



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial
y Diseño Industrial

Accesibilidad y educación inclusiva a través del diseño e
impresión 3D de recursos didácticos para el
empoderamiento de personas con discapacidad visual en
Katmandú, Nepal

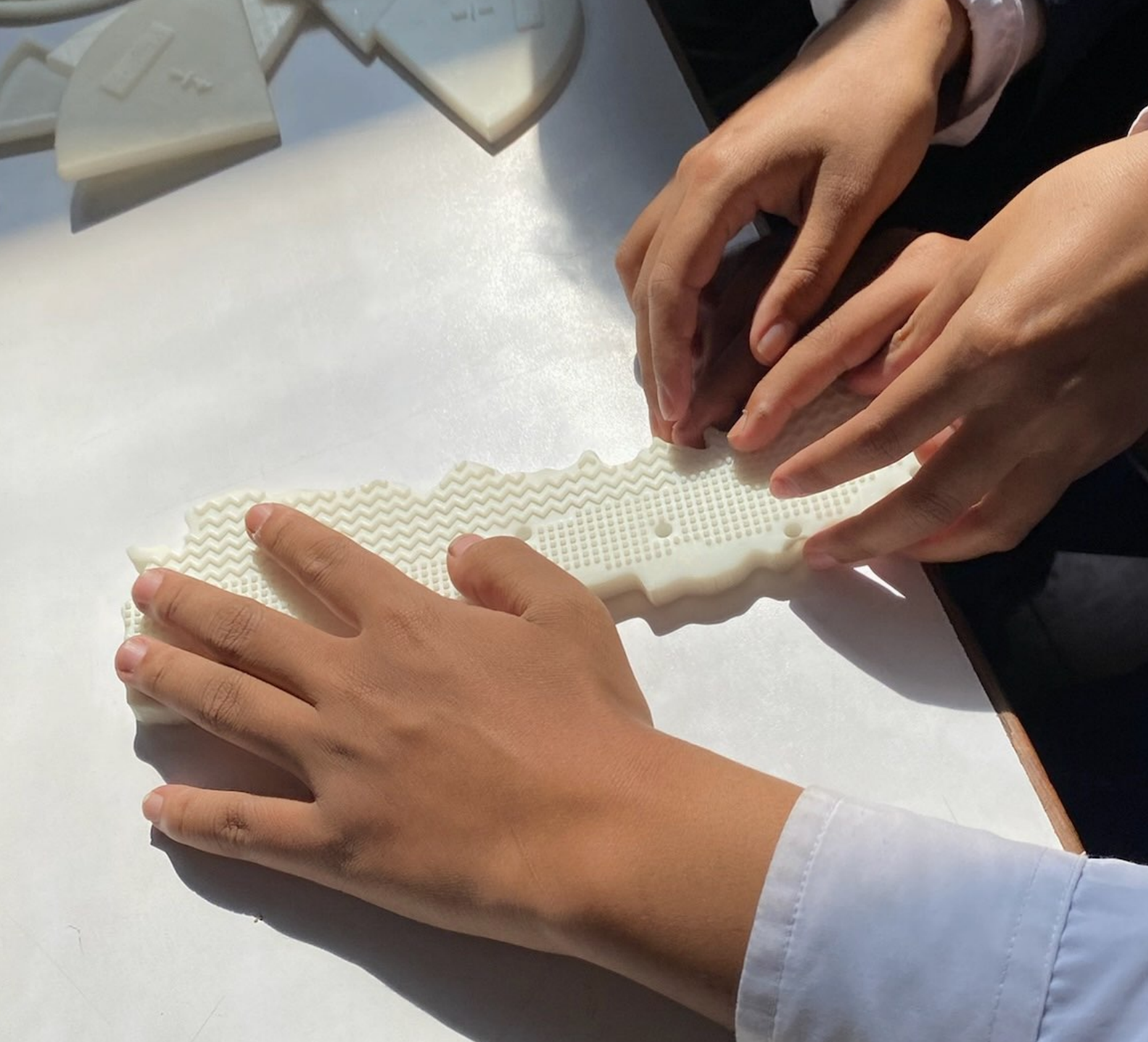
Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

