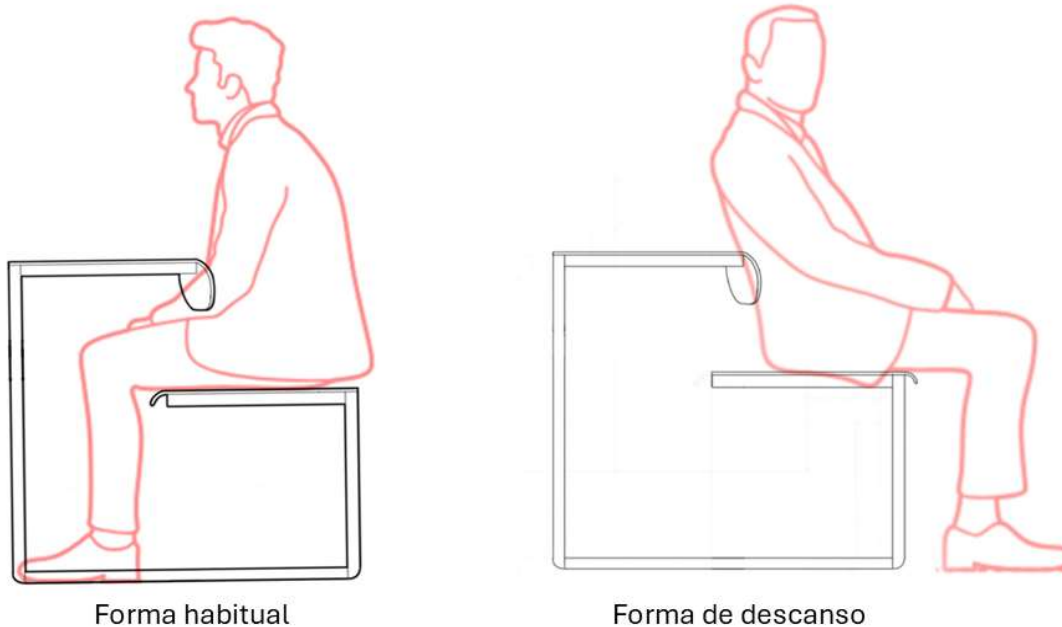
Funcionalidad

Este pupitre se diseñó a la búsqueda para encontrar lo simple y no lo común. Y de ahí surgen las características que lo distinguen, siendo la eliminación de respaldo (determinado a partir del concepto de la postura activa) y la adecuación de un asiento girable los 360°, con el fin de proporcionar un respaldo temporal al no realizar actividades; como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 47.

Función "Lazy Susan" del asiento en el pupitre "Simple Method".

Giro del asiento a 360° grados

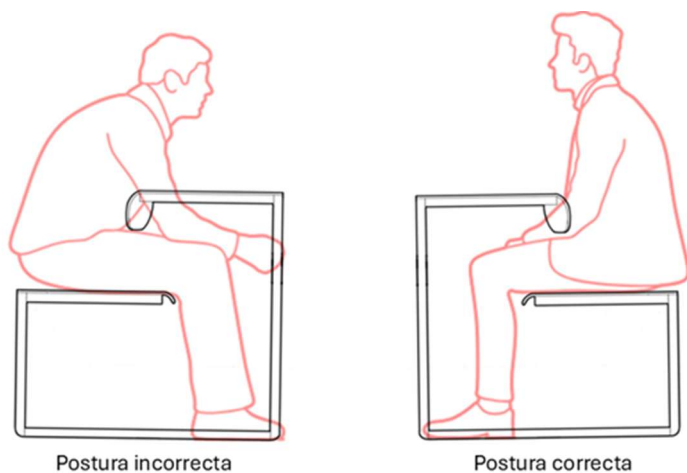


Fuente. Propia.

El concepto de postura activa se basa en la determinación natural de la espalda al estar sentado, en búsqueda que el usuario mantenga una postura correcta la mayor parte del tiempo.

FIGURA 48.

Comparación de posturas en el pupitre "Simple Method".

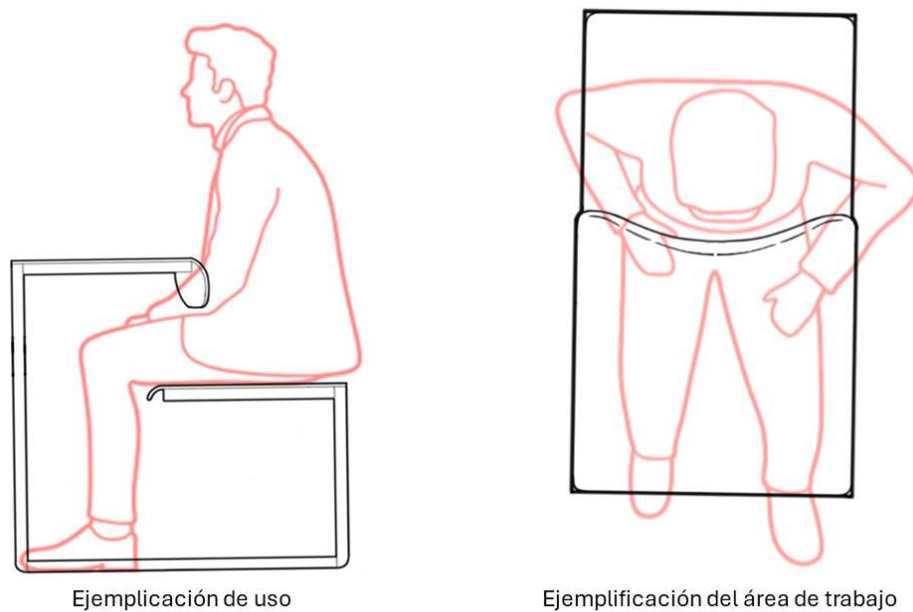


Fuente. Propia.

A continuación; se ejemplifica el uso de pupitre y en la postura sedente, permitiendo comprender cuánto espacio hay en la paleta para las actividades del alumno.

FIGURA 49.

Ejemplificación del uso del pupitre "Simple Method".



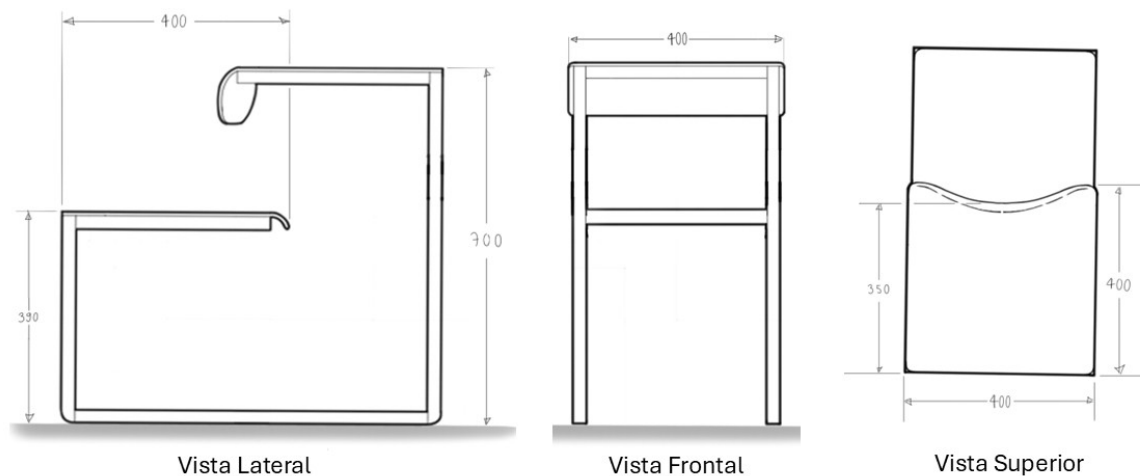
Fuente. Propia.

Ergonomía

Para la ergonomía del producto se empleó el manual de Normas INIFED – Habitabilidad y funcionamiento, Tomo III. Las medidas empleadas en el manual ajustan a las medidas antropométricas del estudiante de educación superior de México y América latina. (Todas las medidas están en mm.).

FIGURA 48.

Medidas generales del pupitre "Simple Method".



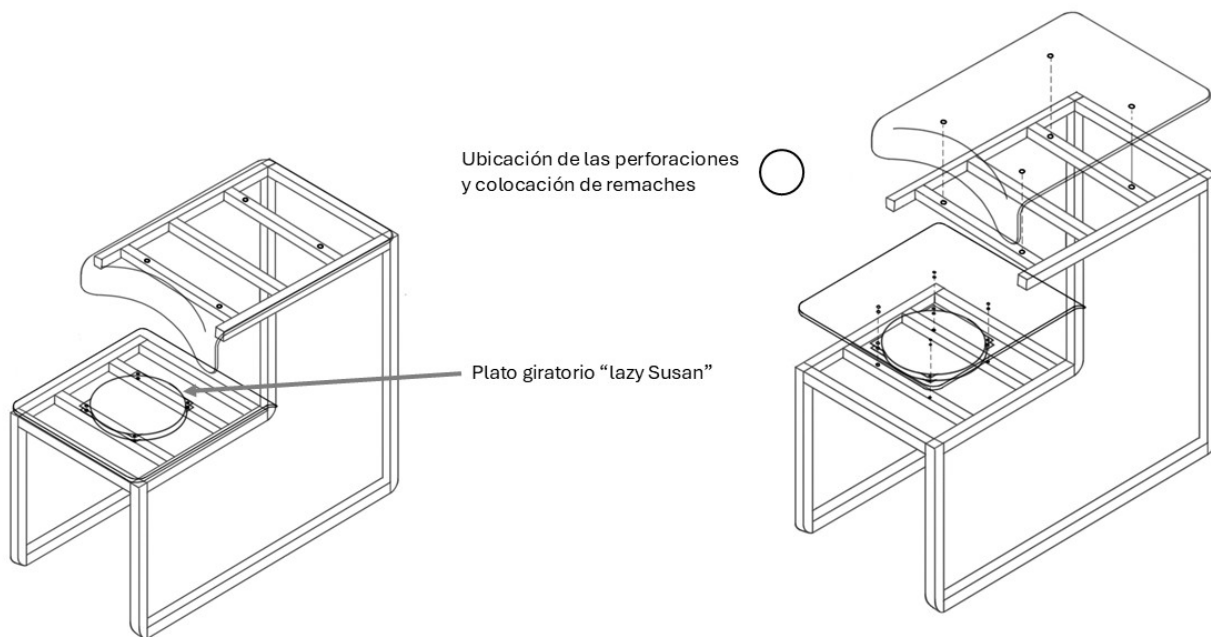
Fuente. Propia.

Construcción

El pupitre Simple Method se compone de tres componentes principales: Estructura de metal, mesa generada con fibra de vidrio y el asiento compuesto del mismo material de la mesa. Como añadido está el plato giratorio entre la estructura y el asiento, conocido como "Lazy Susan".

FIGURA 49.

Unión entre elementos del pupitre "Simple Method".



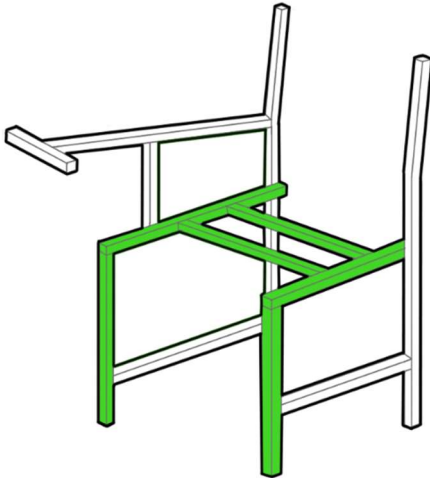
Fuente. Propia.

Remanufactura

Cada pupitre fue diseñado a partir de una estructura base (núcleo). Para la remanufactura en sí se rescata la estructura metálica del modelo antiguo, pupitre que esta acumulado en la zona de mantenimiento de la universidad. La estructura salvada puede incluir cambios sutiles, para adecuarse a los otros componentes.

FIGURA 50.

Posible estructura salvada para la propuesta "Simple Method".

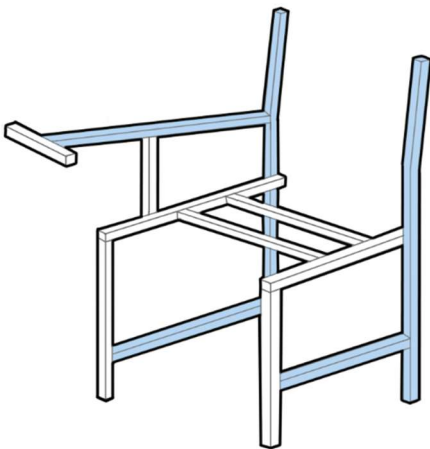


Estructura a salvar por completo: ●

Fuente. Propia.

FIGURA 51.

Posible estructura a reutilizar para la propuesta "Simple Method".



Estructura a reutilizar para la adecuación, en base a la propuesta: ●

Fuente. Propia.

Nota. La estructura reutilizada para adecuación se ocupará para la fabricación de nuevos componentes en la estructura final.

La cantidad de material utilizable para cada propuesta varía y; en el caso del pupitre "Simple Method", la cantidad de acero a ocupar es la siguiente:

TABLA 36.

Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación de la propuesta "Simple Method".

Cantidad de acero en la estructura del pupitre "antiguo".	Cantidad de acero a salvar para la propuesta	Porcentaje de estructura a ocupar	Cantidad de acero a añadir para la propuesta	Cantidad total de acero para la fabricación de la propuesta
5.7 m.	4.85 m. aprox.	85%	2.4 m. aprox.	7.25 m.

Fuente. Propia.

Nota. Se obtuvo la cantidad de acero en el pupitre "antiguo" con la sumatoria de las medidas de cada componente, dando una cantidad de 5.69 m. (redondeando a 5.7 m). La cantidad de acero para la propuesta "Simple Method" se obtuvo por sumatoria, tomando de referencia las medidas tanto del pupitre "antiguo" como de las medidas de la propuesta. Estas medidas están en el apartado "Ergonomía" (p. 92), vista anteriormente.

Así también se consideran los procesos de remanufactura, tomando en cuenta el equipo tecnológico con el que cuenta la Universidad para la remanufactura del pupitre.

TABLA 37.

Análisis de fabricación del pupitre "Simple Method", en relación con las tecnologías de remanufactura.

Procesos tecnológicos/ Fuentes	Disponible en las plantas de los candidatos seleccionados	Fácilmente adaptable desde las operaciones de servicio	Necesidad de desarrollo. Dependiendo de las necesidades
Diagnóstico Inicial (Inspección)		████████████████████	
Desmontaje		████████████████████████████████	
Limpieza	████████████████████████████████		
Inspección		████████████████████████████████	
Reacondicionamiento	████████████████████████████████		
Ensamblaje		████████████████████████████████	
Test o pruebas			████████████████████████████████

Fuente. Propia.

3.3 Elección de la propuesta

3.3.1 Métodos de evaluación

Método Kano

También conocido como modelo de Kano, es un método que ayuda a determinar que atributos de un producto son más relevantes al satisfacer las necesidades de un usuario. Con ello, tanto la satisfacción como la funcionalidad determina la importancia de ese atributo. (Design Toolkit | Modelo Kano, s. f.).

En principio, se busca determinar en qué categoría va cada necesidad, valiéndose de preguntas con respuestas al nivel de la satisfacción que ofrece el producto; buscando la perspectiva del usuario y comparando con su respuesta a la pregunta contraria. Ya recabadas las respuestas, se agrupan en 5 categorías dependiendo de la respuesta elegida; obteniendo como resultado un análisis global que determina a que categoría pertenece cada necesidad/función. (Hernández, J., s. f.).

Método Likert

La escala de Likert es un método de selección que se basa en la comparación de ideas con un conjunto de criterios determinados, que posteriormente pasa por una ponderación específica que puede variar del 1 al 3, 1 al 5 o del 1 a 10. Se le asigna un valor porcentual a cada número y al final se obtiene un porcentaje general de la comparación. La autoría de este método de selección le pertenece su autoría al psicólogo Rensis Likert. (Hernández, 2021).

3.3.2 Proceso

Para determinar el pupitre a elegir entre las tres propuestas, se pueden ocupar tanto el método Kano como el método por votación o mejor conocido como método popular. Estos métodos son con la participación del usuario a quien va destinado el producto. Para el proyecto, como no se busca vender el pupitre sino que cumpla con los requisitos puestos en las necesidades del usuario, se descarta el método popular.

La razón principal por la que se descarta el método por votación (popular) es por su proceso de elección del pupitre, que es en principio por los gustos y preferencias del público, y no por las necesidades y la satisfacción del usuario. Por otro lado, en el método Kano su principal virtud es la búsqueda de la satisfacción del usuario sobre los gustos que puedan tener. En pocas palabras, se busca que el pupitre satisfaga las necesidades y no gustos de los estudiantes, partiendo de los objetivos planteados.

Para la aplicación del método Kano, se puede ejecutar de forma invertida, debido a que ya se ajustaron las necesidades y partiendo de que el producto aún no existe, pero los estudiantes tienen experiencia en el uso de pupitres. (Design Toolkit | Modelo Kano, s. f.).

Comenzado por las respuestas de cada estudiante, ponderándolas por puntaje y aplicando prioridad a las funciones básicas, luego las funciones de entusiasmo, después las funciones de rendimiento, consecuentemente de las funciones neutras, y por último las funciones de rechazo. La propuesta de pupitre que cumpliera con la mayor cantidad de categorías (importando en mayor medida las funciones básicas), sería el elegido a la finalización del proceso.

Para la ocupación del método de la escala de Likert, solo se ocupó para el apartado de remanufactura, englobado en las tecnologías con las que cuenta la Universidad para la remanufactura de cada pupitre. Adelantando, este resultado no influye en la elección de la propuesta.

Análisis de datos

En la aplicación del método Kano, se descartaron dos necesidades de las ponderadas para las categorías de las funciones, estas necesidades son:

- Necesidad I: El pupitre reduce las lesiones físicas del usuario.
- Necesidad II. El asiento cuenta con altura ajustable.

¿Por qué no se consideró la necesidad I?

Por ser una sub-necesidad, que se resuelve al cumplirse las necesidades 2, 3, 4 y 8. Todas las propuestas buscan cumplir esas necesidades de la mejor forma posible, por lo que no tendría sentido incluir la necesidad I en la ponderación final.

¿Por qué no se consideró la necesidad II?

La razón por la que no se considera, es porque ninguno de las propuestas cuenta con un sistema de altura ajustable; debido a no encontrar en el mercado el sistema o herraje.

Aclarado lo anterior, se realizaron tres formularios de Google; uno por cada pupitre (se encuentran en Anexo: C). Cada formulario fue elaborado por separado para que no influyan gustos en la votación y así obtener un resultado más objetivo.

Cada pregunta fue hecha en base a las necesidades y aplicada a cada pupitre por separado, ajustadas en el siguiente rango:

TABLA 38.

Funciones de entusiasmo / motivación ajustadas a las necesidades con sus preguntas.

Necesidad	Pregunta elaborada al encuestante
(9). El respaldo esta recubierto para el confort del usuario.	¿Crees que el respaldo es lo suficientemente cómodo?
(10). El asiento esta recubierto para el confort del usuario.	¿Crees que el asiento es lo suficientemente cómodo?
(12). La parrilla / El almacenaje es suficiente para guardar los objetos.	¿Qué piensas si cuenta con una parrilla o alguna forma de almacenaje?
(14). Las piezas del pupitre son resistentes para durar a lo más 2 años.	¿Qué piensas si NO cuenta con una parrilla o alguna forma de almacenaje?
(13). Las piezas del pupitre son ligeras en masa.	¿Crees que con los materiales utilizados en su construcción sean durables por lo menos dos años?
	¿Crees que con los materiales utilizados en su construcción sean lo suficientemente ligero para moverlo de un lado a otro?

Fuente. Propia.

TABLA 39.

Funciones de rendimiento / deseadas ajustadas a las necesidades con sus preguntas.

Necesidad	Pregunta elaborada al encuestante
(2). El pupitre se adapta a las diferentes posturas del usuario.	¿Crees que el pupitre se adapte a las diferentes posturas que realices al ocuparlo?
(8). El respaldo se adapta a la espalda baja del usuario.	¿Crees que el pupitre se adapte bien a tu espalda?

Fuente. Propia.

TABLA 40.

Funciones neutras / indiferentes ajustadas a las necesidades con sus preguntas.

Necesidad	Pregunta elaborada al encuestante
(4). El pupitre es más cómodo que funcional.	¿Crees que este pupitre sea lo suficientemente funcional?
(5). La paleta cuenta con un espacio especial para dispositivos electrónicos.	¿Crees que este pupitre sea lo suficientemente cómodo?
(7). La paleta es resistente a rayaduras de lapiceros y otros materiales.	¿Qué piensas si cuenta con un espacio indicado para la manipulación de dispositivos electrónicos?
(15). La pintura del pupitre es fácil de aplicar.	¿Qué piensas si NO cuenta con un espacio indicado para la manipulación de dispositivos electrónicos?
(17). Las piezas del pupitre se diseñan con las tecnologías de la remanufactura.	¿Crees que su paleta es resistente, lo suficiente para soportar rayaduras de lapicero y de otros materiales?
	Si Tú fabricaras el pupitre, ¿Qué tan relevante considerarías que la aplicación de los acabados (pintura, barnices u lijados) sea fácil para ti?
	Si Tú fabricaras el pupitre, ¿Qué tan relevante considerarías los procesos de manufactura que tienen los talleres de la Universidad al fabricarlo?

Fuente. Propia.

TABLA 41.

Funciones básicas / esperadas ajustadas a las necesidades con sus preguntas.

Necesidad	Pregunta elaborada al encuestante
(3). El pupitre cuenta con las dimensiones adecuadas para el usuario.	¿Crees que el pupitre tenga las dimensiones adecuadas para ti?
(6). La paleta cuenta con el espacio necesario para la realización de las actividades del usuario.	¿Crees que el espacio en la paleta es suficiente para tus actividades?
(18). El proceso de reacondicionado es rápido, ordenado y sencillo de realizar.	Si Tú fabricaras el pupitre, ¿Crees que sea relevante fabricarlo rápido?

Fuente. Propia.

TABLA 42.

Función invertida / rechazo ajustada a la necesidad con su pregunta.

Necesidad	Pregunta elaborada al encuestante
(16). La pintura del pupitre es fácil de remover.	Si Tú fabricaras el pupitre, ¿Qué tan relevante consideras que el acabado aplicado sea removido fácilmente en el futuro?

Fuente. Propia.

Después de aplicar este paso, se recabaron las respuestas y ajustaron en tres tablas separadas por cada uno de los pupitres. Por cada respuesta que resultara más votada, se le asignaba una ponderación a cada necesidad. La ponderación es la siguiente:

- (E) – Excelente: 5 puntos
- (B) – Bueno: 3 puntos
- (R) – Regular: 1 punto
- (M) – Medio: 0 puntos
- (P) – Pésimo: -1 punto

De los formularios se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 43.

Respuestas del formulario a los alumnos, referente al Pupitre "Old School".