AUTOR/A: Olcina Marcos, Victoria

Tutor/a: Saiz Mauleón, María Begoña

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



Accesibilidad y educación inclusiva a través del diseño e impresión 3D de recursos didácticos para el empoderamiento de personas con discapacidad visual en Katmandú, Nepal

Autora: Victoria Olcina Marcos

Tutora: Begoña Sáiz Mauleón

Curso académico: 2023-2024



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Título

Accesibilidad y educación inclusiva a través del diseño e impresión 3D de recursos didácticos para el empoderamiento de personas con discapacidad visual en Katmandú, Nepal

Resumen

El proyecto desarrollado consiste en el diseño de materiales didácticos para ser impresos en 3D y facilitar la formación de personas con discapacidad visual. El proyecto atiende una petición de la ONG Chain for Change (CFC), contribuyendo con su iniciativa de crear un centro de recursos educativos en Katmandú, Nepal.

El proyecto, que se ha abordado trabajando en Nepal, parte del conocimiento de las condiciones de accesibilidad locales como primera aproximación. Durante el proceso de diseño se ha realizado un profundo análisis previo del contexto y de los usuarios mediante la realización de talleres, entrevistas y visitas a colegios. Se han ideado productos partiendo de una demanda directa de los usuarios, se han impreso y testeado propuestas educativas, hasta llegar a los resultados finales, siempre con el objetivo de reducir la brecha entre los jóvenes con y sin discapacidad. El proyecto presenta planos y pliego de condiciones de una de las propuestas seleccionadas, además de una valoración económica del coste del recurso educativo.

Este trabajo también busca empoderar a las personas con discapacidad visual en su desarrollo personal a través de talleres y otras actividades que faciliten su comunicación con el entorno que les rodea. Se busca sensibilizar y concienciar a los estudiantes videntes de la situación de sus compañeros facilitando herramientas para crear una convivencia más inclusiva y amistosa. El proyecto se apoya en la cooperación mutua entre diferentes organizaciones para conseguir guiar y facilitar a las personas con discapacidad visual en su recorrido académico.

Palabras Clave

Diseño; Cooperación; Impresión 3D; Discapacidad visual; Accesibilidad e Inclusividad; ONG; Chain for Change.

Títol

Accessibilitat i educació inclusiva a través del disseny i impressió 3D de recursos didàctics per a l'apoderament de persones amb discapacitat visual a Katmandú, Nepal

Resum

El projecte desenvolupat consisteix en el disseny de materials didàctics per a ser impresos en 3D i facilitar la formació de persones amb discapacitat visual. El projecte atén una petició de l'ONG Chain for Change (CFC), contribuint amb la seua iniciativa de crear un centre de recursos educatius a Katmandú, Nepal.

El projecte, que s'ha abordat treballant a Nepal, parteix del coneixement de les condicions d'accessibilitat locals com a primera aproximació. Durant el procés de disseny s'ha realitzat una profunda anàlisi prèvia del context i dels usuaris mitjançant la realització de tallers, entrevistes i visites a col·legis. S'han ideat productes partint d'una demanda directa dels usuaris, s'han imprés i testat propostes educatives, fins a arribar als resultats finals, sempre amb l'objectiu de reduir la bretxa entre els joves amb i sense discapacitat. El projecte presenta plànols i plec de condicions d'una de les propostes seleccionades, a més d'una valoració econòmica del cost del recurs educatiu.

Aquest treball també busca apoderar a les persones amb discapacitat visual en el seu desenvolupament personal a través de tallers i altres activitats que faciliten la seua comunicació amb l'entorn que els envolta. Es busca sensibilitzar i conscienciar als estudiants vidents de la situació dels seus companys facilitant eines per a crear una convivència més inclusiva i amistosa. El projecte es recolza en la cooperació mútua entre diferents organitzacions per a aconseguir guiar i facilitar a les persones amb discapacitat visual en el seu recorregut acadèmic.