Necesidades del producto	E	B	R	M	P	Respuesta final	Puntos
Necesidad 9	3	15	0	1	0	Bueno	3
Necesidad 10	0	12	2	5	0	Bueno	3
Necesidad 12 (+)	4	11	2	2	0	Bueno	3
Necesidad 12 (-)	1	4	5	9	0	Medio	0
Necesidad 14	6	10	1	2	0	Bueno	3
Necesidad 13	3	10	3	3	0	Bueno	3
Necesidad 2	1	9	2	6	1	Bueno	3
Necesidad 8	0	11	2	5	0	Bueno	3
Necesidad 4 (F) (-)	3	11	2	3	0	Bueno	3
Necesidad 4 (C) (+)	1	8	5	5	0	Bueno	3
Necesidad 5 (+)	7	6	6	0	0	Excelente	5
Necesidad 5 (-)	1	3	8	7	0	Regular	1
Necesidad 7	5	7	1	5	1	Bueno	3
Necesidad 15	7	8	4	0	0	Bueno	3
Necesidad 17	6	10	1	2	0	Bueno	3
Necesidad 3	4	11	1	3	0	Bueno	3
Necesidad 6	3	12	1	3	0	Bueno	3
Necesidad 18	3	8	3	4	1	Bueno	3
Necesidad 16	4	6	2	5	2	Bueno	3

Fuente. Propia.

TABLA 44.

Respuestas del formulario a los alumnos, referente al Pupitre "Cinema".

Necesidades del producto	E	B	R	M	P	Respuesta final	Puntos
Necesidad 9	5	8	3	1	2	Bueno	3
Necesidad 10	3	12	0	3	1	Bueno	3
Necesidad 12 (+)	8	10	0	1	0	Bueno	3
Necesidad 12 (-)	0	7	5	6	1	Bueno	3
Necesidad 14	7	10	1	0	1	Bueno	3
Necesidad 13	9	6	0	3	1	Excelente	5
Necesidad 2	4	5	2	7	1	Medio	0
Necesidad 8	3	8	1	6	1	Bueno	3
Necesidad 4 (F)	5	8	2	3	1	Bueno	3
Necesidad 4 (C)	1	10	4	3	1	Bueno	3
Necesidad 5 (+)	4	9	6	0	0	Bueno	3
Necesidad 5 (-)	1	4	7	5	2	Regular	1
Necesidad 7	4	10	3	1	1	Bueno	3
Necesidad 15	6	8	3	2	0	Bueno	3
Necesidad 17	5	11	1	2	0	Bueno	3
Necesidad 3	6	8	2	2	1	Bueno	3
Necesidad 6	7	8	2	1	1	Bueno	3
Necesidad 18	5	5	4	3	2	Bueno	3
Necesidad 16	3	10	4	2	0	Bueno	3

Fuente. Propia.

TABLA 45.

Respuestas del formulario a los alumnos, referente al Pupitre "Simple Method".

Necesidades del producto	E	B	R	M	P	Respuesta final	Puntos
Necesidad 9	1	12	1	12	0	Medio	0
Necesidad 10	1	9	2	13	1	Medio	0
Necesidad 12 (+)	5	16	2	2	1	Buena	3
Necesidad 12 (-)	4	4	8	8	2	Medio	0
Necesidad 14	11	12	2	0	1	Buena	3
Necesidad 13	4	7	6	9	0	Medio	0
Necesidad 2	2	11	1	10	2	Buena	3
Necesidad 8	1	3	1	15	6	Medio	0
Necesidad 4 (F)	1	13	3	7	2	Buena	3
Necesidad 4 (C)	0	9	5	10	2	Medio	0
Necesidad 5 (+)	13	6	4	1	2	Excelente	5
Necesidad 5 (-)	3	5	5	10	3	Medio	0
Necesidad 7	7	13	3	3	0	Buena	3
Necesidad 15	8	12	1	5	0	Buena	3
Necesidad 17	13	8	2	3	0	Excelente	5
Necesidad 3	4	14	2	4	2	Buena	3
Necesidad 6	7	12	1	4	2	Buena	3
Necesidad 18	7	4	3	10	2	Medio	0
Necesidad 16	9	6	2	6	3	Excelente	5

Fuente. Propia.

Después, se recabaron los puntos en cada pupitre relacionándolas por categorías de funciones, que se presentan a continuación:

TABLA 46.

Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones de entusiasmo.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 9	3	3	5
Necesidad 10	3	3	5
Necesidad 12 (+)	3	3	5
Necesidad 12 (-)	0	0	1
Necesidad 14	3	3	5
Necesidad 13	3	3	5
	Total	15	26

Fuente. Propia.

TABLA 47.

Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones de rendimiento.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 2	3	3	5
Necesidad 8	3	3	5
	Total	6	10

Fuente. Propia.

TABLA 48.

Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones neutras.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 4 (F)	3	-3	1
Necesidad 4 (C)	3	3	5
Necesidad 5 (+)	5	5	5
Necesidad 5 (-)	1	-1	1
Necesidad 7	3	3	5
Necesidad 15	3	3	5
Necesidad 17	3	3	5
	Total	13	27

Fuente. Propia

TABLA 49.

Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las funciones básicas.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 3	3	3	5
Necesidad 6	3	3	5
Necesidad 18	3	3	5
	Total	9	15

Fuente. Propia.

TABLA 50.

Ponderación obtenida del pupitre "Old School" en las función de rechazo.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 16	3	3	5
	Total	3	5

Fuente. Propia.

TABLA 51.

Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones de entusiasmo.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 9	3	3	5
Necesidad 10	3	3	5
Necesidad 12 (+)	3	3	5
Necesidad 12 (-)	3	-3	1
Necesidad 14	3	3	5
Necesidad 13	5	3	5
	Total	12	26

Fuente. Propia.

TABLA 52.

Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones de rendimiento.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 2	0	0	5
Necesidad 8	3	3	5
	Total	3	10

Fuente. Propia.

TABLA 53.

Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones neutras.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 4 (F)	3	-3	1
Necesidad 4 (C)	3	3	5
Necesidad 5 (+)	3	3	5
Necesidad 5 (-)	1	-1	1
Necesidad 7	3	3	5
Necesidad 15	3	3	5
Necesidad 17	3	3	5
	Total	11	27

Fuente. Propia.

TABLA 54.

Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las funciones básicas.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 3	3	3	5
Necesidad 6	3	3	5
Necesidad 18	3	3	5
	Total	9	15

Fuente. Propia.

TABLA 55.

Ponderación obtenida del pupitre "Cinema" en las función de rechazo.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 16	3	3	5
	Total	3	5

Fuente. Propia.

TABLA 56.

Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones de entusiasmo.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 9	0	0	5
Necesidad 10	0	0	5
Necesidad 12 (+)	3	3	5
Necesidad 12 (-)	0	0	1
Necesidad 14	3	3	5
Necesidad 13	0	0	5
	Total	6	26

Fuente. Propia.

TABLA 57

Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones de rendimiento.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 2	3	3	5
Necesidad 8	0	0	5
	Total	3	10

Fuente. Propia.

TABLA 58.

Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones neutras.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 4 (F)	3	-3	1
Necesidad 4 (C)	0	0	5
Necesidad 5 (+)	5	5	5
Necesidad 5 (-)	0	0	1
Necesidad 7	3	3	5
Necesidad 15	3	3	5
Necesidad 17	5	5	5
	Total	13	27

Fuente. Propia.

TABLA 59.

Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las funciones básicas.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 3	3	3	5
Necesidad 6	3	3	5
Necesidad 18	0	0	5
	Total	6	15

Fuente. Propia.

TABLA 60.

Ponderación obtenida del pupitre "Simple Method" en las función de rechazo.

Necesidades del producto	Puntos	Diferencia	Puntos Totales
Necesidad 16	5	5	5
	Total	5	5

Fuente. Propia.

Nota: Las preguntas con signo (+) o (-) son preguntas con valor dividido que, a comparación de las preguntas directas, están divididas en connotaciones positiva (+) y negativa (-) respectivamente. Para las preguntas negativas, el valor que se obtenga pasara como negativo.

A continuación, se recopilan los puntajes de cada pregunta en tablas por categoría de función, recabadas en cada cinco tablas por pupitre. Así, se procede a conocer el puntaje por categoría de función y luego, se determina la propuesta ganadora por comparación.

En la comparación final de puntajes, se encuentra lo siguiente:

TABLA 61.

Puntaje por categoría de función y pupitres.

Categorías	Pupitres		
	Old School	Cinema	Simple Method
Entusiasmo	15	12	6
Rendimiento	6	3	3
Neutra	13	11	13
Básica	9	9	6
Invertida	3	3	5
Total	46	38	33

Fuente. Propia.

Dando como resultado que el pupitre que más satisface las necesidades del usuario es el pupitre "Old School", debido a que es relevante en cuatro categorías (y las más relevantes, incluyendo la categoría de funciones básicas).

La siguiente tabla determina el segundo puesto:

TABLA 62.

Puntaje por categoría de función y pupitres, comparativa entre el pupitre "Cinema" y el pupitre "Simple Method".

Categorías	Pupitres		
	Old School	Cinema	Simple Method
Entusiasmo	15	12	6
Rendimiento	6	3	3
Neutra	13	11	13
Básica	9	9	6
Invertida	3	3	5
Total	46	38	33

Fuente. Propia.

El pupitre que satisface las necesidades del usuario en segundo lugar es el pupitre "Cinema", debido que es relevante en tres categorías (y las más relevantes, ganando la categoría de las funciones básicas), ante el pupitre "Simple Method".

En conclusión; por determinación en el método de Kano invertido, la propuesta ganadora es el pupitre "Old School".

3.3.3 Remanufactura aplicada a las propuestas

Para la aplicación de la remanufactura, determinar la posible elaboración dentro de los talleres de la Universidad requiere de importancia, sobre todo por las dificultades y carencias que los talleres tengan.

Usando las tablas de remanufactura puestas el apartado "Concepto", cada pupitre contaba con similitudes en los procesos de remanufactura (Diagnóstico Inicial o Inspección, Desmontaje, Limpieza, Inspección y Test o pruebas). Es por ello que solo se consideran los procesos de remanufactura "Reacondicionamiento" y "Ensamblaje", que varían en comparación entre las tablas anteriormente mencionadas.

Aplicando la escala de Likert, estos dos procesos se subdividieron por las piezas y elementos de cada pupitre. Se le asigna a cada criterio una puntuación entre un rango del 0 al 5, de la siguiente manera:

- Puntuación 0: El diseño no cumple el objetivo del diseño (0%).
- Puntuación 1: El diseño cumple menos del 20% del objetivo del diseño.
- Puntuación 2: El diseño cumple menos del 40% del objetivo del diseño.
- Puntuación 3: El diseño cumple menos del 60% del objetivo del diseño.
- Puntuación 4: El diseño cumple menos del 80% del objetivo del diseño.
- Puntuación 5: El diseño cumple el 100% del objetivo del diseño.

El resultado sumado revela el grado de cumplimiento de remanufactura entre cada pupitre.

Las siguientes tablas revelan el grado de cumplimiento para cada pupitre:

TABLA 63.

Grado de cumplimiento del pupitre "Cinema".

Pupitre Cinema, ante los procesos de remanufactura variables.	Puntuación					
	0	1	2	3	4	5
Criterios						
Reacondicionamiento de elementos existentes					✓	
Reacondicionamiento de elementos fabricables			✓			
Tecnologías a la implementación del Reacondicionamiento		✓				
Ensamblaje total				✓		
Resultado: 200%	x	20	40	60	80	x

Fuente. Propia.

TABLA 64.

Grado de cumplimiento del pupitre "Old School".

Old School, ante los procesos de remanufactura variables.	Puntuación					
	0	1	2	3	4	5
Criterios						
Reacondicionamiento de elementos existentes				✓		
Reacondicionamiento de elementos fabricables				✓		
Tecnologías a la implementación del Reacondicionamiento			✓			
Ensamblaje total			✓			
Resultado: 200%	x	x	80	120	x	x

Fuente. Propia.

TABLA 65.

Grado de cumplimiento del pupitre "Simple Method".

Simple Method, ante los procesos de remanufactura variables.	Puntuación					
	0	1	2	3	4	5
Criterios						
Reacondicionamiento de elementos existentes			✓			
Reacondicionamiento de elementos fabricables			✓			
Tecnologías a la implementación del Reacondicionamiento				✓		
Ensamblaje total						✓
Resultado: 240%	x	x	80	60	x	100

Fuente. Propia.

Por diferencia de un porcentaje del 40%, el pupitre "Simple Method" es el mejor para fabricarse dentro de la Universidad. Pero el pupitre elegido es el "Old School" por el método Kano, importa más la elección del usuario que si el pupitre se remanufactura mejor.

3.4 Diseño a detalle

En este apartado se abordarán los dos últimos ajustes al proyecto. El refinamiento del pupitre "Old School" junto con los detalles (planos, materiales y plan de ensamblaje).

3.4.1 Refinamiento de la propuesta escogida

A continuación, se presenta una infografía con los datos y características del pupitre final, incluyendo además el plano explosivo y el plano de medidas generales (los planos de cada pieza en específico los puede encontrar en Anexo: D):

FIGURA 52.

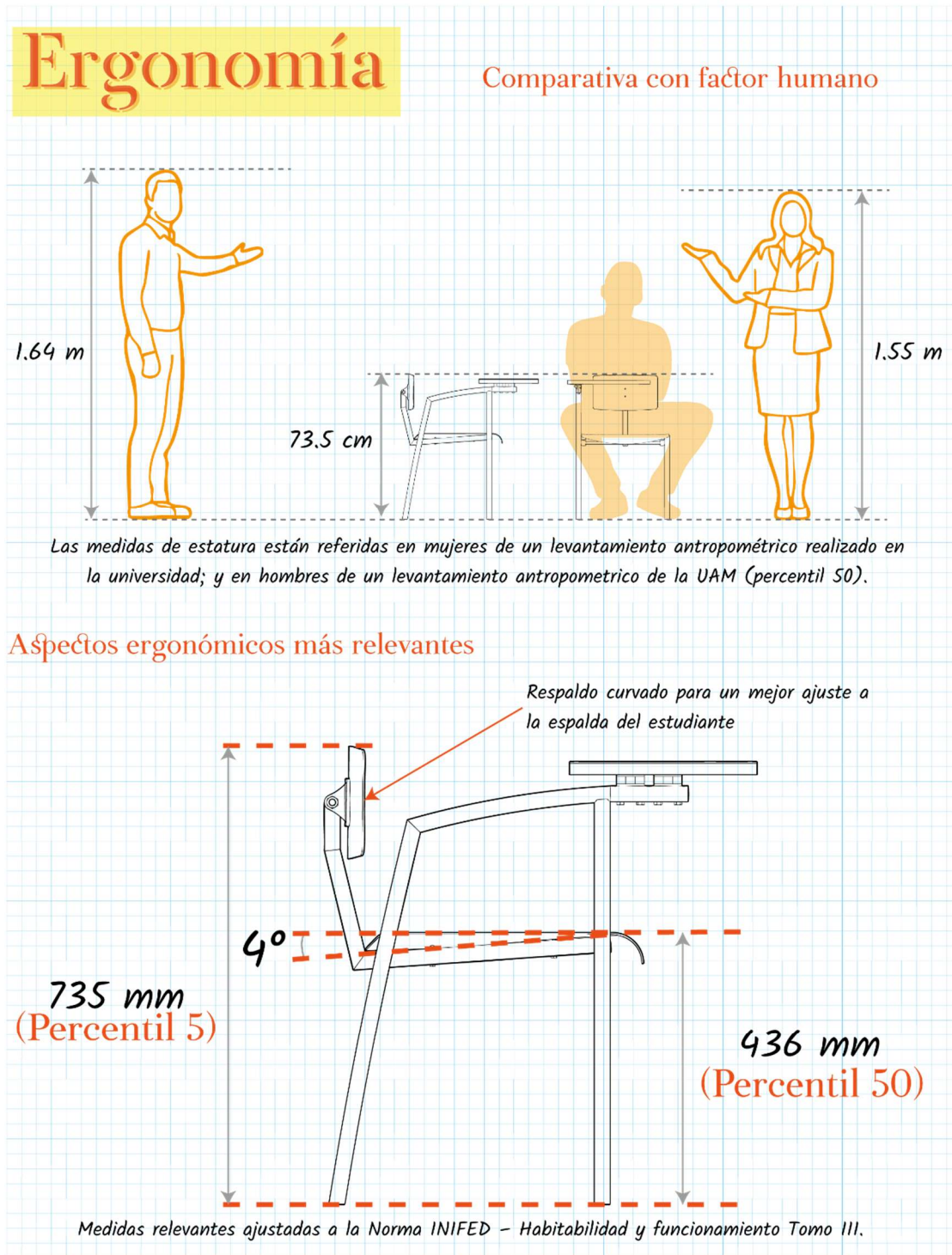
Infografía del pupitre "Old School", parte I.



Fuente. Propia.

FIGURA 53.

Infografía del pupitre "Old School", parte 2.



Fuente. Propia.

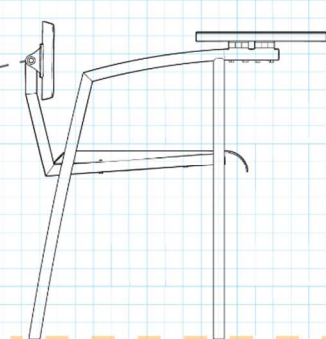
FIGURA 54.

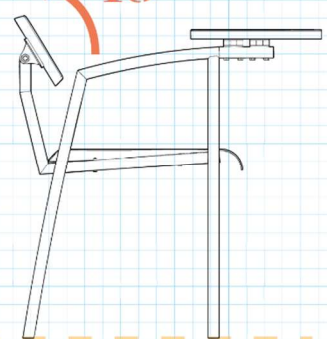
Infografía del pupitre "Old School", parte 3.

Funciones

Bisagra del respaldo adaptable

Esta función se compone de un eje compuesto entre el respaldo y la estructura metálica, que permite girar y adaptarse a las posturas que el estudiante adopte durante la clase.

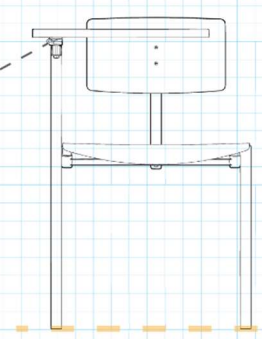
1. 

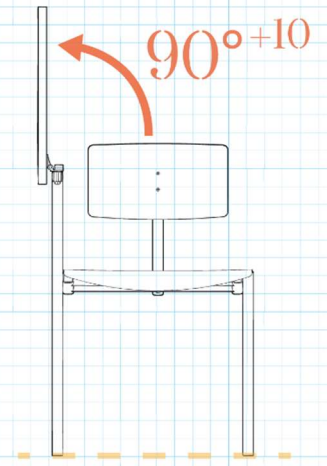
2.  $45^{\circ}+10$


Ejemplificación: Bisagra del respaldo.

Bisagra de la paleta

Esta función es realizada por la bisagra de bloque Anteisi, limitando el giro hasta 90° y bloqueandola en esa posición para después regresar a su posición original.

1. 

2.  $90^{\circ}+10$

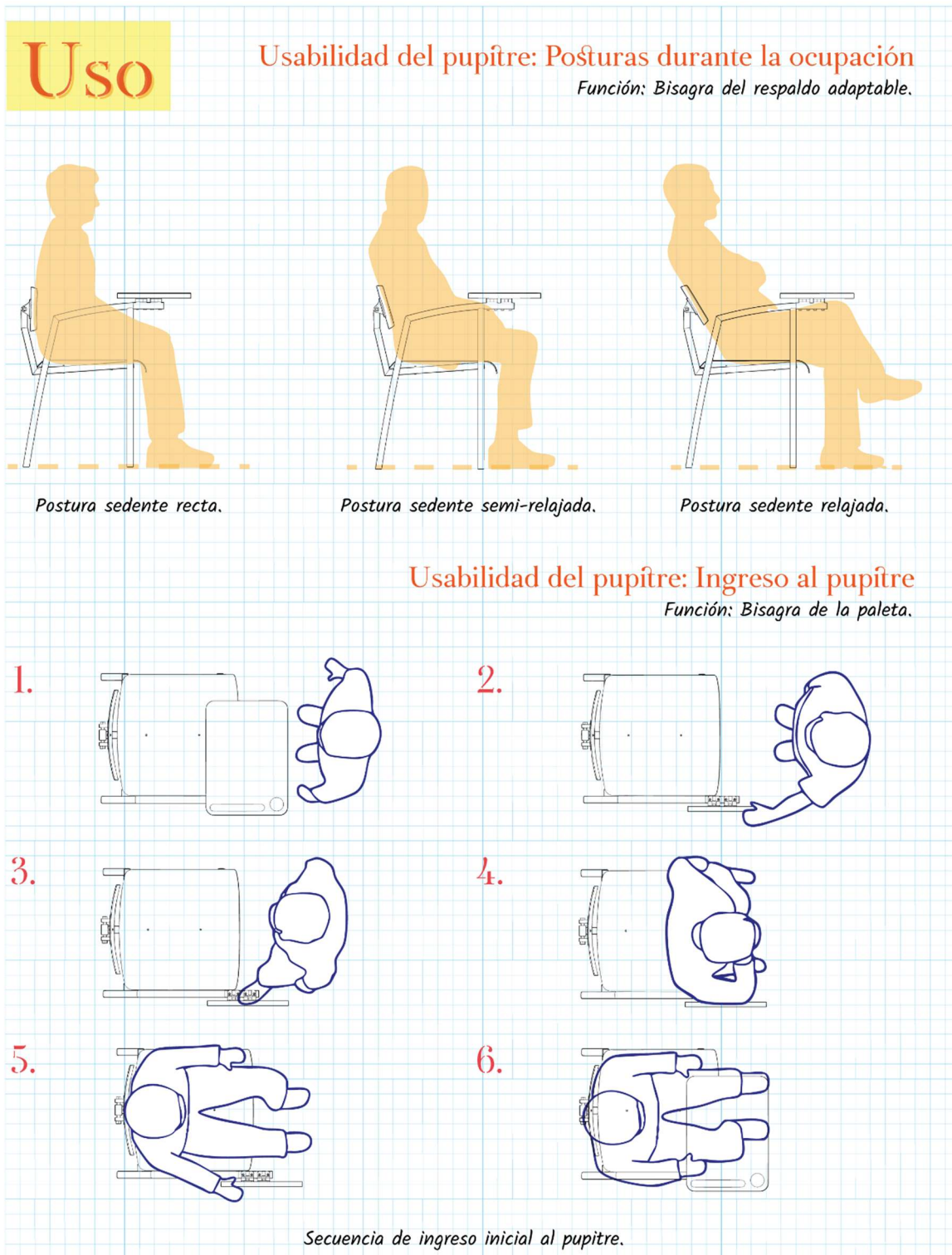
 Bisagra Anteisi

Ejemplificación: Bisagra de la paleta.

Fuente. Propia.

FIGURA 55.