Paraules Clau

Disseny; Cooperació; Impressió 3D; Discapacitat visual; Accessibilitat i Inclusivitat; ONG; Chain for Change.

Title

Accessibility and inclusive education through the design and 3D printing of learning resources for the empowerment of people with visual impairment in Kathmandu, Nepal.

Abstract

The project focuses on the design educational materials for 3D printing to facilitate the development of visually impaired people. The project responds to a request from the NGO Chain for Change (CFC), contributing to their initiative to create an educational resource center in Kathmandu, Nepal.

The project, which has been undertaken working in Nepal, is based on the knowledge of local accessibility conditions as a first approximation. During the design process, a deep previous analysis of the context and users was carried out through workshops, interviews and visits to schools. Products have been designed based on a direct demand from users, educational proposals have been printed and tested, until reaching the final results, always with the aim of reducing the gap between young people with disabilities and the ones without them. The project presents plans and specifications of one of the selected proposals, as well as an economic assessment of the cost of the educational resource.

This work also seeks to empower visually impaired people in their personal development through workshops and other activities that facilitate their communication with their surrounding. It aims to raise awareness and consciousness among sighted students about the situation of their visually impaired schoolmates by providing tools to create a more inclusive and friendly society. The project relies on mutual cooperation between different organizations to guide and support visually impaired people in their academic journey.

Keywords

Design; Ccooperation; 3D printing; Visual impairment; Accessibility and inclusivity; NGO; Chain for Change.

Agradecimientos

Agradecer esta increíble oportunidad a Chain for Change y en concreto a Abhishek, por depositar en mí plena confianza y enseñarme tantísimos aprendizajes.

Gracias a Begoña Sáiz, por su inmensa dedicación y apoyo a lo largo de todo el proceso. Su guía es esencial para superar cada desafío.

Darle las gracias a Fanny Collado, por apoyarme y ayudarme en todo lo que he necesitado.

Agradecer a Valeria Müller, por ser compañera y amiga en este proyecto.

A mi familia, por dejarme siempre decidir por mí misma y acompañarme en cada etapa.

A mis amigos, por recordarme su apoyo en todo momento.

Índice general

Memoria.....	8
Pliego de Condiciones.....	192
Presupuesto	205
Planos.....	217



Memoria



Índice de la memoria

1	Introducción	19
1.1	Origen y motivación del proyecto	19
1.2	Objetivos	20
1.3	Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	21
1.4	Datos a considerar	23
2	Contextualización.....	25
2.1	Fases previas	25
2.2	Análisis social y geográfico.....	25
2.3	Realidad de las personas invidentes en el país	31
2.4	Educación para invidentes.....	33
2.5	Chain for Change (CFC).....	35
2.6	Hoja de ruta y actores cooperantes implicados	36
3	Aspectos a considerar	38
3.1	Identificación de problemas	38
3.2	Análisis general.....	39
3.3	Estudio de mercado	41
3.4	Síntesis del estudio de mercado	51
3.5	Materiales de impresión 3D.....	52
3.6	Encuestas y entrevistas.....	55
4	Talleres de formación para el conocimiento de la realidad y definición de requerimientos de nuevos productos.....	57
4.1	Establecimiento de objetivos y organización del proyecto.....	57
4.2	Primera aproximación a la realidad. Desarrollo de clases para el diseño de recursos de personas invidentes	59
4.3	Metodologías creativas para el trabajo en equipo.....	60
4.4	Desarrollo clases de modelado	68
4.5	Desarrollo de las clases de taller.....	73
4.6	Segunda aproximación a la realidad. Desarrollo a través de la experimentación	75
4.7	Taller de orientación espacial.....	77

4.8 Taller geométrico táctil: construyendo conceptos matemáticos con creatividad	82
4.9 Taller de maquetas sensoriales del sistema solar	87
4.10 Conclusiones.....	91
5 Diseño de productos y realización de prototipos	95
5.1 Requerimientos	95
5.2 Bocetos e ideas iniciales	96
5.3 Elección de bocetos.....	102
5.4 Propuestas finales.....	108
5.4.1 Propuesta A: Puzle del mapa de Nepal.....	108
5.4.2 Propuesta B: Estupa Swayambhunath.....	112
5.4.3 Propuesta C: Rediseño regleta	117
5.4.4 Propuesta D: Círculo Matemático.....	121
6 La impresión 3D para el desarrollo de productos educativos	126
6.1 Montaje y funcionamiento de la impresora	128
6.2 Tratado y curación de las piezas	130
6.3 Aprendizaje activo	132
6.4 Parámetros de impresión	135
6.5 Resultados finales	138
7 Testeo de los productos	142
8 Conclusiones	151
8.1 Conclusiones técnicas.....	151
8.2 Conclusiones humanas	152
Referencias	154
Anexos	158
Anexo A. Encuesta creada por la clase de cooperación universitaria al desarrollo.....	159
Anexo B. Encuesta creada por la clase de cooperación universitaria al desarrollo	165
Anexo C . Manual inclusivo	169
C.1 Identidad gráfica	169
C.2 Contenido e ilustraciones.....	171
C.3 Presentación del manual.....	179

Índice de tablas

Tabla 1 Comparación Resina y Filamento. Elaboración propia.....	52
Tabla 2. Comparación botes de resinas	55
Tabla 3. Primer cronograma talleres. Elaboración propia	77
Tabla 4. Segundo cronograma talleres. Elaboración propia.....	77
Tabla5. Especificaciones de la impresora https://www.anycubic.es/products/photon-mono-x2	127
Tabla 6. Datos técnicos de las impresiones realizadas. Elaboración propia.	137
Tabla 7. Evaluación del prototipo en base al testeo con los usuarios: Puzle del mapa de Nepal. Elaboración propia	149
Tabla 8. Evaluación del prototipo en base al testeo con los usuarios Estupa Swayambhunath. Elaboración propia	149
Tabla 9. Evaluación del prototipo: Círculo matemático. Elaboración propia	150

Índice de imágenes

Imagen 1. Objetivos de desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2022) www.un.org	22
Imagen 2. Bandera de Nepal. https://www.distancelatlong.com/flags/flags-of-asian-countries/	26
Imagen 3. Rupias nepalí. https://www.ubicaciondepersonas.cdmx./404	26
Imagen 4. Mapa del relieve de Nepal https://www.orangesmile.com/travelguide/nepal/country-maps-relief.htm	27
Imagen 5. Traje típico casta Newari. Elaboración propia.....	29
Imagen 6. Celebración cumpleaños Babu. Elaboración propia	30
Imagen 7. Calle Katmandú en época del Monzón. Elaboración propia.....	31
Imagen 8. Camino con el bastón por las calles de la ciudad. Elaboración propia	32
Imagen 9. Niños LAB School. Elaboración propia	33
Imagen 10. Estudiantes LAB School. Elaboración propia.....	33
Imagen 11. Logo Chain for Change. https://www.chainforchange.org.np	35
Imagen 12. Participantes taller orientación espacial. Elaboración propia	35
Imagen 13. Mapa de los actores implicados. Elaboración propia.....	36
Imagen 14. Logo asociación Expedición Solidaria https://expedicionsolidaria.com	36
Imagen 15. Logo LAB School https://laboratoryschool.edu.np/contact-us/	37
Imagen 16. Logo St. Xavier's College. https://www.sxc.edu.np	37
Imagen 17. Lectura de braille. Elaboración propia	38
Imagen 18. Materiales impresos en 3D de Chain for Change. Elaboración propia	39
Imagen 19. Obstáculos en los carriles para personas con discapacidad visual en Katmandú. Elaboración propia	40
Imagen 20. Tablero de madera en LAB School. Elaboración propia.....	41
Imagen 21. Reglas en LAB School. Elaboración propia	41
Imagen 22. Lámina con columnas egipcias encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	42
Imagen 23. Torre de Belém impreso en material 3D. encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	42
Imagen 24. Mapa ciudad. encontradas en la ONCE. Elaboración propia.	42
Imagen 25. Mapa de Europa. encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	43
Imagen 26. Maqueta célula encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	43
Imagen 27. Teclado para personas ciegas encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	43
Imagen 28. Parchís adaptado para personas invidentes encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	44
Imagen 29. Cajetín bingo encontradas en la ONCE. Elaboración propia.	44