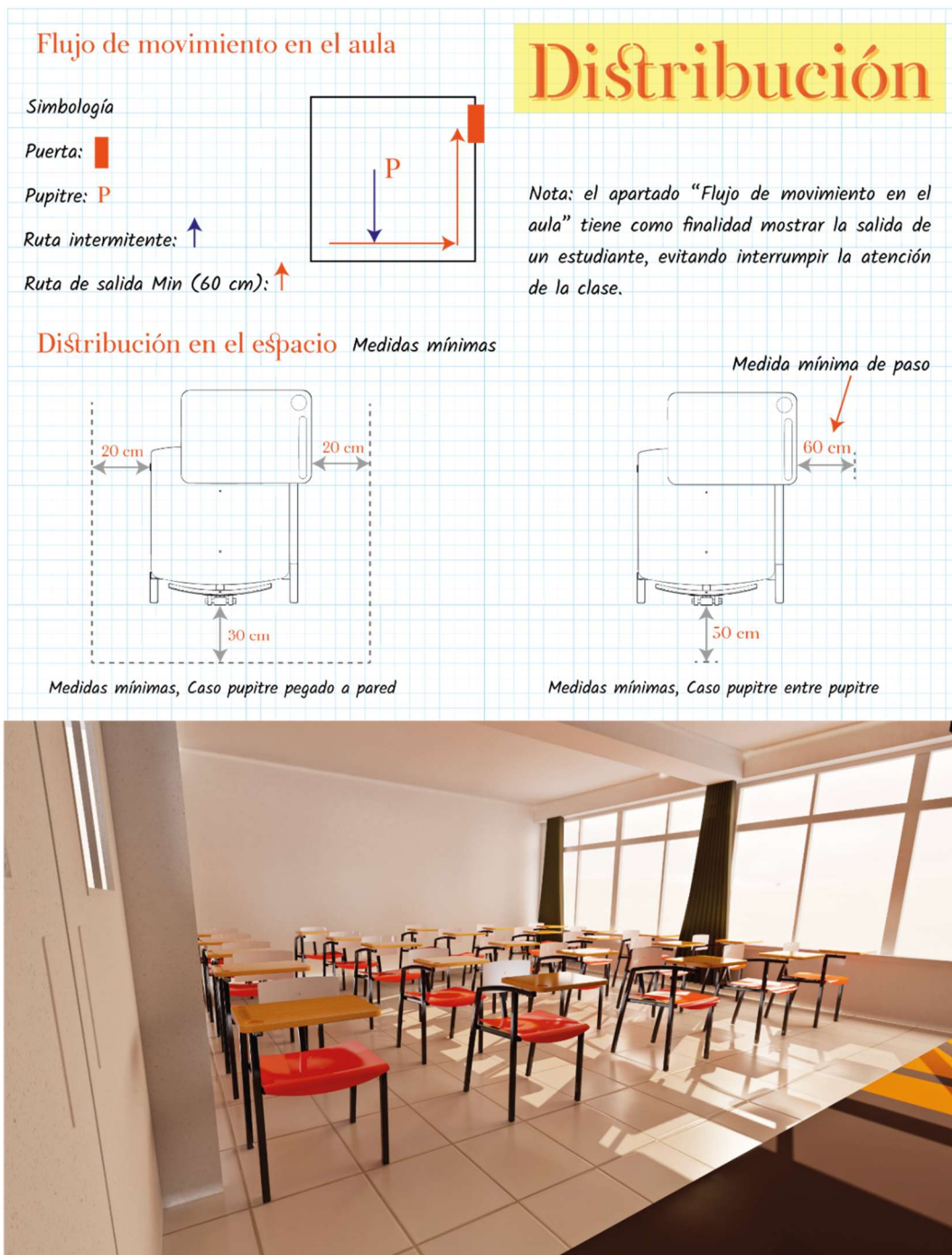
Infografía del pupitre "Old School", parte 4.



Fuente. Propia.

FIGURA 56.

Infografía del pupitre "Old School", parte 5.



Fuente. Propia.

FIGURA 57.

Plano explosivo del pupitre "Old School".

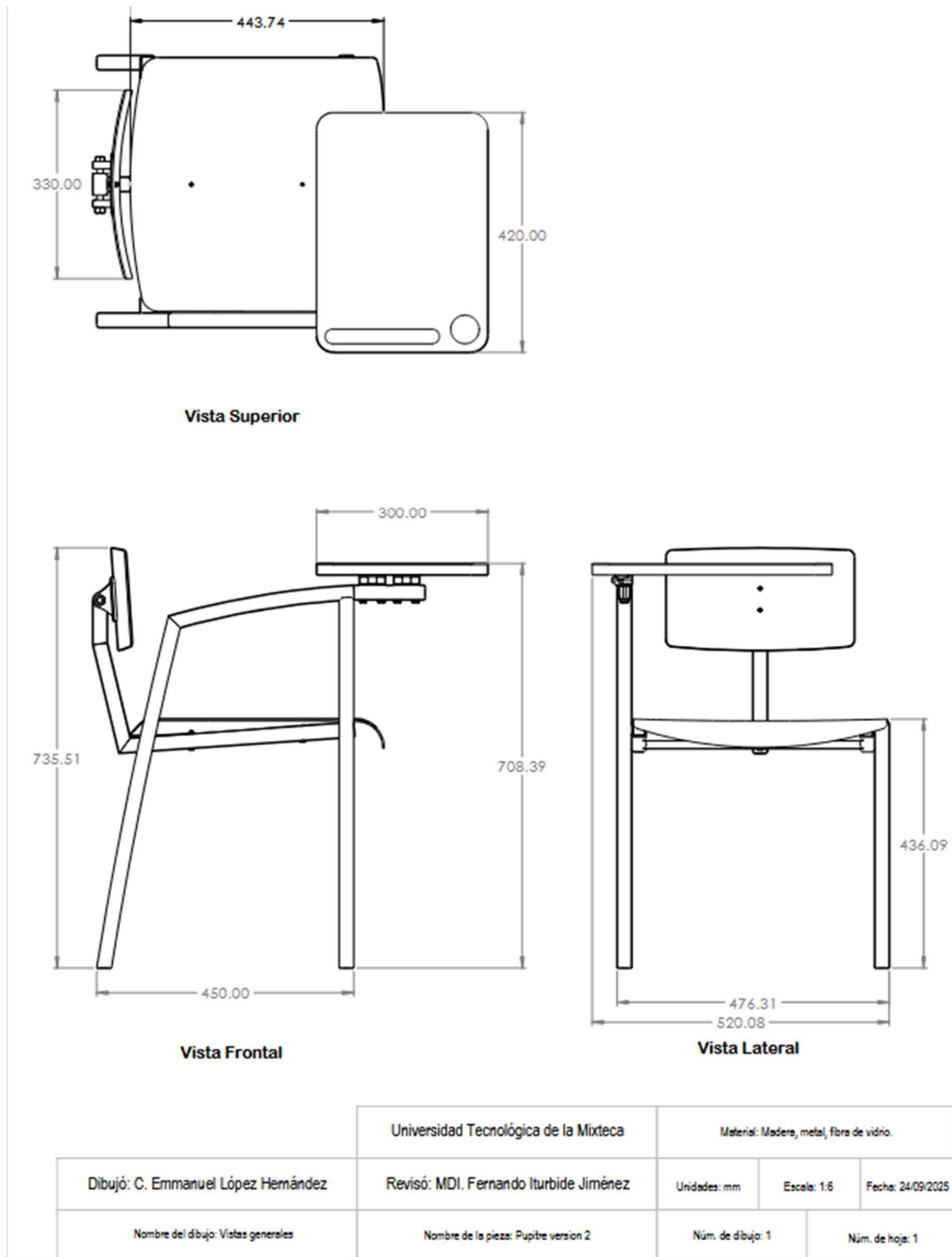
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Asiento Pupitre A.	Fabricada de fibra de Vidrio, conectada con la estructura a través del tornillo (12) y tuerca (13).	1
2	Bisagra Anteisi.	Bisagra que se une la Estructura (14) a través de pijas (3), y a la Paleta (9) a través de tornillos (10) con tuerca (11).	2
3	Pija de madera de 1/2"	Longitud 1/2", empleada para unir la Paleta (9) y la Bisagra (2).	4
4	Tuerca hexagonal de 1/2"	Pieza complemento del tornillo (6).	1
5	Seguidor Pupitre A.	Pieza que permite el giro del Respaldo (7), conectada con tornillos y tuercas (8). A su vez, girando en eje a la Estructura (14) con el tornillo (6) y la tuerca (4).	1
6	Tornillo hexagonal de 1/2"	Longitud 2.3/4", empleada con la tuerca (4) para el giro libre del respaldo en el eje de la estructura (14).	1
7	Respaldo Pupitre A.	Conectada con el seguidor (5) con tornillos y tuercas (8).	1
8	Tornillo Phillips 7/32" con tuerca	Longitud 3/8", empleados en la unión del respaldo (7) y el seguidor (5).	2
9	Paleta Pupitre Antigua	Hecha de tabla de madera de pino y unida a la bisagra (2) por pijas (3).	1
10	Tornillo Phillips 5/32" (M4)	Longitud 1.1/4", empleada con la tuerca (11) para unir la bisagra (2) con la estructura (14).	4
11	Tuerca hexagonal 5/32" (M4)	Pieza complemento del tornillo (10).	4
12	Tornillo Phillips 7/32" (M6)	Longitud 1.1/4", empleados con la tuerca (13) para unir el asiento (1) con la estructura (14).	2
13	Tuerca hexagonal 7/32" (M6)	Pieza complemento del tornillo (12).	4
14	Estructura Pupitre A.	Fabricada de tubular cuadrado de 1" de acero, que sostiene a todas la piezas del pupitre.	1

Universidad Tecnológica de la Mixteca		Material: Varios		
Dibujó: C. Emmanuel López Hernández	Revisó: MDI. Fernando Iturbide Jiménez	Unidades: s/M	Escala: 1:9	Fecha: 25/09/2025
Nombre del dibujo: Despiecec PA	Nombre de la pieza: Explosivo	Núm. de dibujo: 1	Núm. de hoja: 1	

Fuente. Propia.

FIGURA 60.

Plano de medidas generales del pupitre "Old School".



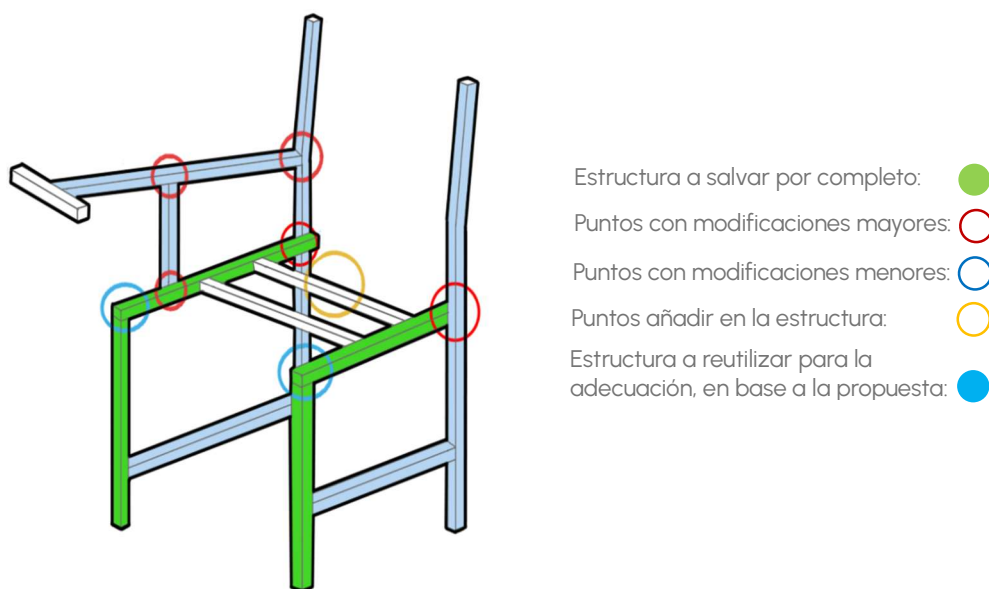
Fuente. Propia.

Detalles de fabricación del pupitre "Old School"

Con la refinación de la propuesta "Old School" se produjeron cambios como la forma de las patas de pupitre y el soporte al respaldo, que conllevan a ajustar detalles de fabricación. Uno de esos detalles es la cantidad de la estructura a ocupar, a continuación se presenta cuanto se reutilizará del pupitre "antiguo".

FIGURA 61.

Estructura salvada para el pupitre "Old School".



Fuente. Propia.

Nota. Las modificaciones mayores refieren a los cambios o adiciones en los elementos, donde habrá que cortar o ajustar dependiendo de la propuesta. Las modificaciones menores, refieren a cambios rápidos o nulos, sin complicaciones mayores. La estructura reutilizada para adecuación se ocupará para la fabricación de nuevos componentes en la estructura final.

Asimismo, se calcula la cantidad de acero a ocupar, que es la siguiente:

TABLA 66.

Cantidad de la estructura a ocupar para la fabricación del pupitre "Old School".

Cantidad de acero en la estructura del pupitre "antiguo".	Cantidad de acero a ocupar para la propuesta	Porcentaje de estructura a ocupar
5.7 m.	4.62	81%

Fuente. Propia.

Nota. Se obtuvo la cantidad de acero en el pupitre "antiguo" con la sumatoria de las medidas de cada componente, dando una cantidad de 5.69 m. (redondeando a 5.7 m). La cantidad de acero para el pupitre "Old School" se obtuvo por sumatoria, tomando de referencia las medidas de los planos del pupitre "Old School", que se encuentra en el Anexo D.

Con estos datos, se procede a realizar una cuantificación aproximada del costo de fabricación, que se presenta a continuación:

TABLA 67.

Cuantificación aproximada del costo de fabricación del pupitre "Old School".

Elemento a fabricar/modificar	Material	Costo aproximado
La estructura metálica del pupitre	Acero	0.00
Electrodos	6013	50.00
El respaldo del pupitre	Lámina de acero de 3 mm.	150.00
El asiento del pupitre	Fibra de vidrio	200.00
La paleta del pupitre	Tabla de madera	50.00
Pieza seguidor	Acero	200.00
Bisagra Anteisi		252.00
Tornillería		200.00
Acabados (pintura y lijado)		
	Costo final aprox.	1,002.00

Fuente. Propia.

Con el costo aproximado, se procede a comparar costos entre el pupitre "antiguo" y el pupitre "nuevo". Esta comparativa es la siguiente:

TABLA 68.

Comparativa de costos entre pupitres.

Modelo de pupitre	Pupitre "antiguo"	Pupitre "Old School"	Pupitre "nuevo"
Costo	850.00	1,002.00	1,135.00

Fuente. Propia. El costo del pupitre "antiguo" se agregó a partir de una petición en el área de almacén de la universidad. El costo del pupitre "nuevo" se recuperó de: (Scrivaniamx, 2025).

Resumen del capítulo

Quizá el capítulo más extenso, donde se llevó el desarrollo del concepto partiendo de la previa investigación realizada e integrada a este documento en los capítulos 1 y 2, en conjunto con la definición del perfil de usuario a quien va dirigido este objeto. Determinando sus características y la relación que ha tenido con pupitres y mobiliario anterior. Generando de esta manera las necesidades (conocido en la metodología como "especificaciones del producto") y sus métricas.

Con ello se realizaron tres propuestas de pupitre adaptando la estructura inicial del pupitre "antiguo" de la universidad, ocupando Brainstorming e inspiración para cada concepto y eventualmente el método de Kano para la elección de uno de los tres. Al tener al "elegido", se prosiguió a detallar aún más el concepto; considerando detalles que surgieron durante las aplicaciones de cada apartado anterior y en la fabricación del modelo de baja resolución para las posteriores pruebas, determinadas en el siguiente capítulo.

En última instancia, se llevó un desarrollo en conjunto a la remanufactura, preguntando aspectos necesarios para su aplicación posterior en la universidad y determinando a cada concepto realizado.

Capítulo 4:

Prueba

4.1 Introducción

En este capítulo se efectuarán las pruebas correspondientes al pupitre "Old School" para así corroborar que este mobiliario cumple con los requerimientos de diseño y a su vez, la definición de aplicación de la Remanufactura al pupitre, así como las tecnologías con las que cuenta la Universidad y que están involucradas en el proceso de remanufactura del pupitre.

Tomando en cuenta que el pupitre "Old School" se basa en la Norma INFED de Diseño de mobiliario se consideró solo efectuar una prueba ergonómica; debido a que dicha norma está establecida en la antropometría mexicana y en comparativa con la antropometría latinoamericana.

4.2 Prueba ergonómica

Para esta primera prueba se determinó efectuarse por el método RULA, debido a que este método prioriza los riesgos producidos por posturas inadecuadas en la ejecución de la actividad (también conocida como evaluación por carga postural).

El Método RULA ocupa definirse por posturas individuales, que previamente serán seleccionadas. Posteriormente, se miden los ángulos definidos en cada postura activa (en trabajo). La medición puede realizarse en campo o a través de imágenes y software. Para esta evaluación se ocupó la herramienta RULER, propiedad de la Universidad Politécnica de Valencia.

4.2.1 Ejecución del método RULA

Para esta prueba se priorizó el lateral derecho del cuerpo humano, debido a que el modelo de baja resolución quedó definido para diestros. En principio, la principal actividad a

efectuar en un pupitre es la escritura, se tomará como la actividad de mayor carga e importancia.

A continuación, se presenta la puntuación de cada miembro del Grupo A.

Grupo A

TABLA 69.

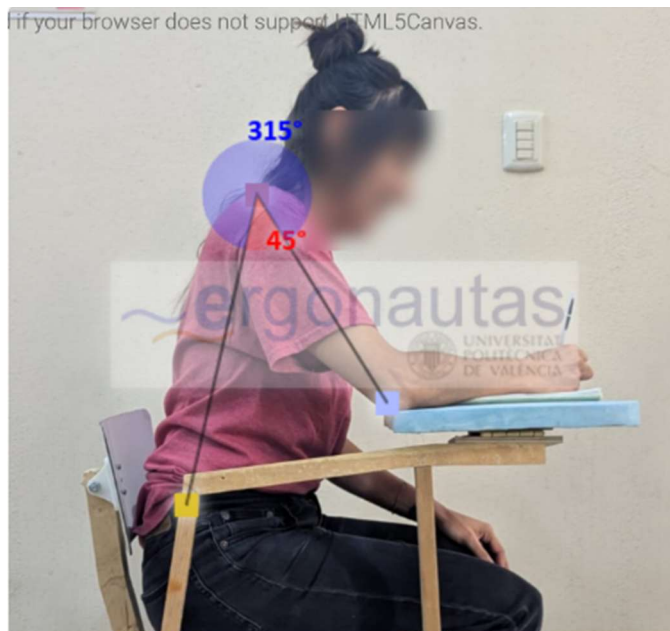
Puntuación del brazo.

Posición	Puntuación	Por punto de apoyo	Total
Extensión entre 20° - 45°	2	-1	1

Fuente. Propia.

FIGURA 62.

Puntuación del brazo.



Fuente. Propia usando la herramienta "RULER".

TABLA 70.

Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación	Total
Extensión entre 60° - 100°	1	1

Fuente. Propia.

FIGURA 63.

Puntuación del antebrazo.



Fuente. Propia usando la herramienta "RULER".

TABLA 71.

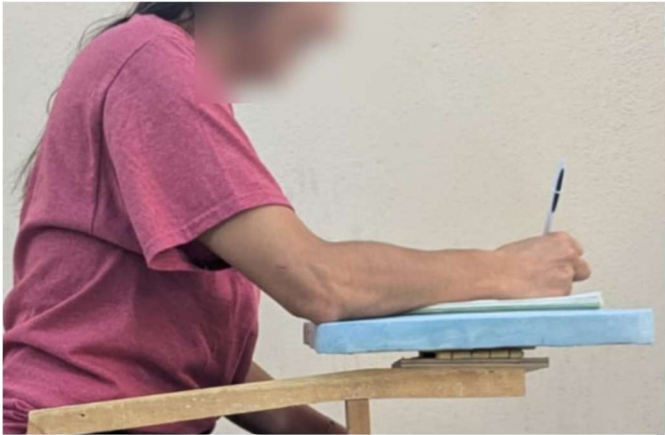
Puntuación de la muñeca en ángulo.

Posición	Puntuación	Total
Posición neutra	1	1

Fuente. Propia.

FIGURA 64.

Puntuación de la muñeca en ángulo.



Fuente. Propia.

TABLA 72.

Puntuación del giro de la muñeca.

Posición	Puntuación	Total
Pronación media	1	1

Fuente. Propia.

FIGURA 65.

Puntuación del giro de la muñeca.



Fuente. Propia.

Grupo B

TABLA 73.

Puntuación del cuello.

Posición	Puntuación	Sin rotación del cuello	Total
Flexión entre 0° y 10°	1	0	1

Fuente. Propia.

FIGURA 66.

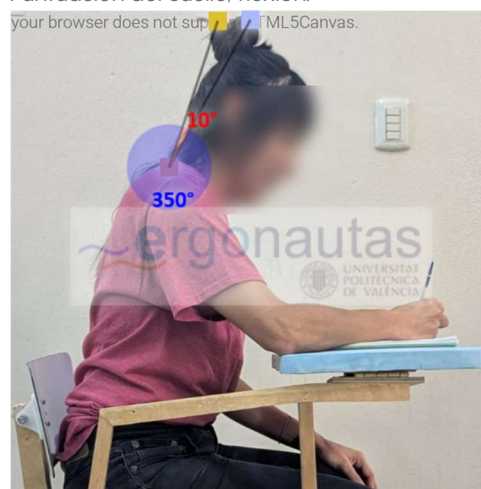
Puntuación del cuello, rotación.



Fuente. Propia.

FIGURA 67.

Puntuación del cuello, flexión.



Fuente. Propia.

TABLA 74.

Puntuación del tronco.

Posición	Puntuación	Sin rotación del tronco	Total
Sentado, ángulo < 90°	1	0	1

Fuente. Propia.

FIGURA 68.

Puntuación del tronco.



Fuente. Propia.

FIGURA 69.

Puntuación del tronco, ángulo.



Fuente. Propia.

TABLA 75.

Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación	Total
Sentado	1	1

Fuente. Propia.

FIGURA 70.

Puntuación de las piernas.



Fuente. Propia.

El método divide en dos grupos al cuerpo humano: el Grupo A conformado por el brazo, el antebrazo y la muñeca de la mano; y el Grupo B conformado por el cuello, el tronco del cuerpo humano y las piernas.

Las siguientes tablas representan la puntuación de cada grupo y la realización final del método RULA.

TABLA 76.

Puntuación del Grupo A.

Parte del cuerpo	Puntuación separada	Calificación final
Brazo	1	1
Antebrazo	1	
Muñeca	1	
Giro de la muñeca	1	

Fuente. Propia.

TABLA 77.

Puntuación del Grupo B.

Parte del cuerpo	Puntuación separada	Calificación final
Cuello	1	1
Tronco	1	
Piernas	1	

Fuente. Propia.

TABLA 78.

Calificación final de cada grupo.

Grupo	Puntuación por grupos	Adicción por tipo de actividad	Adicción por carga	Calificación final
A	1	1	0	2
B	1	1	0	2

Fuente. Propia.

Renombrando las calificaciones A y B por C y D respectivamente, el resultado obtenido es:

TABLA 79.

Calificación RULA.

Calificación C	Calificación D	Calificación RULA
2	2	2

Fuente. Propia.

Con ello se deduce el nivel de actuación para determinar el riesgo de la tarea:

TABLA 80.

Nivel de actuación.

Calificación RULA	Nivel	Actuación
2	1	Riesgo aceptable

Fuente. Propia.

De esta manera se concluye que el pupitre "Old School" es seguro y ergonómico para los estudiantes de la UTM.

4.3 Aplicación del análisis estático al pupitre

Se realizó un análisis estático de la estructura metálica del pupitre con el fin de evaluar su comportamiento bajo cargas representativas de uso. Es importante destacar que la estructura ya estaba construida previamente y se sometió a un proceso de remanufactura, por lo que no fue posible modificar las especificaciones originales del material ni de los perfiles empleados.