Imagen 30. Tablero para jugar al tres en raya encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	44
Imagen 31. Conjunto de piezas para aprender los números encontradas en la ONCE. Elaboración propia.....	45
Imagen 32. Ábaco encontrado en la ONCE. Elaboración propia.....	45
Imagen 33. Gráfica en relieve encontrada en la ONCE. Elaboración propia.....	45
Imagen 34. Empuñadura ergonómica tallada a mano. (Valenzuela, 2024).....	46
Imagen 35. Toque mágico: kit de aprendizajes para niños invidentes. (Castañeda, 2020)	46
Imagen 36. Módulo de información para personas invidentes. (Hernández, Arredondo, & Olvera Bonilla, 2021).....	46
Imagen 37. The Dot Watch Braille (Kim, 2015).....	47
Imagen 38. Guidecraft Tactile Search and Match. (Target)	47
Imagen 39. Construcción (Alt Studio, 2022).....	47
Imagen 40. Tactile Picture Book for Blind Children (Horvat, 2016)	48
Imagen 41. Esquema menstruación (HappyToyHouse).....	48
Imagen 42. Ciclo lunar (Montesori).....	48
Imagen 43. Cubo de Rubik (Behance).....	49
Imagen 44. Juego de cartas UNO (Mattel)	49
Imagen 45. Papel (Kurita, s.f.)	49
Imagen 46. Tarjeta educativas. Elaboración: (Dezeen).....	50
Imagen 47. Mapa de ciudad (Touch Mapper)	50
Imagen 48. Bola de braille (Pecora).....	50
Imagen 49. Anycubic Resina Lavable Elaboración (AnyCubic, s.f.)	55
Imagen 50. Siraya tech fast – abs-like resin (http6).....	55
Imagen 51. Cronograma clases Supporting Team	58
Imagen 52. Cronograma Computer Team.....	58
Imagen 53. Diapositiva proceso de diseño para las clases en St. Xavier’s School. Elaboración propia.....	59
Imagen 54. Clases con Computer Team empleando 1-2-4 ALL. Elaboración propia	64
Imagen 55. Clases Supporting Team haciendo uso de WINFY. Elaboración propia.	65
Imagen 56. Clases con Supporting Team y Computer Team utilizando 25/10. Elaboración propia.....	66
Imagen 57. Clases con Supporting Team y Computer Team aplicando What, So What, Now What? Elaboración propia.....	67
Imagen 58. Bastón de Abhishek. Elaboración propia.....	68
Imagen 59. Rolling Tip Roto. Elaboración propia	69
Imagen 60. Boceto y medidas Roll-tip. Elaboración propia.....	69
Imagen 61. Clases de modelado. Elaboración propia	70
Imagen 62. Preparación de archivo para imprimir en el programa Chitubox. Elaboración propia.....	72
Imagen 63. . Clases de taller de maquetas. Elaboración propia.....	74

Imagen 64. Fila superior Laboratory School. Elaboración propia	75
Imagen 65. Fila inferior Namuna School. Elaboración propia	75
Imagen 66. Presentación con el director de Laboratory School. Elaboración propia	76
Imagen 67. Plantillas de las máscaras de animales. Elaboración propia.....	78
Imagen 68. Conjunto de imágenes que recogen la preparación el Taller de Orientación Espacial Elaboración propia	80
Imagen 69. Conjunto de imágenes que recogen el Taller de Orientación Espacial. Elaboración propia.....	81
Imagen 70. Adaptación de un juego para personas con discapacidad visual. Elaboración propia.....	82
Imagen 71 Colección de imágenes de la preparación del Taller Geométrico Táctil. Elaboración propia.....	85
Imagen 72. . Conjunto de imágenes del Taller Geométrico Táctil. Elaboración propia	86
Imagen 73. Colección de imágenes de la preparación del Taller del Sistema Solar	89
Imagen 74. Colección de imágenes del Taller del Sistema Solar	90
Imagen 75. Abecedario Braille en inglés. (Baker, 2018) https://www.thescottishsun.co.uk/	107
Imagen 76. Dimensiones de la celda braille (ONCE, 2024)	107
Imagen 77. Disposición espacial y proporcionalidad de los puntos y celdas braille (ONCE, 2024).....	107
Imagen 78. Maps of the World http://www.maps-of-the-world.net/maps-of-asia/maps-of-nepal/	108
Imagen 79. Conjunto de bocetos rápidos de la propuesta A. Elaboración propia	109
Imagen 80. Modelado propuesta A. Elaboración propia.....	111
Imagen 81. Estupa Swayambhunath, Katmandú, Nepal (Hand Luggage Only, 2024)	112
Imagen 82. Vista aérea de Swayambhunath Katmandú, Nepal (Caingram, s.f.)	112
Imagen 83. Estupas dentro del Templo de los monos en Katmandú, Nepal. Elaboración propia.....	113
Imagen 84. Estupa Swayambhunath Katmandú, Nepal (Hand Luggage Only, 2024)	113
Imagen 85. Modelado propuesta B. Elaboración propia	116
Imagen 86. Modelado propuesta B. Elaboración propia	120
Imagen 87. Propuestas de diferentes geometrías para los pines. Elaboración propia	125
Imagen 88. Modelado propuesta D. Elaboración propia.....	125
Imagen 89. Impresora Anycubic Photon Mono X2 https://www.anycubic.es	126
Imagen 90. Montaje de la impresora en St. Xavier's College. Elaboración propia.	128

Imagen 91. Montaje y funcionamiento de la impresora. Elaboración propia	128
Imagen 92. Preparación para despegar el modelo 3D impresor de la impresora. Elaboración propia.....	128
Imagen 93. Limpieza de la placa de la impresora 3D. Elaboración propia	130
Imagen 94. Piezas impresas en resina en post procesamiento. Elaboración propia	131
Imagen 95. Manipulación con los modelos 3D impresor. Elaboración propia.....	132
Imagen 96. Primera impresión realizada. Elaboración propia	133
Imagen 97. Conjunto de fallos en las impresiones. Elaboración propia.....	134
Imagen 98. Estudiantes de St. Xavier’s School lijando prototipos impresos en 3D. Elaboración propia.....	135
Imagen 99. Ajustes usados en la impresión 3D en el programa Chitubox. Elaboración propia.....	136
Imagen 100. Parámetros de impresión con soportes colocados en Chitubox.. Elaboración propia.....	136
Imagen 101. Conjunto de imágenes de la impresión de la propuesta A: Mapa de Nepal. Elaboración propia	139
Imagen 102. Conjunto de imágenes de la propuesta B: Estupa Swayambhunath. Elaboración propia.....	140
Imagen 103. Conjunto de imágenes de la propuesta D: Círculo Matemático. Elaboración propia.....	141
Imagen 104. Testeo de los prototipos. Elaboración propia.....	142
Imagen 105. Testeo del prototipo del puzle del mapa de Nepal. Elaboración propia	142
Imagen 106. Testeo del prototipo del puzle del mapa de Nepal. Elaboración propia	143
Imagen 107. Testeo del prototipo de la estupa Swayambhunath.. Elaboración propia.....	143
Imagen 108. Testeo del prototipo del círculo matemático. Elaboración propia..	144
Imagen 109. Conjunto de imágenes de los estudiantes de LAB School testeando los prototipos impresos en 3D. Elaboración propia.....	145
Imagen 110. Conjunto de imágenes de los estudiantes de LAB School testeando los prototipos impresos en 3D. Elaboración propia.....	146
Imagen 111. Guía de estilo para el manual desarrollado. Elaboración propia.....	170
Imagen 112. Moodboard ilustraciones.....	171