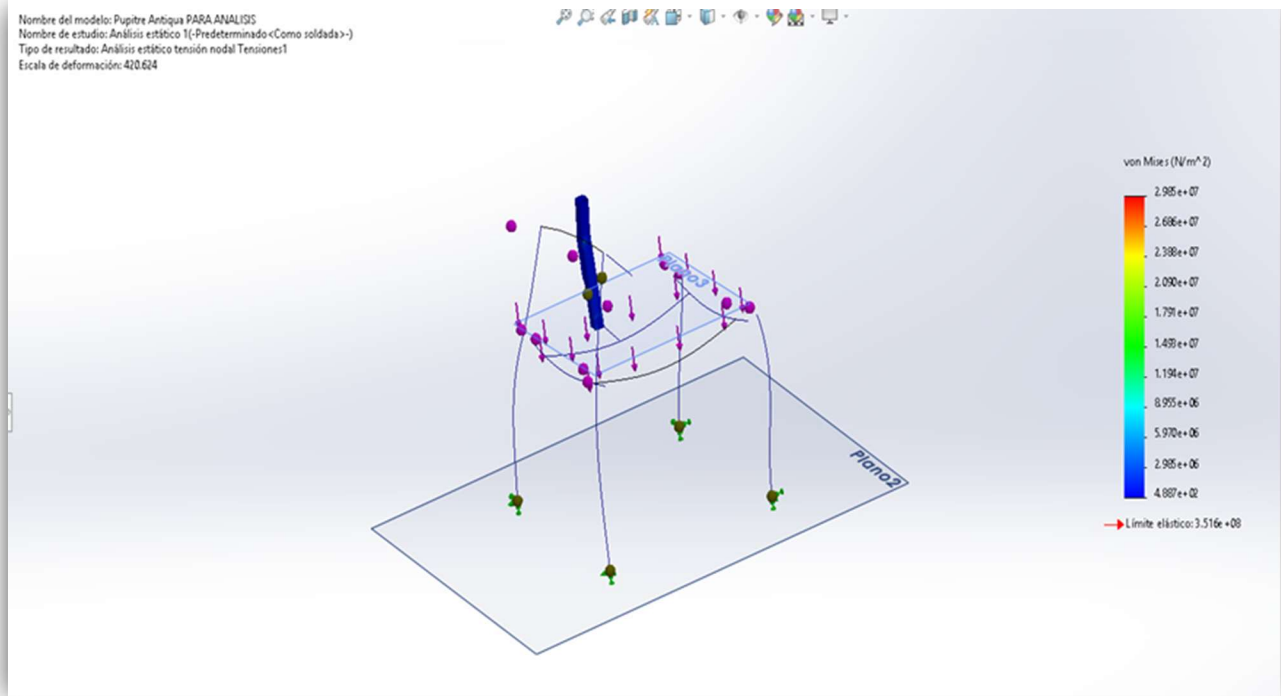
El objetivo del análisis fue verificar la resistencia y rigidez de la estructura existente.

4.3.1 Proceso del análisis

1. Se definió la geometría del pupitre en SolidWorks a partir de los perfiles tubulares existentes.
2. Se aplicaron condiciones de frontera realistas: apoyos tipo Roller/Slider en tres patas con restricciones adicionales en X e Y, y la cuarta pata libre o con resorte en Z.
3. La carga aplicada corresponde a un usuario de 1500 N totales, distribuidos uniformemente en las cuatro vigas del asiento (375 N por viga).
4. Se asignó al modelo el material correspondiente al acero usado en la construcción original, con límite elástico de 351.6 MPa.
5. Se corrió un estudio estático lineal para obtener tensiones de Von Mises y deformaciones.

FIGURA 89.

Resultados de análisis estático en la estructura del pupitre.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.

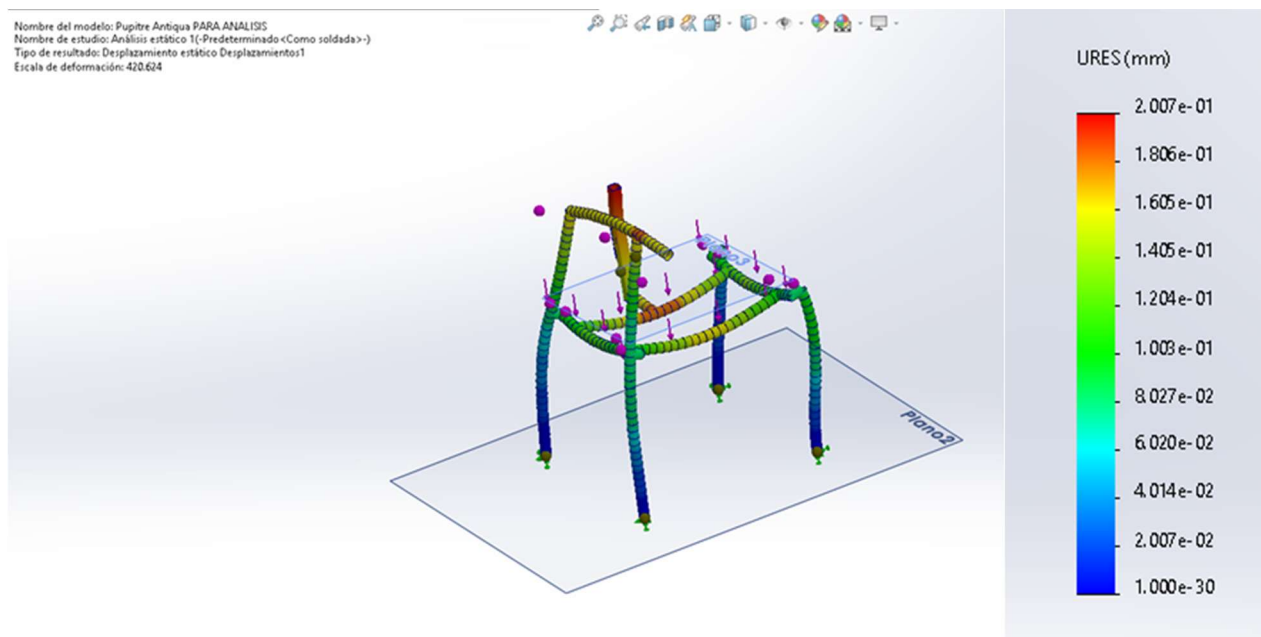
4.3.2 Resultados de la aplicación del análisis estático

Los resultados mostraron un valor máximo de tensión de Von Mises de 29.6 MPa, considerablemente inferior al límite elástico del material (351.6 MPa). Esto indica un factor de seguridad aproximado de 11.8.

Las tensiones se concentraron principalmente en las zonas de unión de las vigas, aunque en ningún caso superaron la capacidad del material. En cuanto a las deformaciones, el desplazamiento máximo fue de 0.20 mm, lo que demuestra una elevada rigidez estructural frente a la carga aplicada.

FIGURA 72.

Análisis de desplazamientos.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.

Conclusiones

El análisis estático confirma que la estructura remanufacturada del pupitre es segura para soportar la carga de 1500 N correspondiente al peso de un usuario promedio. El elevado factor de seguridad ($FS \approx 11.8$) garantiza resistencia frente a esfuerzos adicionales, y el

desplazamiento máximo de apenas 0.20 mm. asegura un comportamiento rígido y confortable. Dado que el pupitre ya estaba construido y no era posible modificar las especificaciones del material, el estudio demuestra que la estructura reutilizada cumple con los requisitos de seguridad y servicio.

4.3.2.1.1 Resumen de Resultados de Desplazamientos

El análisis estático realizado en SolidWorks Simulation permitió evaluar la magnitud y distribución de los desplazamientos en la estructura remanufacturada del pupitre bajo una carga total de 1500 N, distribuida uniformemente en las vigas del asiento.

Los resultados muestran un desplazamiento máximo de 0.20 mm, localizado en la parte superior de la estructura, específicamente en la zona central del asiento. Esta deformación es mínima en comparación con los criterios de rigidez aceptables para mobiliario escolar, donde valores de hasta 10–15 mm son considerados tolerables para garantizar comodidad y estabilidad.

La distribución de los desplazamientos indica un comportamiento estructural uniforme, con gradientes suaves desde la base de las patas (desplazamiento prácticamente nulo por los apoyos) hasta la zona de aplicación de la carga. La estructura conserva su forma y estabilidad sin presentar deformaciones excesivas ni torsiones críticas.

4.3.2.1.2 Resultados del Análisis Estructural

Se realizó un análisis estático de la estructura remanufacturada del pupitre en SolidWorks Simulation, considerando una carga total de 1500 N aplicada de manera uniforme en el asiento y utilizando condiciones de frontera que representan el apoyo real de las patas sobre el suelo. El material del pupitre ya estaba definido previamente en su construcción, con un límite elástico de 351.6 MPa, sin posibilidad de modificación al tratarse de un proceso de remanufactura.

1. Resultados de Tensiones (Von Mises)

- Tensión máxima obtenida: 29.6 MPa.
- Límite elástico del acero: 351.6 MPa.
- Factor de seguridad aproximado:

$$FS = \frac{\sigma \text{ última}}{\sigma \text{ máxima}} \quad FS = \frac{351.6 \text{ MPa.}}{29.6 \text{ MPa.}} \quad FS = 11.8783 \dots \quad FS \approx 11.8$$

Esto indica que la estructura trabaja muy por debajo de la capacidad del material, lo que garantiza resistencia frente a la carga aplicada y frente a sobrecargas moderadas.

2. Resultados de Desplazamientos

- Desplazamiento máximo: 0.20 mm, localizado en la zona superior del asiento.
- Valor aceptable de referencia: hasta 10–15 mm en mobiliario escolar.
- El desplazamiento obtenido es prácticamente imperceptible, lo que demuestra una elevada rigidez estructural.

3. Interpretación Global

- El pupitre soporta sin problemas la carga de un usuario promedio.
- Las tensiones no superan el 10% del límite del material.
- Las deformaciones son mínimas, manteniendo la estabilidad y confort.

4.3.2.1.3 Conclusión

El análisis estático confirma que la estructura remanufacturada del pupitre es segura y rígida bajo condiciones normales de uso. El alto factor de seguridad (≈ 11.8) y el bajo desplazamiento máximo (0.20 mm) aseguran que el diseño cumple con los requerimientos de resistencia y comodidad, validando así la viabilidad de su reutilización en el contexto de remanufactura.

4.4 Remanufactura aplicada al proceso de manufactura

Para la aplicación de la remanufactura en este último capítular, es necesario definir las tecnologías de remanufactura ocupadas en el proceso de remanufactura del pupitre (ligado al paso de proceso de manufactura de la metodología "Total Design") que cuenta la Universidad.

En la siguiente tabla se mostrarán las tecnologías de manufactura empleadas e involucradas en la remanufactura del pupitre:

TABLA 81.

Tecnologías de manufactura que emplearán para la remanufactura del pupitre.

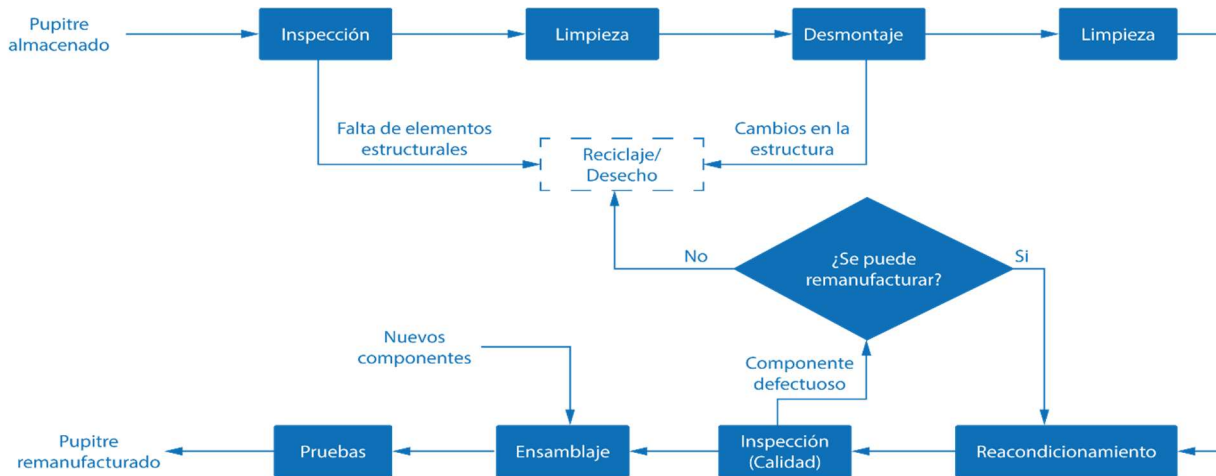
Inspección inicial	Desmontaje	Limpieza
- Inspección superficial: - Inspección visual.	- Desmontaje semi-destructivo.	- Soluciones de limpieza: - Disolventes.
Dimensional: - Inspección por medición manual.		- Limpieza manual
Reacondicionamiento	Ensamblaje	Prueba
Mecanizado: - Fresado CNC. - Taladrado.	- Ensamblaje común: realizado por los talleres de la institución.	- Prueba por uso.
Transformación de chapa: - Doblado con rodillos.		
Polímeros: - Termoestable: - Molde y aplicación de fibra de vidrio.		
Unión: - Soldadura por arco eléctrico. - Por tornillos.		

Fuente. Propia, elaborada a partir de: Ihobe (2018).

Partiendo de ello, se determinó el siguiente esquema, que ilustra el proceso de remanufactura del pupitre "Old School".

FIGURA 73.

Proceso de remanufactura del pupitre "Old School".



Fuente. Propia, elaborada a partir de: Ihobe (2018).

Con ello se determinó cada paso del proceso en conjunto con las acciones a realizar, a través de pasos; que se muestra a continuación:

TABLA 82.

Proceso directo de remanufactura del pupitre "Old School".

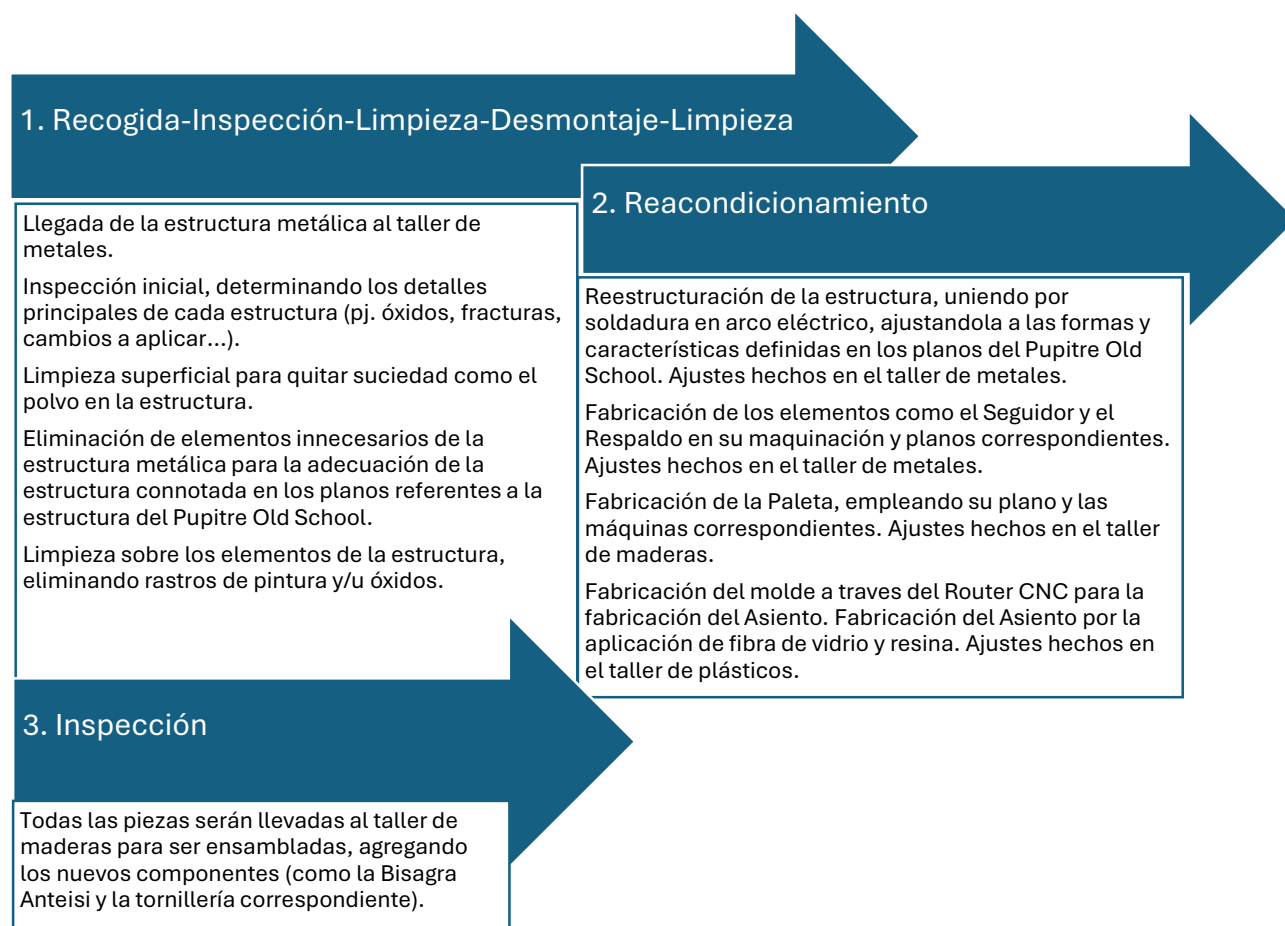
Paso	Inspección	Paso	Limpieza
1	Inspección visual para encontrar defectos en la estructura.	2	Limpieza manual eliminando óxidos en la estructura.
Desmontaje		Limpieza	
3	Desmontaje semi-destructivo para sustraer elementos no necesarios de la estructura original.	4	Ocupación de removedor de pintura para quitar viejos rastros de acabado en mal estado.
Reacondicionamiento		Inspección	
5	Unión por soldadura de arco en elementos agregados a la estructura del pupitre. Fabricación de piezas (asiento, respaldo, paleta).	8	Inspección dimensional por medición manual para corroborar medidas de cada componente fabricado y de la estructura.
6	Fabricación del molde por fresado CNC. Prensado y formado por estiramiento para el asiento y respaldo.		
7	Taladrado de uniones para tornillos/remaches.		
Ensamblaje		Pruebas	
9	Ensamblaje común con nuevos componentes (bisagras, tornillos, etc.)	10	Prueba común de uso (resistencia y cumplimiento de estándares).

Fuente. Propia.

Y para terminar, se presenta este mismo proceso en un plan de acción de 5 pasos, explicando a detalle lo más preciso posible el proceso de remanufactura del Pupitre "Old School".

TABLA 83.

Seguimiento del proceso de remanufactura del pupitre "Old School" (plan de acción).



4. Ensamblaje

Revisión previa y detallada de las dimensiones de las piezas que integran el pupitre (aplicación de este paso por cada taller).

5. Pruebas

Se procederá a sentarse en el pupitre para corroborar la resistencia del pupitre (prueba de uso).

Fuente. Propia.

Nota: En el apartado 2 de la misma tabla "Reacondicionamiento", se intuye que cada pieza fabricada ya lleva su debido acabado.

Resumen del capítulo

Y cerrando con la tesis, este capitular abarcó las pruebas (o test) en el pupitre elegido. Cada prueba se realizó con el fin de cumplir cada objetivo determinado en el capitular 1, revisando que el pupitre cumplirá en ser cómodo para el estudiante en sus actividades a realizar y que sea seguro al emplearlo.

En el apartado de remanufactura de este capítulo, se determinó el proceso de remanufactura que llevará este pupitre dentro de la institución. Evitando las reparaciones habituales y entregando a los estudiantes mejores pupitres para la realización de sus actividades dentro de las clases.

Conclusión

Este rediseño del pupitre de la universidad muestra la posibilidad de mejorar el mobiliario escolar y de adaptar conceptos como la remanufactura al desuso de objetos de una institución.

El aprovechamiento de un 81% de la estructura del pupitre "antiguo" para el pupitre "Old School" determina una estructura más ligera (necesidad 13) y no necesitar más material para su construcción. En comparativa de costes, resulta el pupitre "Old School" en un costo aproximado de 1,002.00 MXN, este costo es menor al pupitre "nuevo" de la universidad, aunque mayor al pupitre "antiguo". Con ello se evidencia que el rediseño del pupitre cumple con el siguiente principio de la remanufactura, de que el producto resultante sea igual o mejor que el objeto anterior.

De la remanufactura, implementar el concepto al proceso habitual de reacondicionamiento de los pupitres permite una mejor restauración del pupitre que el anterior. Esto es debido a que el pupitre remanufacturado es más cómodo y más práctico para las actividades que realiza el alumno que el pupitre anterior.

Los objetivos específicos se alcanzaron a cumplir en los siguientes valores: un 95% para el primer objetivo, un 70% para el segundo objetivo y un 99% para el último objetivo. Estos valores resultan en el cumplimiento en un 88% de objetivo general.

Si bien, este proyecto se orienta para los estudiantes de la Universidad Tecnológica de la Mixteca; cualquier institución pública enfocada a la educación podría adecuarse a integrar aspectos y vertientes del pupitre mismo, e incluso tomar el trabajo incluido en esta tesis como inspiración para generar nuevas alternativas ante las dificultades contemporáneas propias del alumnado y la misma institución.

Referencias

- Aibar, E. (2019, noviembre). Un término con deficiencias y efectos ideológicos: Revoluciones industriales, un concepto espurio. *Oikonomics*, (12).
<https://oikonomics.uoc.edu/divulgacio/oikonomics/es/numero12/dossier/eaibar.html#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20revoluci%C3%B3n%20industrial%20se,periodo%201760%2D1840%2C%20aproximadamente.>
- Alpízar, J. (2016). Riesgos ergonómicos a los que están expuestos los estudiantes universitarios. *Cultura Educación y Sociedad*, 7(1), 65–72.
<https://doi.org/10.17981/cultedusoc.07.1.2016.4>
- Asale, R.-., & Real Academia Española. (s. f.). *Ergonomía*. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <https://dle.rae.es/ergonom%C3%ADa>
- Ávila Chaurand, R., Prado León, L. R., & González Muñoz, E. L. (2001). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*. Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz
- Beatriz López Aguilar, A. I. (2007, diciembre). *Higiene postural y ergonomía en el ámbito escolar: una perspectiva desde la fisioterapia*. Injuve.
https://www.injuve.es/sites/default/files/revista%2079_9.pdf
- Bustos Fuentes, L. (2024, 26 de julio). *¿Qué es un pupitre escolar y cuántos tipos existen?* Edu21 | Tecnología Educativa. <https://edu21.cl/blog/herramientas-y-recursos/que-es-un-pupitre-escolar-y-cuantos-tipos-existen/>

Cooper, M. (2023, 3 de mayo). *The antique school desk and its role in education*. LoveToKnow. <https://www.lovetoknow.com/home/antiques-collectibles/antique-school-table>

Diego-Mas, J. A. (s. f.). *Métodos para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Ergonautas. <http://www.ergonautas.upv.es/metodos-evaluacion-ergonomica.html>

Equipo editorial, Etecé. (2025, 14 enero). *Educación - Características, historia, tipos y definiciones*. Concepto. <https://concepto.de/educacion-4/>

Ergonomía Aplicada En El Trabajo y el Diseño Industrial: Enrique Bonilla Rodríguez : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (2017,25 noviembre). Internet Archive.
<https://archive.org/details/ergonomiaaplicadaeneltrabajoyeldiseñoindustrialdigi/page/n17/mode/2up>

- Giner, F. (2018, 8 de enero). *Mobiliario para universidades: Nuevo proyecto para la Facultad de Ciencias de la Salud de la UJI de Castellón*. Federico Giner | Fabricante de mobiliario escolar. <https://federicoginer.com/facultad-ciencias-de-la-salud-de-la-uji/>
- Gobierno de México. (s. f.). *Data México: Universidad Tecnológica de la Mixteca*. Recuperado de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/institution/universidad-tecnologica-de-la-mixteca#matricula>
- Gutiérrez, J. L., Pérez, V., Sánchez, D., García, M., & Román, J. (2014). Evaluación ergonómica de los pupitres de un centro escolar de primaria mediante el método REBA. En *VIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (p. 238). Asociación Española de Ciencias del Deporte. https://cienciadeporte.com/images/congresos/caceres/Actividad_fisica/5pupitre.pdf
- Hernández, I. P. (2021, 6 de junio). *Cómo evaluar proyectos de diseño*. Ilka Perea Studio. <https://ilkaperea.com/2021/06/06/como-evaluar-proyectos-de-diseno/#algunas-consideraciones-877e74c5-9986-4b56-b6d9-17c575769816>
- Hernández, J. (s. f.). *¿Cómo aplicar el modelo de Kano en el diseño de productos?* Recuperado de <https://www.izo.es/blog/como-aplicar-el-modelo-de-kano-en-el-diseno-de-productos>
- Ihobe S. A. (2018, junio). *Guía práctica de tecnologías para el proceso de remanufactura*. Bilbao, España.
- Ilgin, M. A., & Gupta, S. M. (2012). *Remanufacturing: Modeling and analysis*. CRC Press.
- Industrias Kerosti. (2023, 2 de mayo). *¿Qué es un pupitre escolar y cuántos tipos existen?* <https://industriaskerosti.com/blog/que-es-un-pupitre-escolar/>

Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED). (2021). *Normatividad para la infraestructura física educativa: Vol. 3, T. III, Mobiliario*. Secretaría de Educación Pública.
https://www.inifed.gob.mx/doc/pdf/2021/Normatividad/VOLUMEN_3_TOMO_III_MOBILIARIO_2021.pdf

International Labour Organization. (2024, 5 de agosto). *Ergonomía*.
<https://www.ilo.org/es/ergonomia>

KéMueble. (s. f.). *Banca universitaria RE-921*. Recuperado de
<https://www.kemueble.com/productos/sillas-de-oficina/sillas-con-paleta-y-mesabancos/banca-universitaria-re-921>

Laura Rodríguez Jácome, P. L. (2011, octubre). La evolución del mobiliario escolar. *Técnica Industrial*, 80, 451. <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/80/451/a451.pdf>

Memosa Muebles. (2023, 30 de mayo). *¿Qué es un pupitre escolar y su importancia en el aula?* PrestaBlog. <https://www.memosamuebles.com/blog/que-es-un-pupitre-escolar-y-su-importancia-en-el-aula-b36.html>

MEYDO. (2024, 12 de enero). *Pupitres escolares: ¿Cuál es el mejor material para su durabilidad?* <https://mundoescolarydeoficina.com/blog/pupitres-escolares-cual-es-el-mejor-material-para-su-durabilidad/>

Mirplay school. (2022, 24 de noviembre). *¿Por qué es importante la ergonomía en las escuelas?* <https://www.mirplayschool.com/por-que-es-importante-la-ergonomia-en-las-escuelas/#:~:text=La%20ergonom%C3%ADa%20de%20las%20aulas,que%20en%20%C3%A9l%20tiene%20lugar.>

Mirplay school. (s. f.). *MIA TABLE Silla escolar con pala*. Recuperado de
<https://www.mirplayschool.com/project/mia-table/>

- MUSEUM OF TEACHING AND LEARNING. (s. f.). *School bench and desks*. Recuperado de <https://www.motal.org/school-bench-and-desks.html>
- Ofik. (s. f.). *Silla escolar concha de paleta adulto*. Recuperado de <https://ofik.com/silla-escolar-concha-de-paleta-para-adulto-azul/>
- Oxford Languages. (s. f.). *Manufactura*. En Google. Recuperado de https://www.google.com/search?q=manufactura+significado&sca_esv=576780426&sxsrf=AM9HkKnDB8ebgCz2Vbh0c4_tQT6OzOvhHg%3A1698320268090&ei=jE86ZYv_BMCtqtsPmqOimAl&oq=manufactura+significsdp&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiF2lhbNvmYWN0dXJhIHNPZ25pZmljc2RwKgIIADIPEAAAY
- Párraga Velásquez, R. T. (2014, diciembre). Diseño ergonómico de aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir la fatiga en el estudiante. *Revista Cubana de Salud Pública*, 40(4). <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640856002.pdf>
- Pugh, S. (1991). *Total design: Integrated methods for successful product engineering*. Pearson Education Limited.
- Quiroz, O. (2025, 27 de enero). *6 beneficios de la ergonomía en el mobiliario escolar*. Federico Giner | Fabricante de Mobiliario Escolar. <https://federicoginer.com/6-beneficios-de-la-ergonomia-en-el-mobiliario-escolar/>
- Ramírez, L. (2022, 16 de diciembre). *El modelo Kano: cómo identificar las necesidades ocultas de los clientes*. Thinking For Innovation | IEBSchool. <https://www.iebschool.com/hub/el-modelo-kano-satisfaccion-del-cliente-management/>
- Real Academia Española. (s. f.). *Pupitre*. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <https://dle.rae.es/pupitre?m=form>
- Reman. (s. f.). *La última forma de reciclaje*. Reman re value manufacturing. <http://www.remanufacturing.fr/es/paginas/principios-remanufactura.html>

Rodríguez Morales, G. (2006). *Manual de diseño industrial: Curso básico* [Material de curso]. Universidad Autónoma Metropolitana.

<http://ilitia.cua.uam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/953/1/Manual%20de%20dise%C3%B1o%20Industrial.pdf>

Shelby County Historical Society - Archives. (s. f.). *The Sidney School Furniture Company*.

Recuperado de

<https://www.shelbycountyhistory.org/schs/archives/industryarchives/schoolfurniture.html>

Silla con paleta rectangular en formaica ScrivaniaMx. (2025, 7 noviembre). ScrivaniaMx.

<https://scrivania.mx/producto/silla-con-paleta-rectangular-en-formaica/>

Sillería Aragonesa. (2024, 20 de noviembre). *Evolución del mobiliario escolar: del pupitre tradicional al aprendizaje colaborativo*. Blog | Sillería Aragonesa.

<https://www.silleriaaragonesa.com/blog/evolucion-del-pupitre-tradicional-al-aprendizaje-colaborativo/>

Sundin, E. (2004). *Product and process design for successful remanufacturing* [Tesis doctoral]. Linköping University Electronic Press.

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-5015>

The Classroom. (2021, 5 de noviembre). The history of school desks.

<https://www.theclassroom.com/history-school-desks-5098310.html>

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (5a ed.). McGraw-Hill Education.

UNICEF México. (s. f.). *Educación y aprendizaje*. Recuperado de

<https://www.unicef.org/mexico/educaci%C3%B3n-y-aprendizaje>.

Universidad Privada Peruano Alemana. (s. f.). *Riesgo ergonómico en estudiantes universitarios de la UPAL final*. Scribd.

<https://es.scribd.com/document/597584229/Riesgo-ergonomico-en-estudiantes-universitarios-de-la-UPAL-final-1>

UOC. (s. f.). *Design Toolkit | Modelo Kano*. Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de <https://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/modelo-kano/>

Vargas Guadarrama, L. A., Casillas, L. E., & Sánchez, P. (2009). Datos antropométricos para el diseño de mobiliario escolar universitario. *Anales de Antropología*, 13(1). <https://doi.org/10.22201/ia.24486221e.1976.1.332>

Anexo

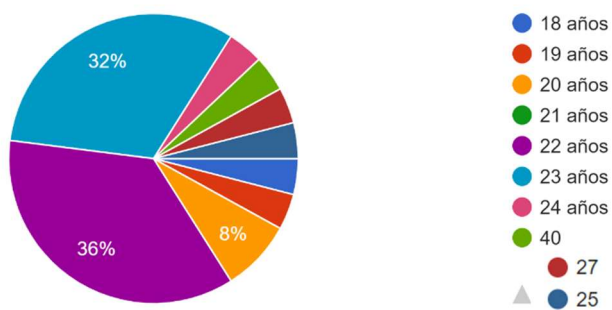
Anexo A: Formulario aplicado al alumnado de la Universidad

FIGURA 74.

Primera parte: información del usuario.

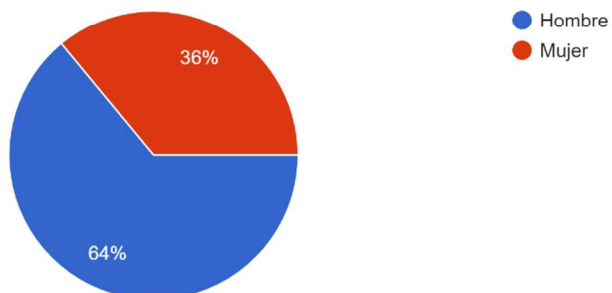
¿Cuántos años tienes?

25 respuestas



Sexo (es solo para el uso de datos antropométricos)

25 respuestas



¿Cuál es tu estatura y tu peso? (escribelos de la siguiente forma "peso/estatura")

25 respuestas

90kg/1.85cm

72/1.70

80/1.65

55/153 cm

1.50, 48kg

72/1.61

1.56/71

1.75 y 75kg

62kg/1.6m

64kg / 164

79/174

83/1.65

66 / 1.64

1.70, 60 kg

59kg/1.73m

103/1.71 m

92 kg / 1.78 m

78/1.89

65/1.56

90kg/1.76 m

45/1.68

51kg/155cm

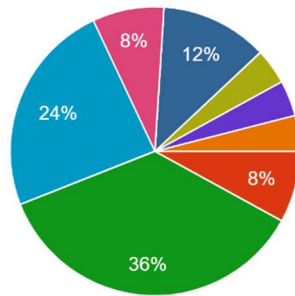
69 kg/ 1.67 m

89/1.73

82/170

¿A qué carrera perteneces?

25 respuestas



- Ing. en alimentos
- Ing. en Computación
- Ing. en Alimentos
- Ing. en Diseño
- Ing. en Electrónica
- Ing. en Mecatrónica
- Ing. Industrial
- Ing. en Física Aplicada
- Ing. en Mecánica Automotriz
- Lic. en Ciencias Empresariales
- Lic. en Matemáticas Aplicadas
- Contador publico
- Lic. en Danza Folklórica Mexicana
- Lic. en Danza Folklórica

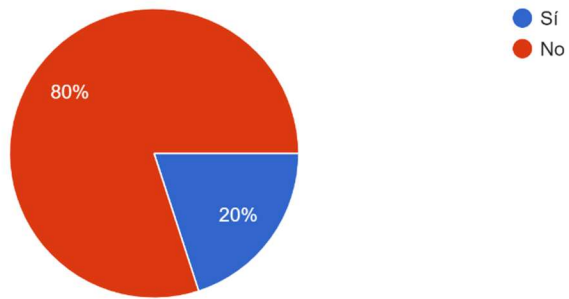
¿Qué actividades extraescolares realizas?

25 respuestas

Ninguna
Gimnasio
Ninguna
Acarrear agua, no hay agua
Basquetbol
Tejer
Ninguns
ninguna, hacer ejercicio
Programación de arduino
Tocar el piano, patinar, enseñar idiomas, correr
Natación.
Trabajo en casa
None
jugar ajedrez
Futbol
Ir al Gym, estar jugando yugioh por pc, dibujar.

¿Tienes algún problema físico que te impida estar mucho tiempo sentado?

25 respuestas



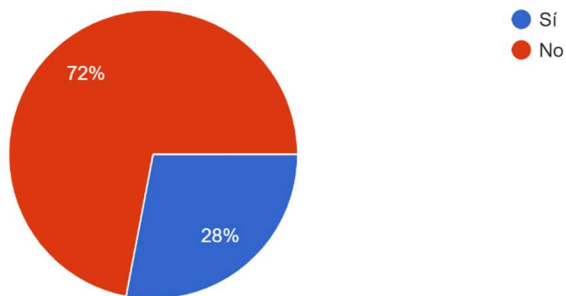
Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 75.

Segunda parte: Relación con el pupitre escolar.

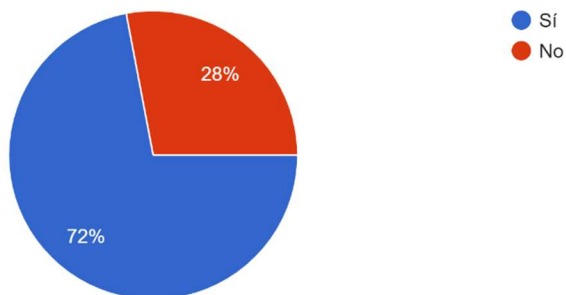
¿Consideras que las actividades que realizas son adecuadas para el pupitre de tu Universidad?
(Tomar notas, dibujar o estar estudiando, uso de dispositivos electrónicos, entre otras actividades)

25 respuestas



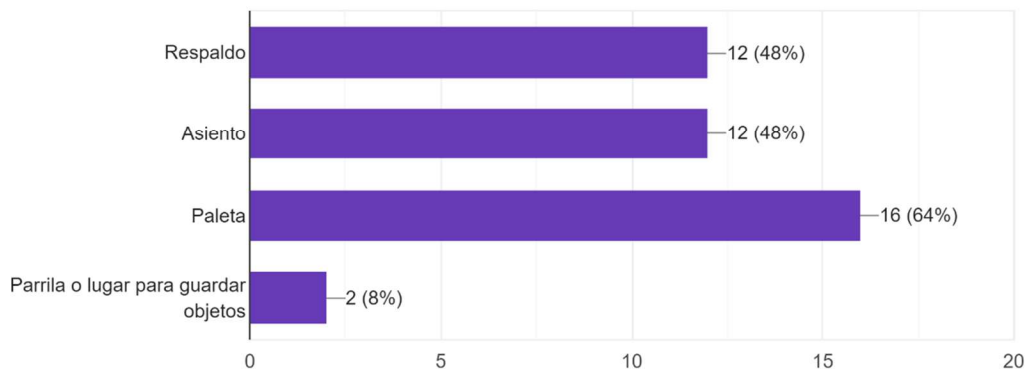
¿Has sentido algún tipo de lesión o dolor durante el uso de este mobiliario?

25 respuestas



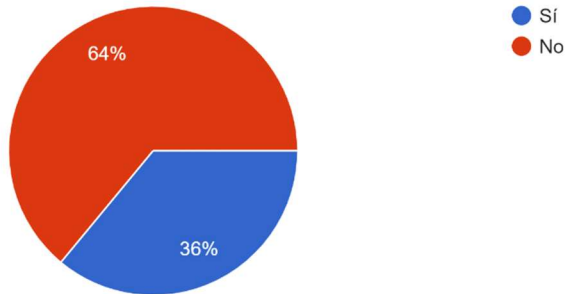
¿Qué parte del pupitre consideras más incómoda?

25 respuestas



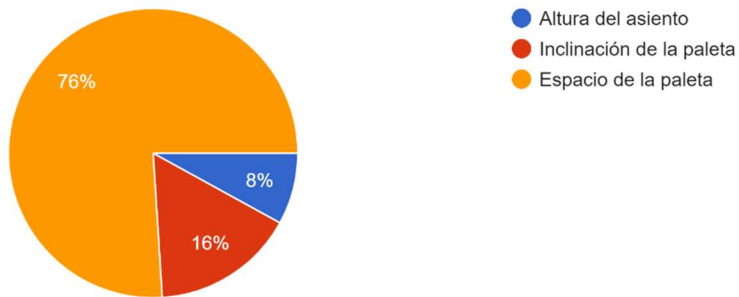
¿Consideras que la altura del asiento, inclinación o espacio de la paleta son de las dimensiones adecuadas?

25 respuestas



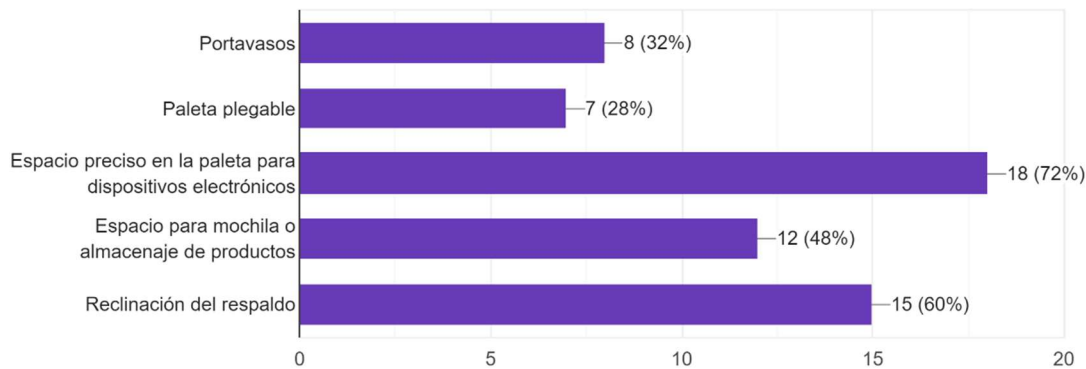
De la anterior pregunta. ¿Cuál parte considerarías que se mejorara?

25 respuestas



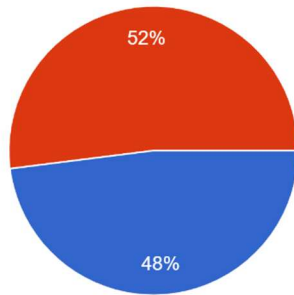
Te gustaría que el pupitre contara con:

25 respuestas



¿Cómo sientes este mobiliario al utilizarlo?

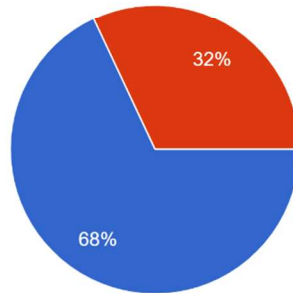
25 respuestas



- Pequeño
- Justo
- Grande o espacioso

¿Qué consideras que sea más importante en el pupitre?

25 respuestas



- Sea cómodo
- Sea funcional

De la Universidad. ¿Cuál ha sido el mobiliario con el que te has sentido más cómodo? Descríbelo

25 respuestas

El mobiliario de sillas negras con respaldo y asiento acolchonado de los nuevos salones cerca a la purificadora

En el que estudio

Las bancas acolchonadas que tienen escritorio

Ninguno

Las sillas donde tomo mi optativa porque tiene acolchonamiento en el asiento y respaldo también tiene reposabrazos y se adecúa a la altura que más prefieras

Mesas individuales con sillas

Bancas del auditorio, son acolchadas y con reposabrazos

Bancas acolchonadas con respaldo para brazos

El mobiliario de las aulas nuevas que son mesas y sillas acolchonadas

Me he sentido mas comodo con una silla que tiene acolchonamiento, tanto de asiento como del respaldo.

Mesas para dos personas

Las mesas en ciertas salas tienen espacio y son cómodas, así como sus sillas

Las sillas que se encuentran en las salas de computación, están acolchonadas y cómodas,

Los asientos y mesas de las aulas con televisión

Las sillas de la biblioteca, tiene una curvatura en el respaldo y los asientos están acolchados, los hace cómodos para estar una cantidad de tiempo considerable estudiando.

Ninguno

Las sillas y mesas de la aula 1

los asientos de las aulas nuevas son como los de las salas de computo y son muy buenos asientos

el de las nuevas aulas, sillas y mesas individuales, acojinadas

Con el mobiliario de las salas de computo

Los asientos del auditorio, acojinados y plegables

En el edificio de empresariales, unas sillas con colchón y mesa aparte

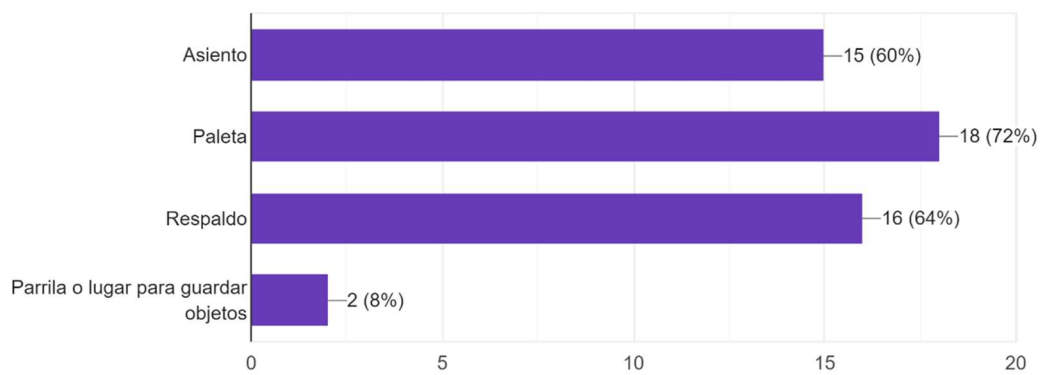
Mesas individuales

Las sillas acolchonadas con mesa aparte

Mesas y sillas separadas

¿Qué partes del pupitre te gustaría que se rediseñaran o remanufacturaran?

25 respuestas



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

Anexo B: Entrevista a los encargados de talleres de la Universidad

Entrevista 1

Nombre: Roberto Rodríguez Palma Cargo: jefe del área C (Maderas)

1. ¿Cuántos pupitres se dañan y reparan al semestre o al año?

Por año nos traen de 60 a 65 butacas, se reparan 10 cada semestre.

2. ¿A cuánto asciende el costo de reparación del pupitre?

Por butaca 250 pesos en madera.

3. ¿Cuánto dura un pupitre sin daños después de haber sido reparado?

No dura ni el año, por el mal uso y rayones que le hacen, se raspan y se vuelven a barnizar.

4. ¿Cuál es el proceso de reacondicionamiento de los pupitres en la Universidad?

Se encarga servicios escolares, dan una orden de trabajo, piden el material, traen las butacas y dependiendo del estado en el que estén se reutilizan algunas piezas o se reparan. Esto tarda de 2 a 4 semanas.

5. ¿En qué parte de este proceso participa? ¿Cuáles son los detalles que le cuestan más?

En la reparación de la madera. Cuesta raspar los pupitres, porque hay que repetir el proceso de pintado. Hacer desde cero es más trabajo, pero menos tedioso.

6. ¿Qué herramientas o procesos utiliza en el reacondicionamiento de los pupitres?

Solo para la reparación ocupamos una cuchilla, el router con una broca y la lijadora de banda. Para hacer piezas nuevas ocupamos una caladora, lijadora de banda, el router con la broca. Para raspar solo ocupamos una cuchilla y el router.

7. ¿Qué material o materiales emplea en el reacondicionamiento de este mobiliario?

Desde nuevas hay tres materiales: para las paletas es tabla 3/4', para el asiento triplay de 18 mm y para el respaldo triplay de 12 mm.

8. Definición de Remanufactura. ¿Considera que con este enfoque se mejoraría no solo el producto, sino el proceso de manufactura?

Depende del diseño, porque cambiaría el proceso y el material a usar.

9. ¿Con qué tecnologías de la Remanufactura ha participado? Explicar cada tecnología de la remanufactura

Nos traen la butaca, pasa una inspección visual, luego un desmontaje no destructivo para corroborar algunos componentes, casi no se truena el asiento, pero lo que se ha reparado con tabla tiende a tronarse. Para el raspado primero pasamos un proceso de limpieza con thinner para quitar grasa, con tinta retocamos rayones y si no se quitan raspamos como última opción.

Entrevista 2

Nombre: Miguel Díaz Méndez Cargo: Oficial (Metales)

1. ¿Cuántos pupitres se dañan y reparan al semestre o al año?

Por año nos traen de 60 a 80 butacas.

2. ¿A cuánto asciende el costo de reparación del pupitre?

Depende de los consumibles que cotiza almacén.

3. ¿Cuánto dura un pupitre sin daños después de haber sido reparado?

Aproximadamente 2 años.

4. ¿Cuál es el proceso de reacondicionamiento de los pupitres en la Universidad?

Solo soldadura. Y pintura.

5. ¿En qué parte de este proceso participa? ¿Cuáles son los detalles que le cuestan más?

Participo en la soldadura y la pintura de la estructura metálica. Cuesta más la pintura, porque hay que removerla y luego volver a pintar.

6. ¿Qué herramientas o procesos utiliza en el reacondicionamiento de los pupitres?

Planta de soldar, esmeriladora, pistolas para pintar, lijas, removedor de pintura.

7. ¿Qué material o materiales emplea en el reacondicionamiento de este mobiliario?

La pintura esmalte acrílica, thinner y lo que se requiera en su momento.

8. Definición de Remanufactura. ¿Considera que con este enfoque se mejoraría no solo el producto, sino el proceso de manufactura?

Depende del material, pero mejorarían ambos. Estos pupitres están en constante movimiento, podrían ser más ligeros.

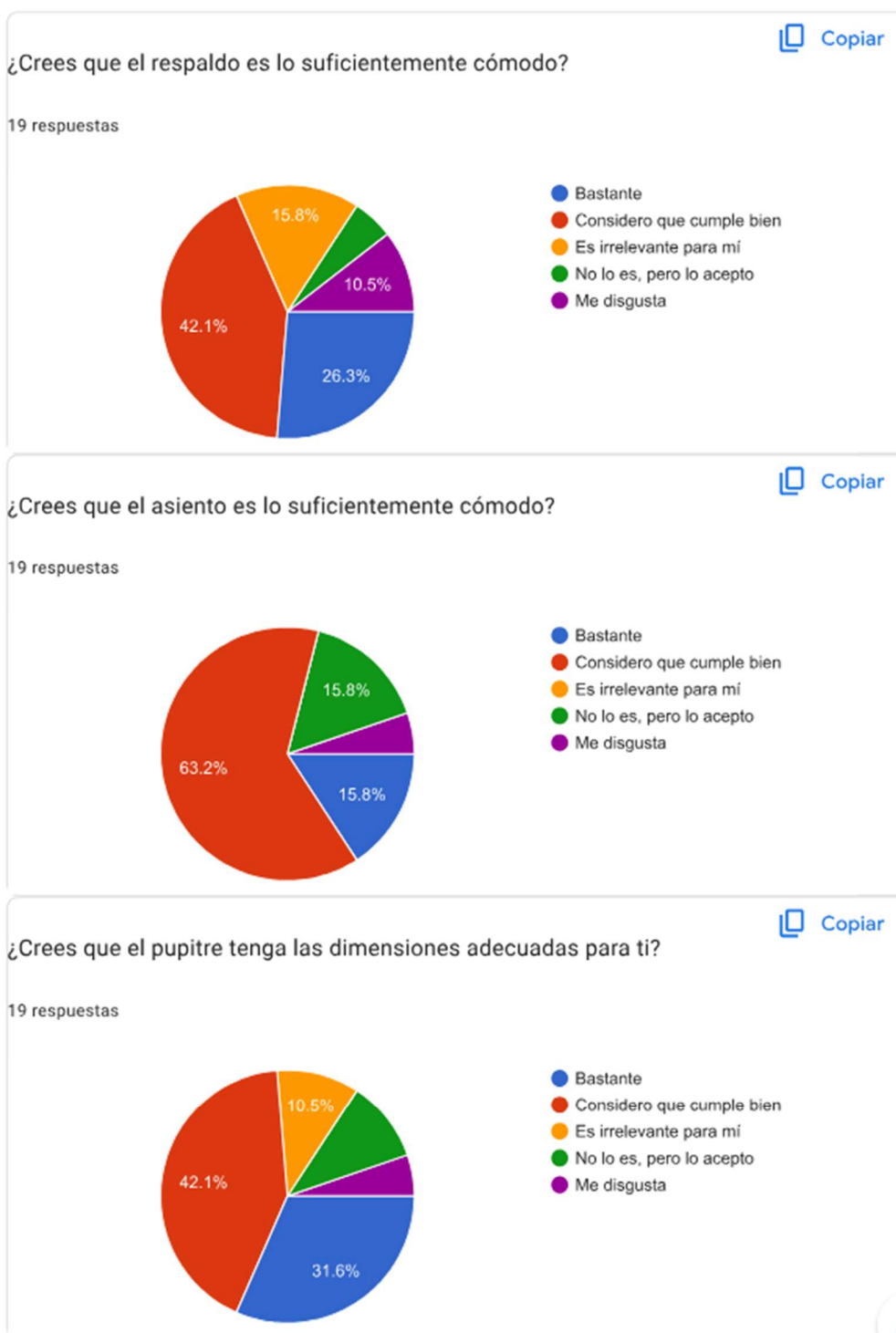
9. ¿Con qué tecnologías de la Remanufactura ha participado? Explicar cada tecnología de la remanufactura

Metalizadora, dobladora soldadura de micro alambre y demás máquinas. Entra una inspección para ver qué tan dañado viene por la oxidación, pasa un desmontaje de las piezas, luego una limpieza, se ensamblan con soldadura por procesos de unión. Al final pasa una última limpieza con thinner para pasar a pintar.

Anexo C: Elección de la propuesta

FIGURA 76.

Formulario del pupitre "Cinema", parte 1.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 77.

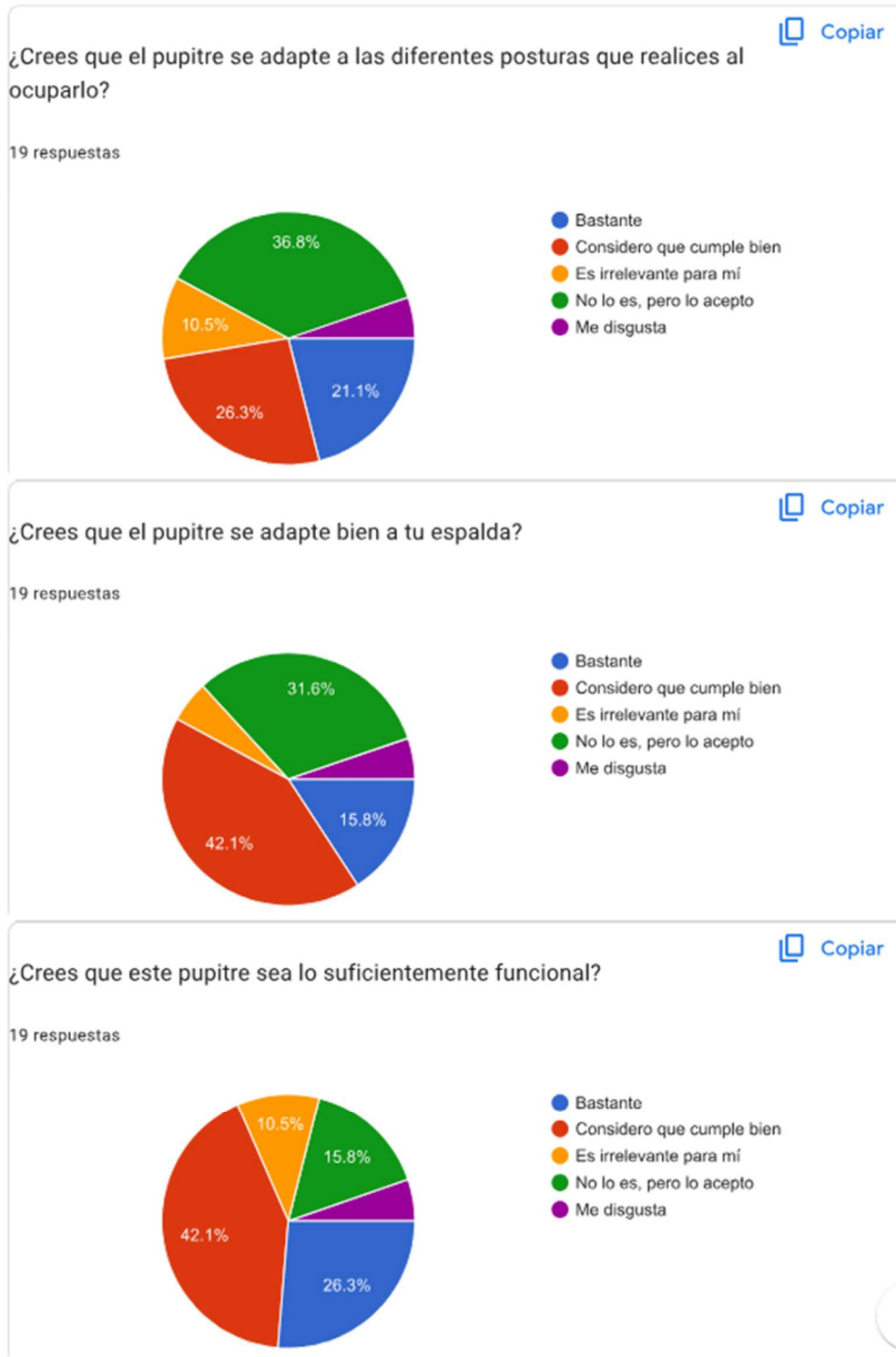
Formulario del pupitre "Cinema", parte 2.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 78.

Formulario del pupitre "Cinema", parte 3.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 79.

Formulario del pupitre "Cinema", parte 4.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 80.

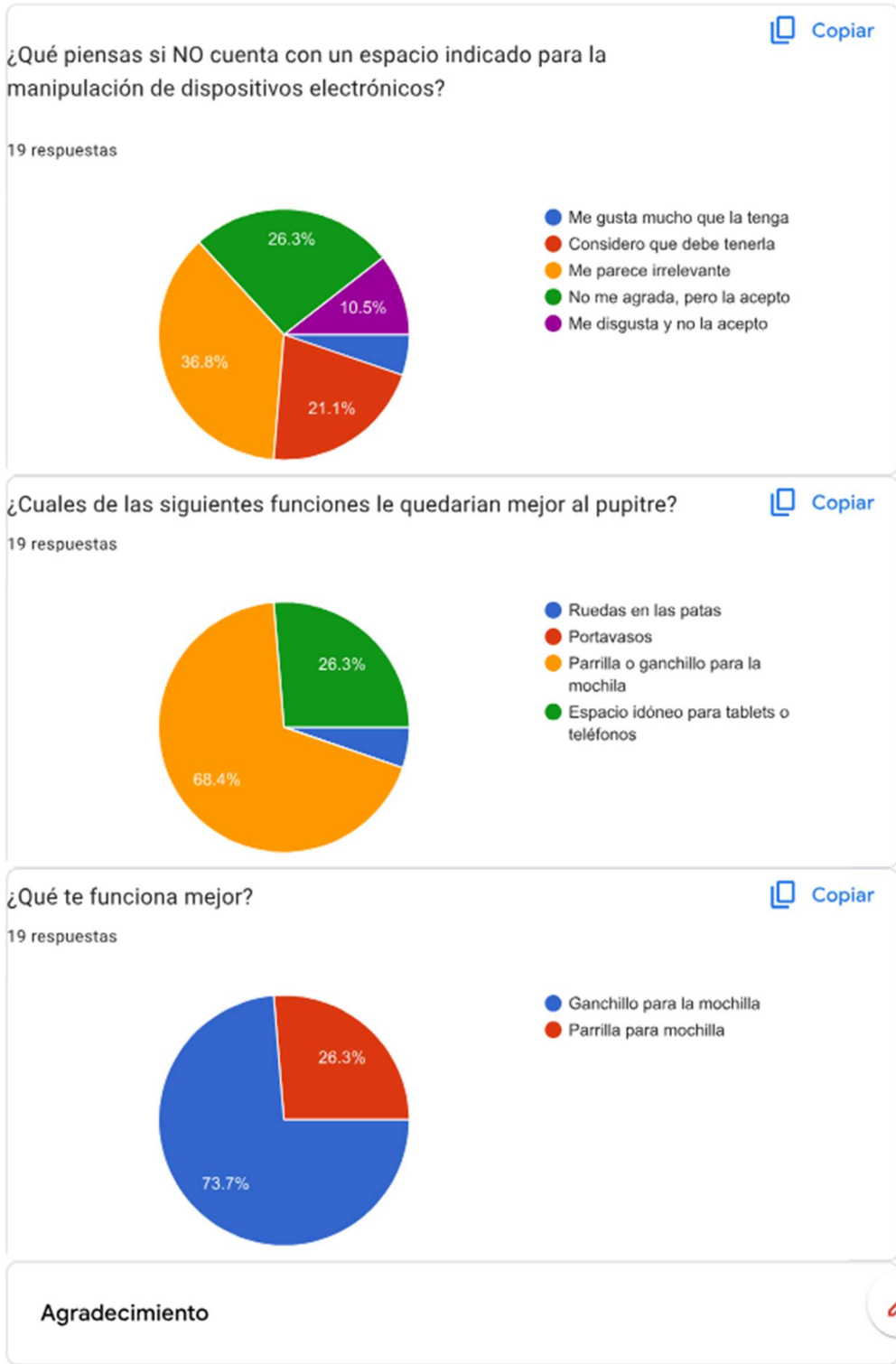
Formulario del pupitre "Cinema", parte 5.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 81.

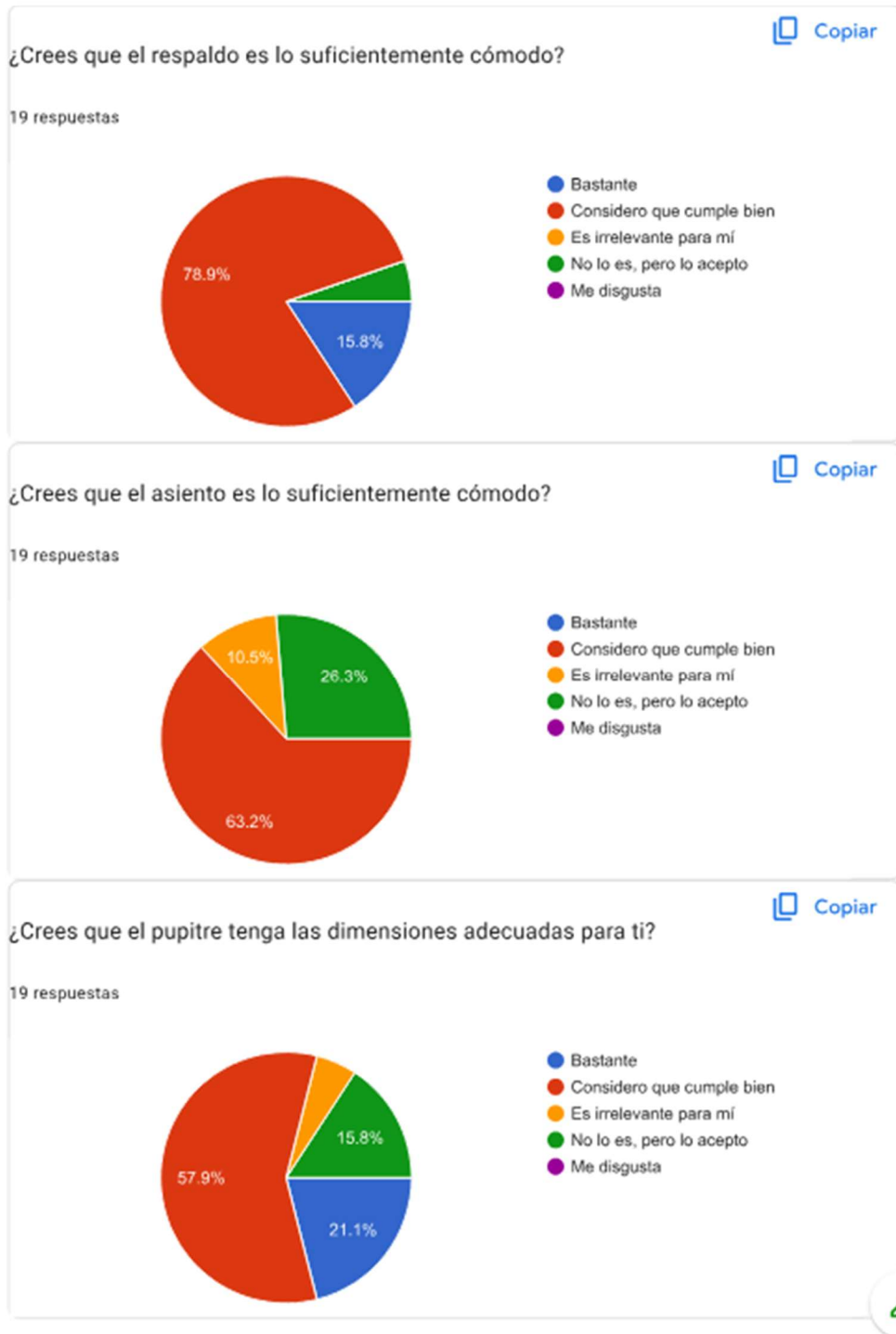
Formulario del pupitre "Cinema", parte 6.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 82.

Formulario del pupitre "Old School", parte I.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 83.

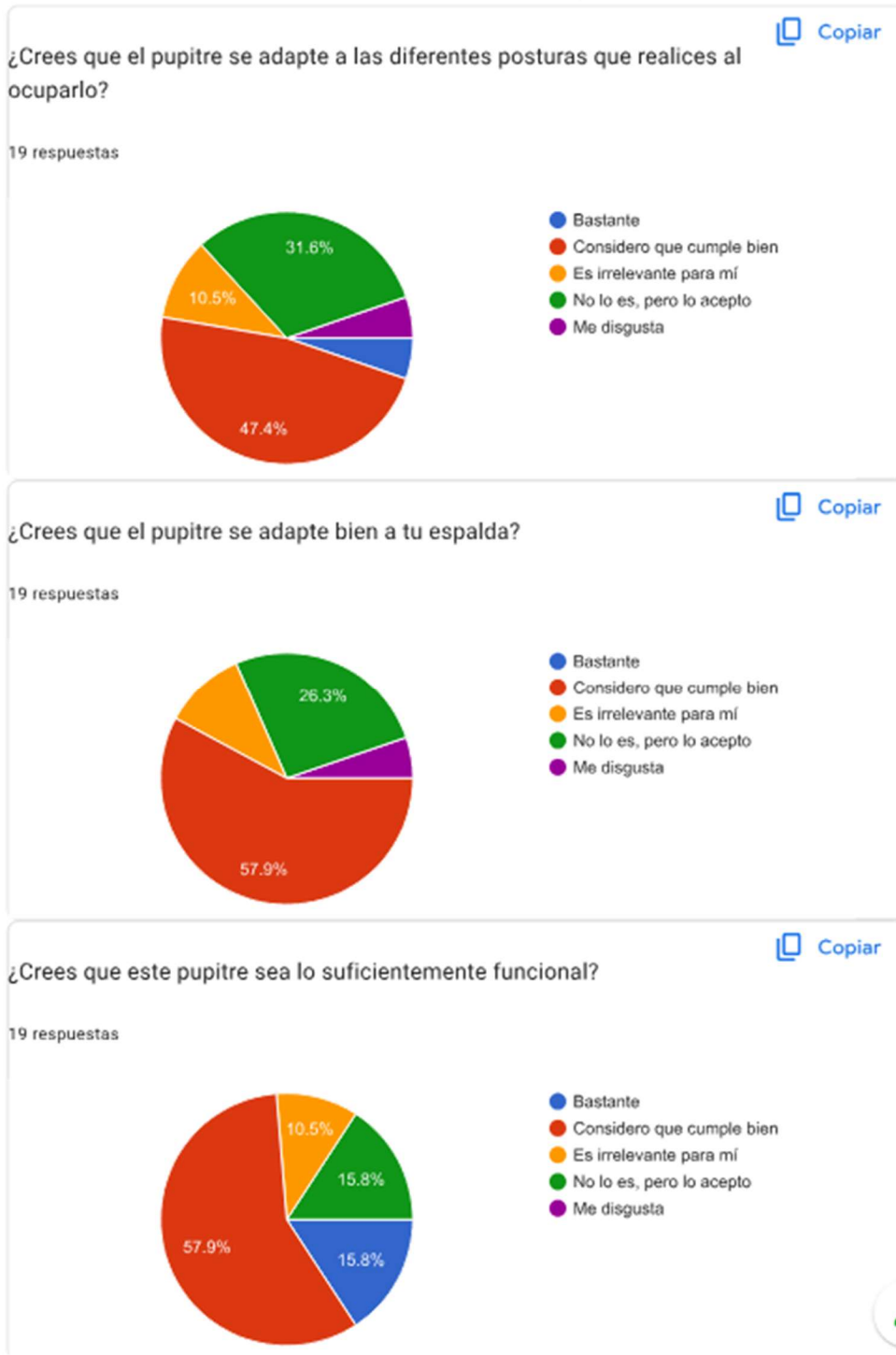
Formulario del pupitre "Old School", parte 2.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 84.

Formulario del pupitre "Old School", parte 3.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 85.

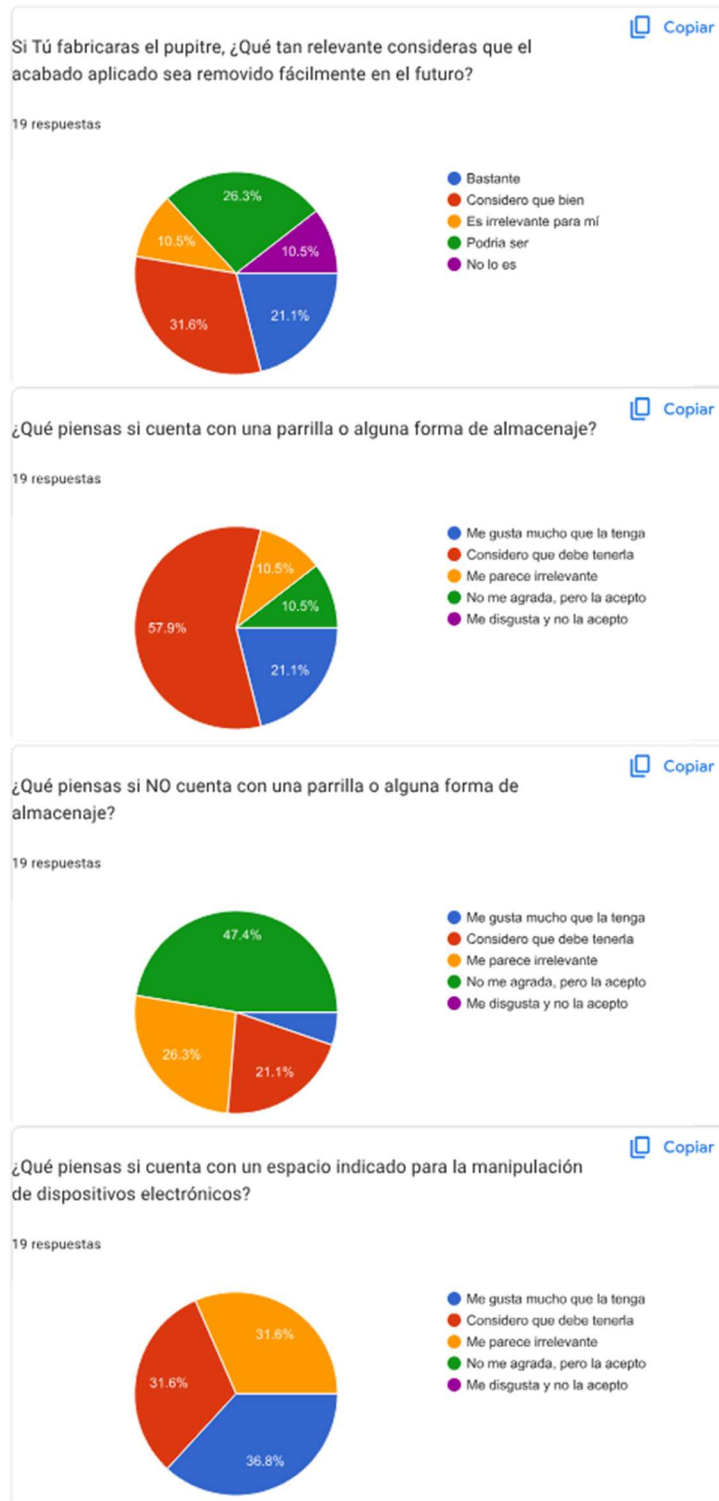
Formulario del pupitre "Old School", parte 4.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 86.

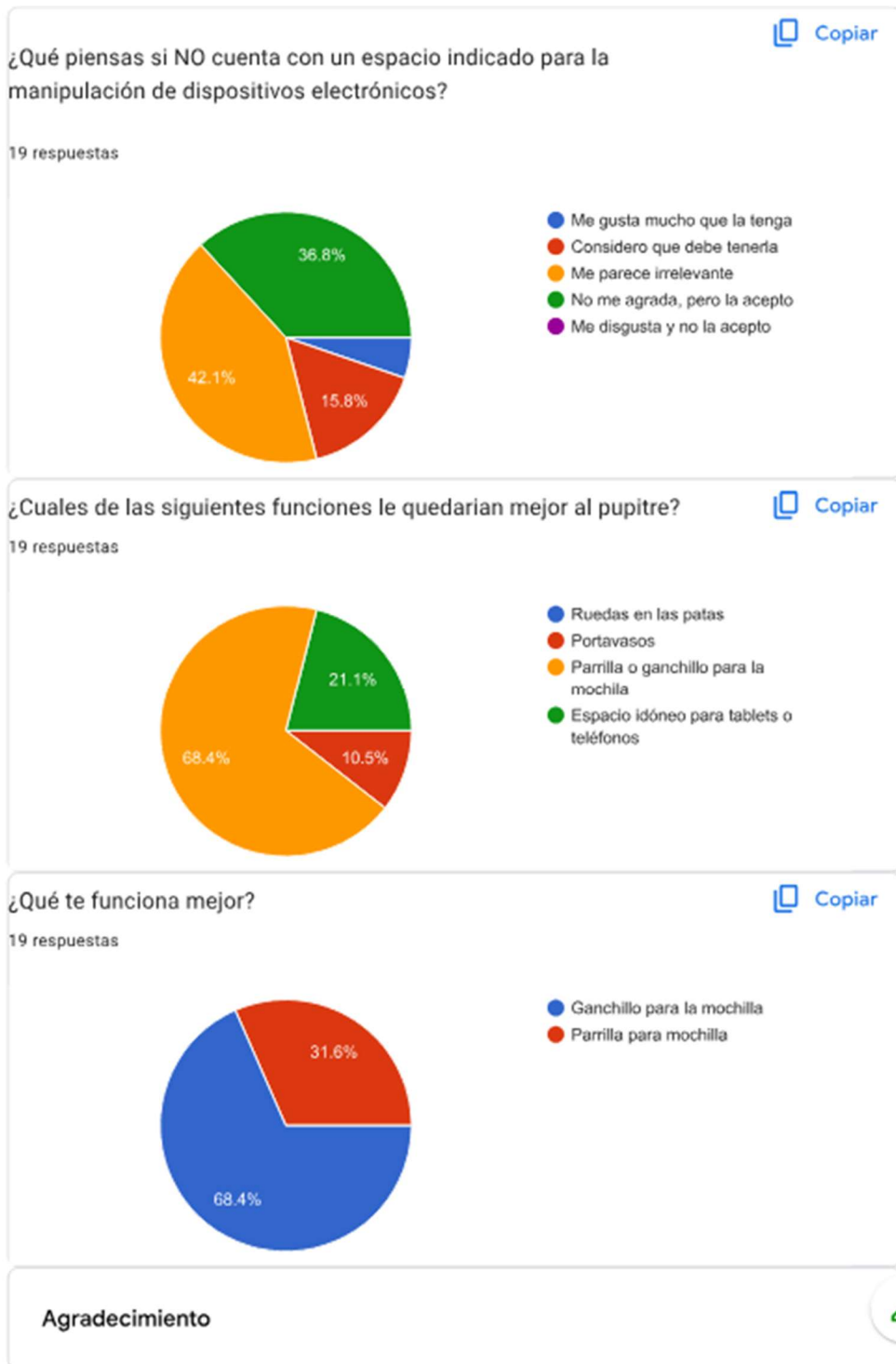
Formulario del pupitre "Old School", parte 5.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 87.

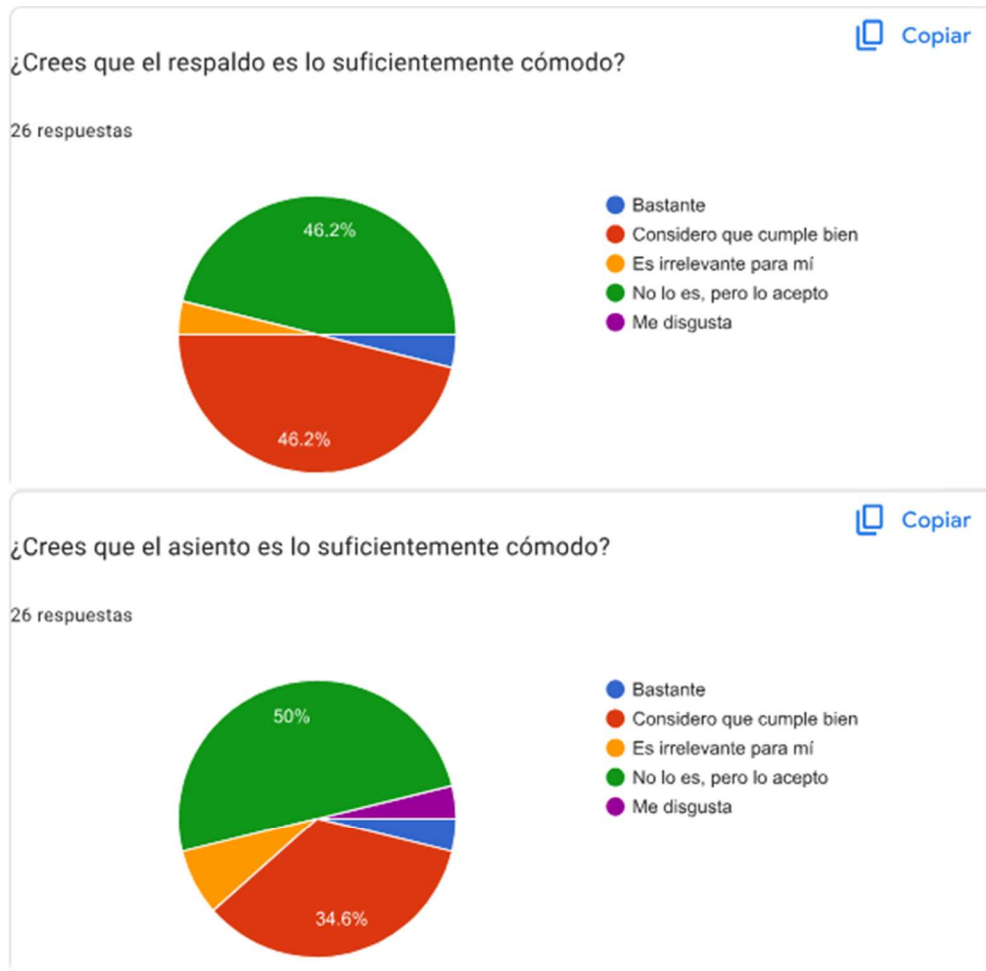
Formulario del pupitre "Old School", parte 6.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 88.

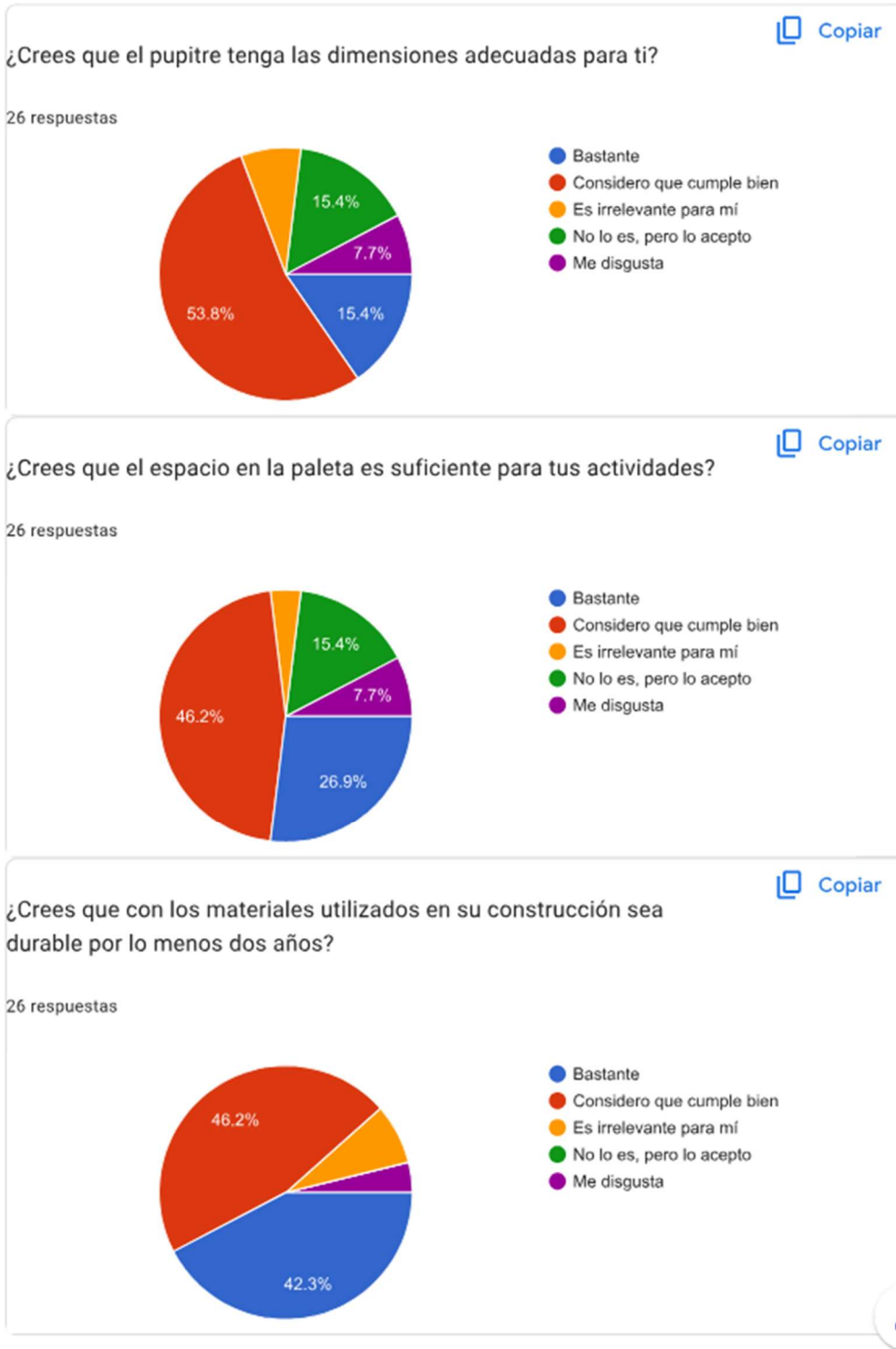
Formulario del pupitre "Simple Method", parte I.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 89.

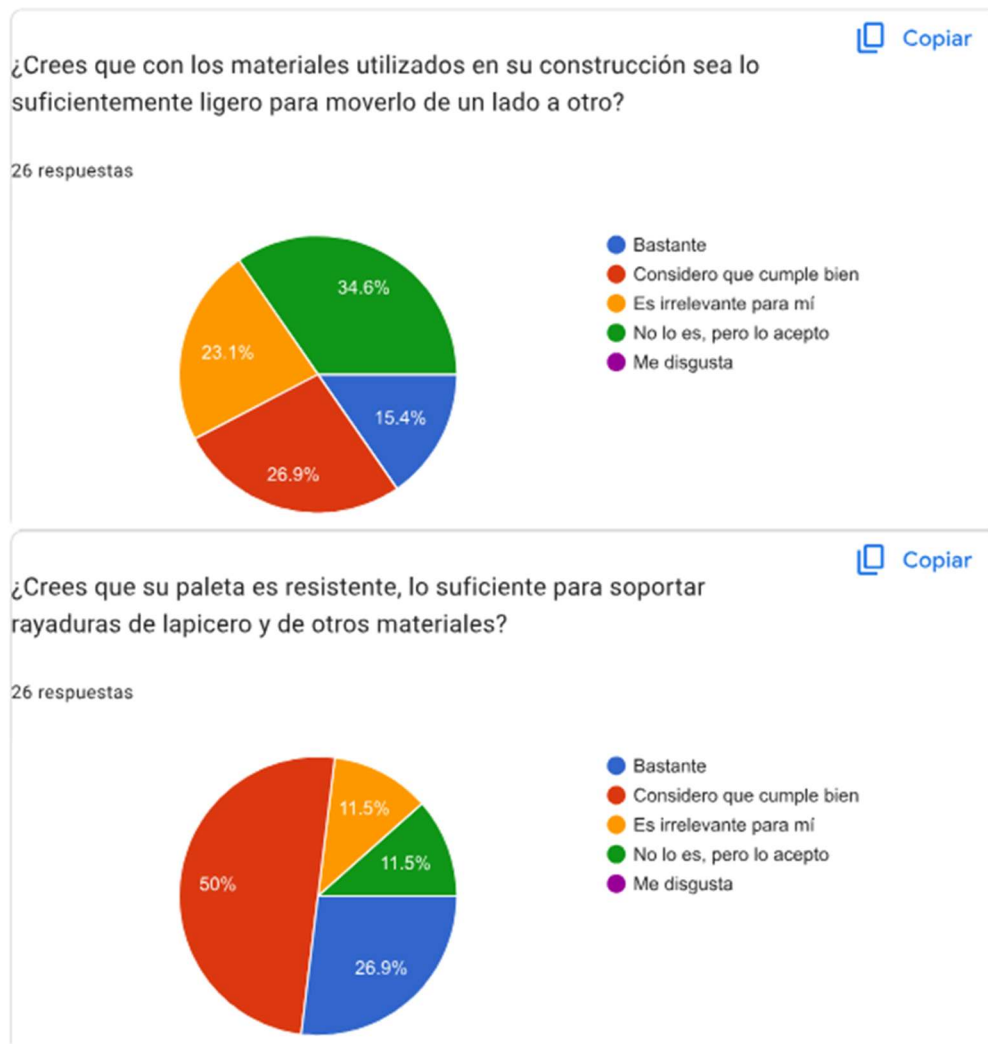
Formulario del pupitre "Simple Method", parte 2.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 90.

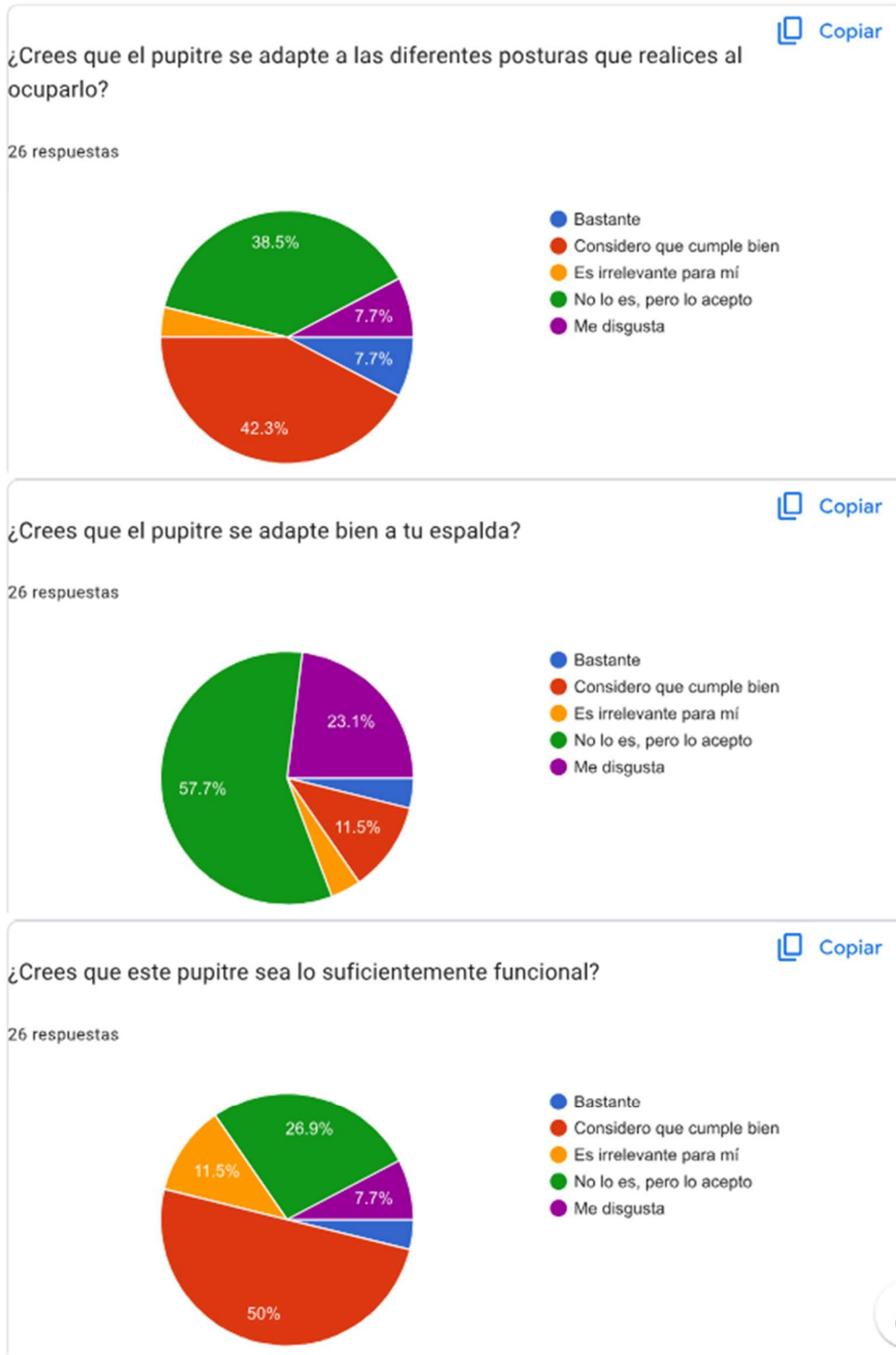
Formulario del pupitre "Simple Method", parte 3.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 91.

Formulario del pupitre "Simple Method", parte 4.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 92.

Formulario del pupitre "Simple Method", parte 5.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 93.

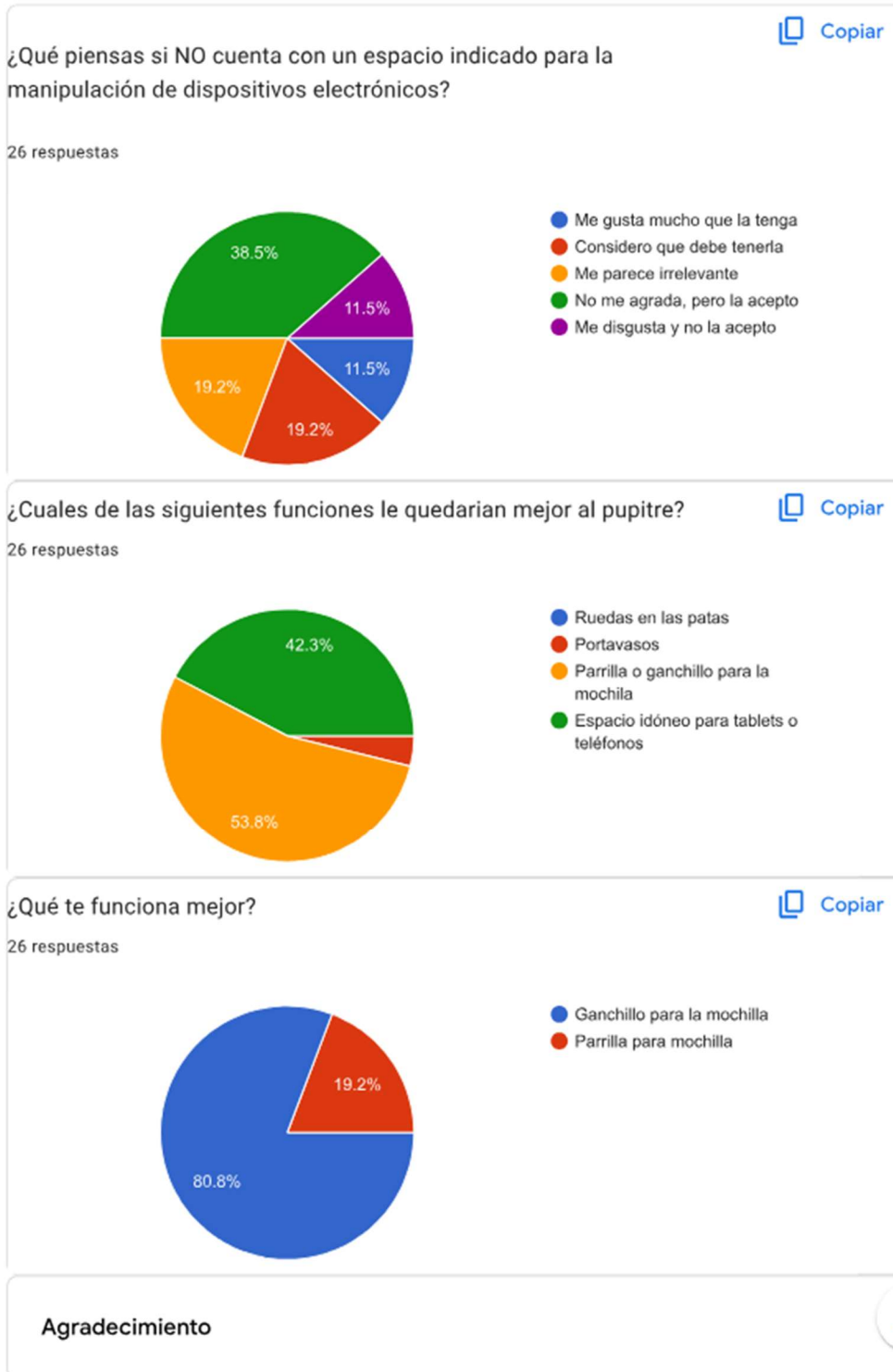
Formulario del pupitre "Simple Method", parte 6.



Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

FIGURA 94.

Formulario del pupitre "Simple Method", parte 7.

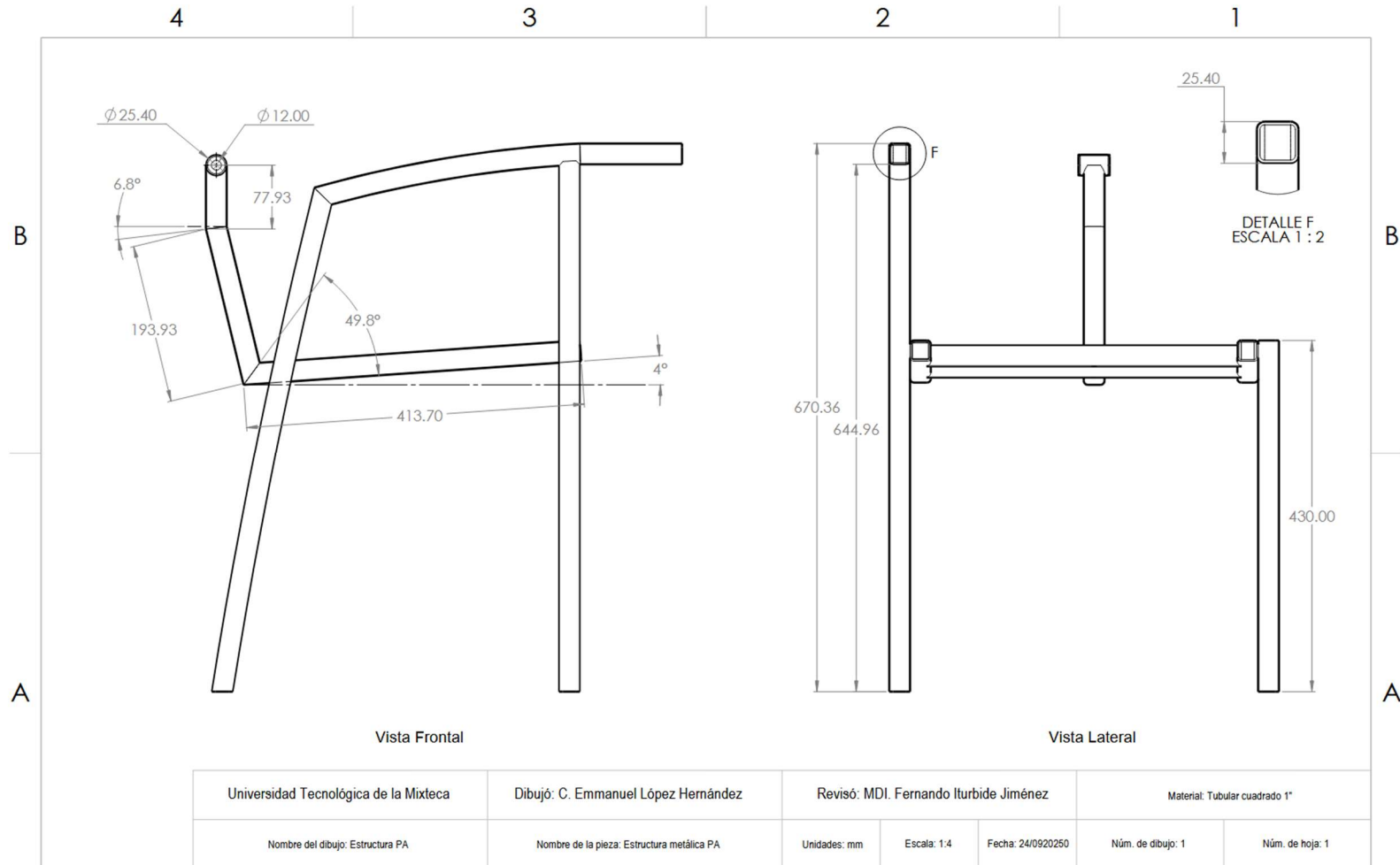


Fuente. Propia, elaborada en Google forms.

Anexo D: Planos del Pupitre "Old School"

FIGURA 95.

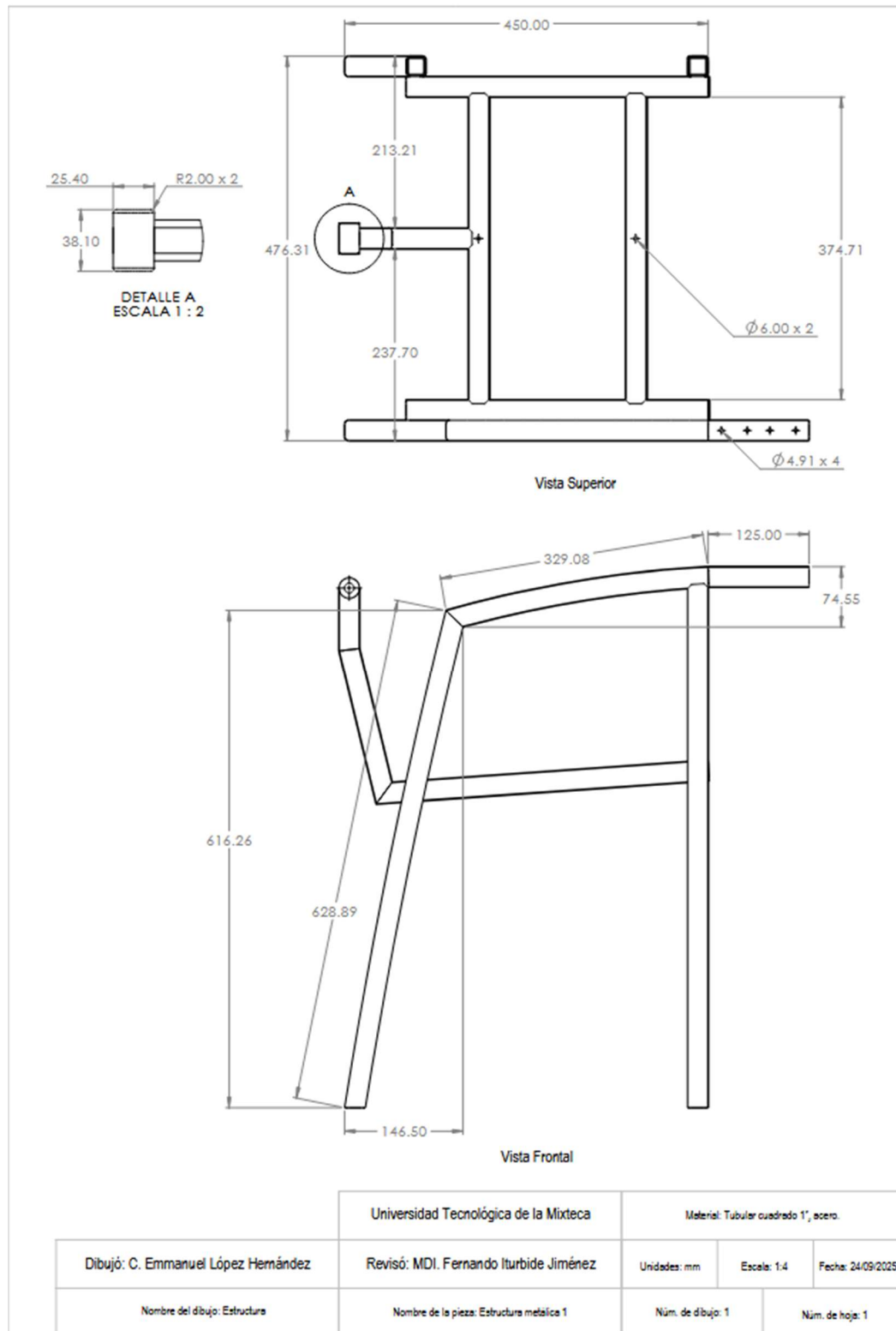
Estructura pupitre "Old School", Hoja 1.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.

FIGURA 96.

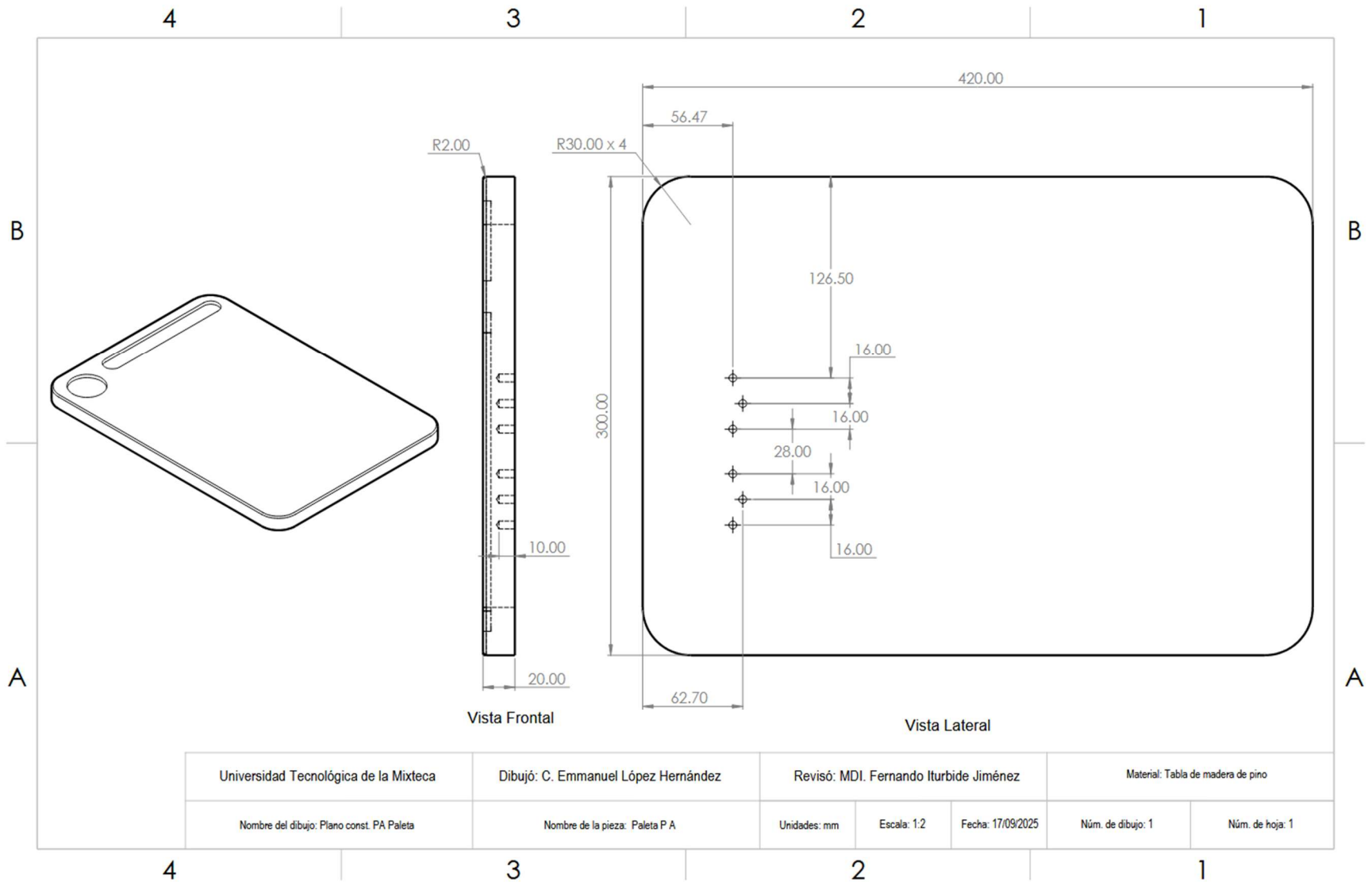
Estructura pupitre "Old School", Hoja 2.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.

FIGURA 97.

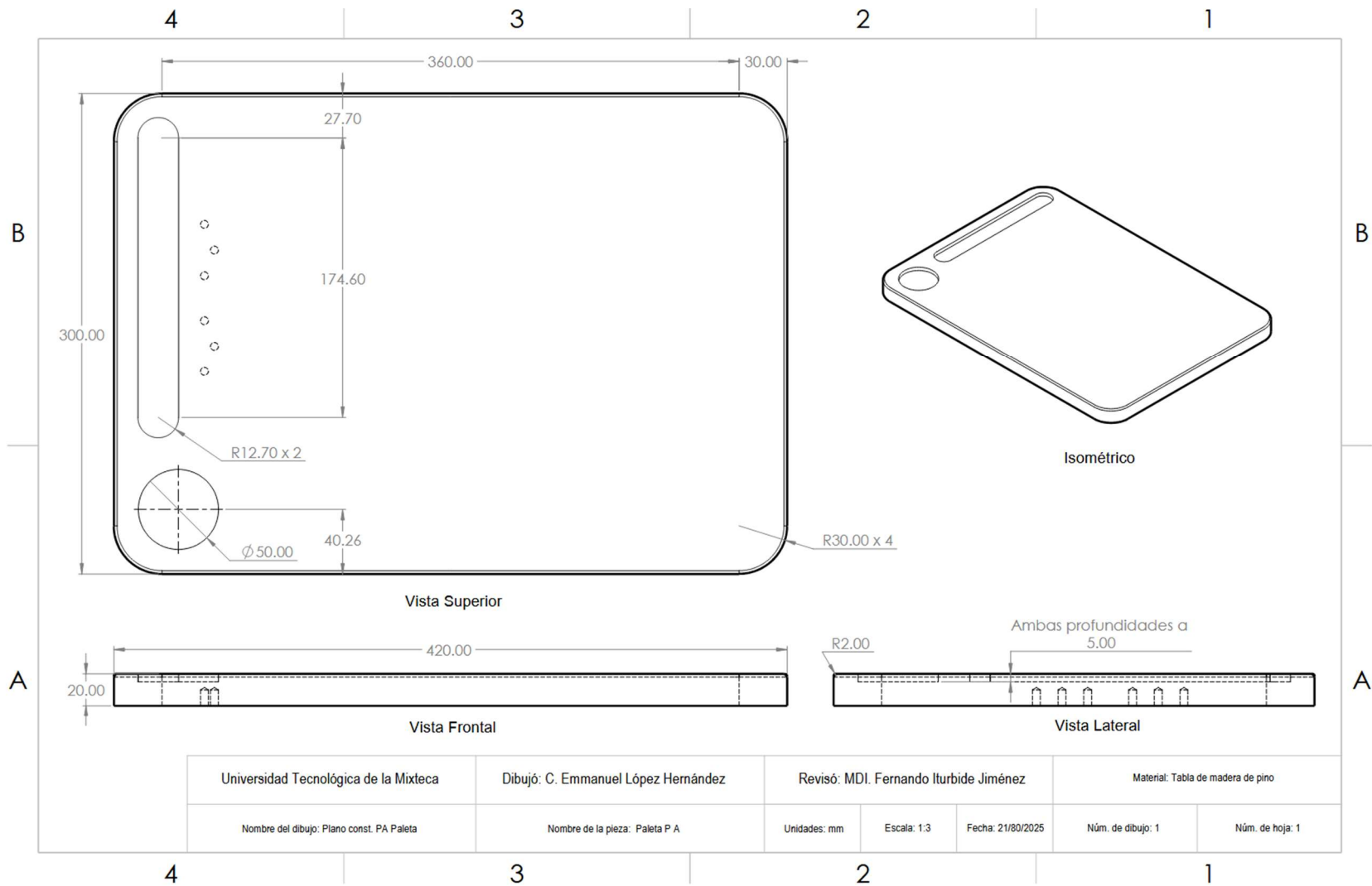
Paleta pupitre "Old School", Hoja 1.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.

FIGURA 98.

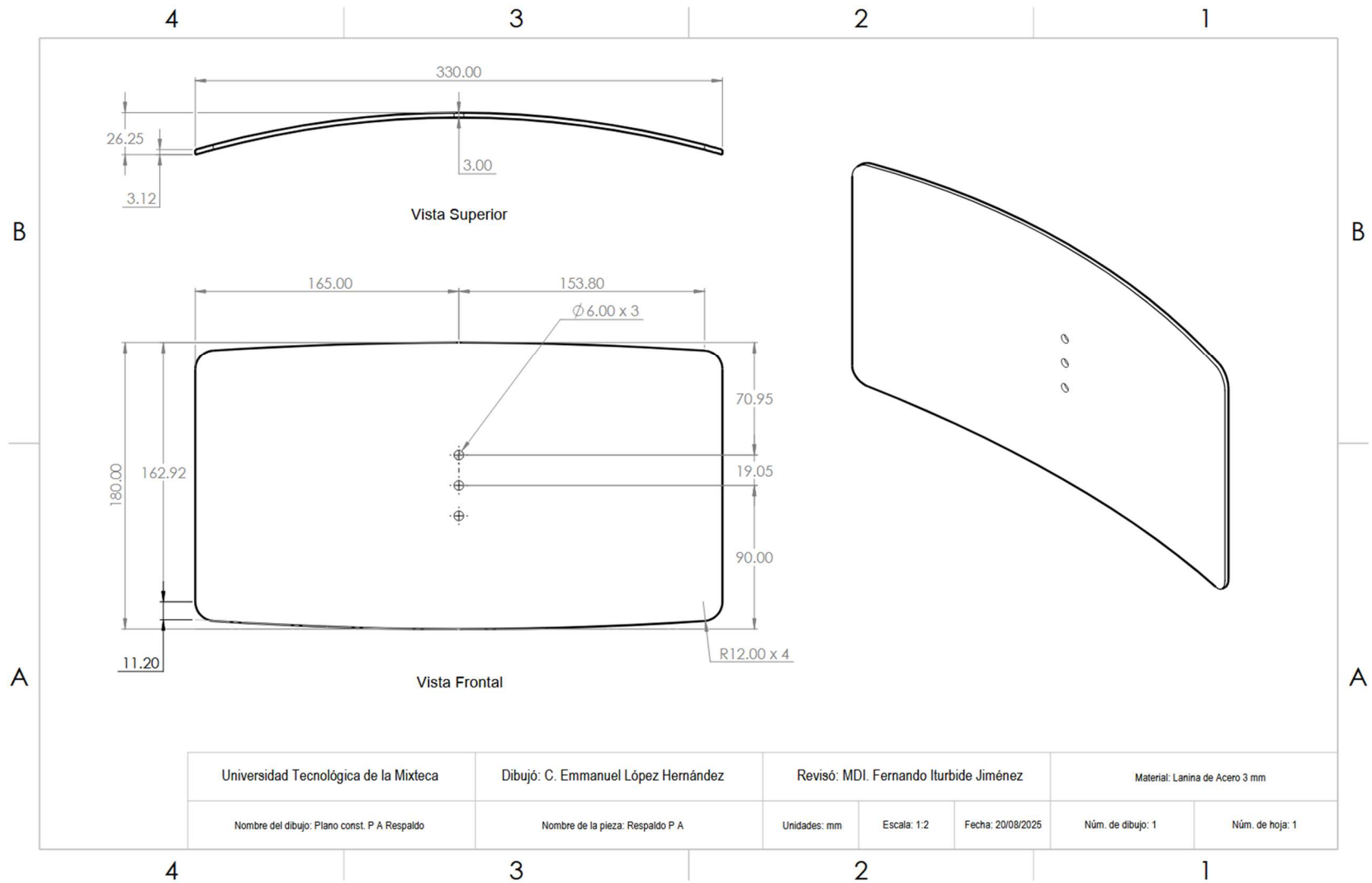
Paleta pupitre "Old School", Hoja 2.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.

FIGURA 99.

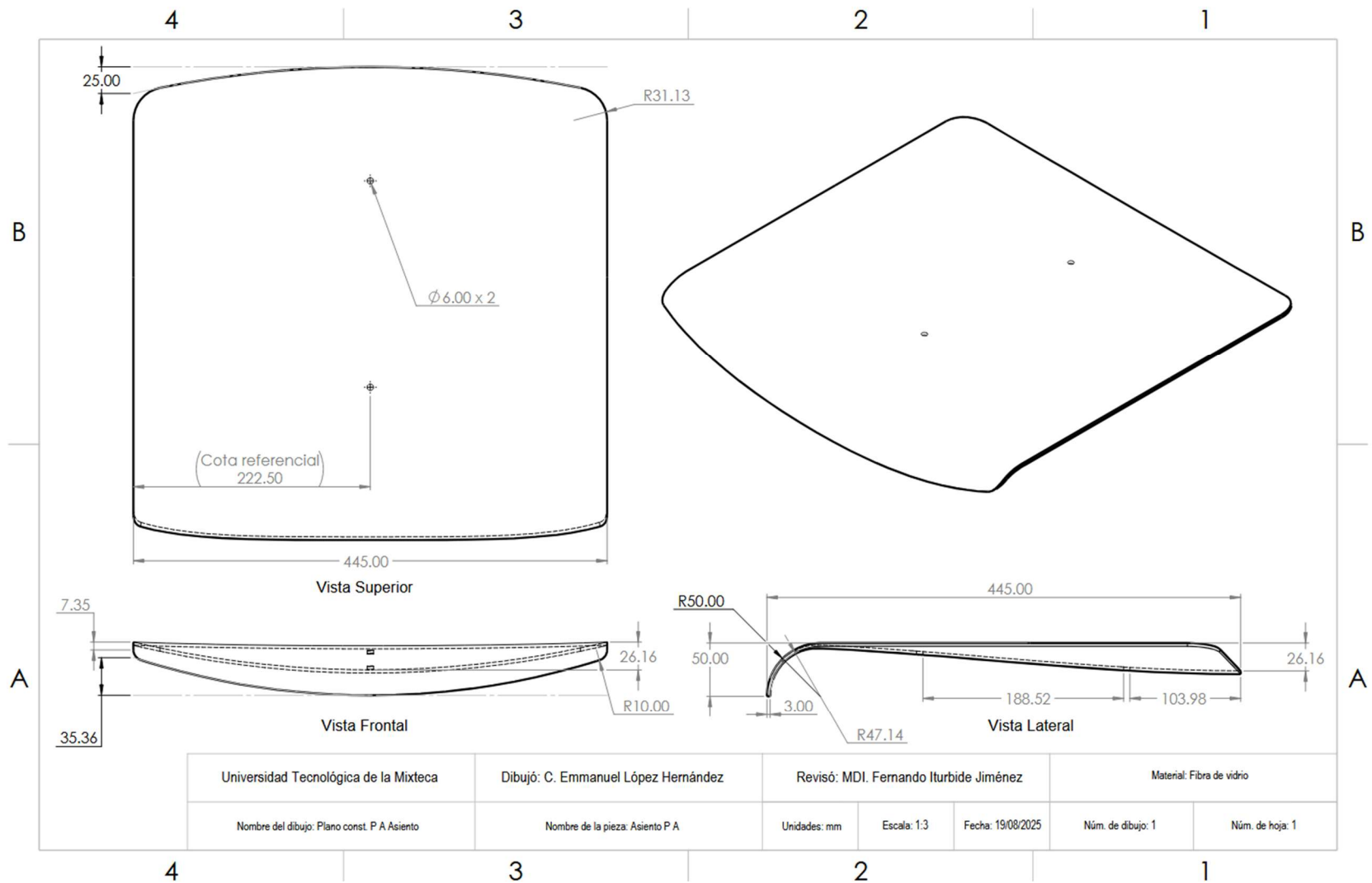
Respaldo pupitre "Old School", Hoja 1.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.

FIGURA 101.

Asiento pupitre "Old School", Hoja 1.



Fuente. Propia, elaborada en SolidWorks.