Índice de figuras

Figura 1. Redibujado de (Lipmanowicz & McCandless, Liberating Structures, s.f.) 1-2-4-ALL https://www.liberatingstructures.com/1-1-2-4-all/	61
Figura 2. Redibujado de (Lipmanowicz & McCandless, Liberating Structures, s.f.)What, so What, Now What https://www.liberatingstructures.com/1-1-2-4-all/	63
Figura 3. Boceto de rediseño de la regleta de escritura braille. Elaboración propia	96
Figura 4. Boceto enfocado al aprendizaje de las provincias de Nepal. Elaboración propia	96
Figura 5. Boceto aprendizaje de las partes de la estupa de Swayambhunath. Elaboración propia.....	97
Figura 6. Boceto para aprender a descubrir los monumentos del mundo. Elaboración propia.....	97
Figura 7. Boceto de un juego sobre el aprendizaje de las partes del cerebro. Elaboración propia.....	98
Figura 8. Boceto de un juego sobre el aprendizaje de las partes del ojo. Elaboración propia	98
Figura 9. Boceto explicativo del órgano reproductor masculino. Elaboración propia.....	99
Figura 10. Boceto para aprender las partes del corazón. Elaboración propia.....	99
Figura 11. Boceto explicativo del ciclo de la vida de algunos animales. Elaboración propia.....	100
Figura 12. Boceto para la creación de formas geométrica. Elaboración propia .	100
Figura 13. Boceto para el aprendizaje de las partes del círculo y creación de formas geométricas. Elaboración propia.....	101
Figura 14. Boceto de aprendizaje matemático con fracciones. Elaboración propia	101
Figura 15. Perfil de Harris Figura 3. Elaboración propia	103
Figura 16. Perfil de Harris Figura 4. Elaboración propia	103
Figura 17. Perfil de Harris Figura 5. Elaboración propia.....	103
Figura 18. Perfil de Harris Figura 6. Elaboración propia	103
Figura 19. Perfil de Harris Figura 7. Elaboración propia.....	104
Figura 20. Perfil de Harris Figura 8. Elaboración propia	104
Figura 21. Perfil de Harris Figura 9. Elaboración propia.....	104
Figura 22. Perfil de Harris Figura 10. Elaboración propia.....	104
Figura 23. Perfil de Harris Figura 11. Elaboración propia	105
Figura 24. Perfil de Harris Figura 12. Elaboración propia.....	105
Figura 25. Perfil de Harris Figura 13. Elaboración propia.....	105
Figura 26. Perfil de Harris Figura 14. Elaboración propia.....	105
Figura 27. Propuesta A: Puzle del mapa de Nepal. Elaboración propia	110
Figura 28. Conjunto de bocetos rápidos de la propuesta B. Elaboración propia..	114

Figura 29. Propuesta B: Estupa Swayambhunath. Elaboración propia.....	115
Figura 30. Propuesta rediseño regleta escritura braille. Elaboración propia	117
Figura 31. Propuesta C.1. Elaboración propia.....	118
Figura 32. Propuesta C.2. Elaboración propia.....	119
Figura 33. Parte 1 de la propuesta D. Elaboración propia.	121
Figura 34. Parte 2 de la propuesta D. Elaboración propia.....	122
Figura 35. Parte 3 de la propuesta D. Elaboración propia.....	122
Figura 36. Conjunto de bocetos rápidos de la propuesta D. Elaboración propia	124
Figura 37. Esquema de las partes de la impresora. Elaboración propia	126

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ilustraciones de los estudiantes de St. Xavier's	172
Ilustración 2. Conjunto de ilustraciones. Elaboración propia.....	172
Ilustración 3. Presentación de ilustraciones sin color. Elaboración propia	173
Ilustración 4. Comparación entre ilustraciones. Elaboración propia.....	173
Ilustración 5. Comparación entre ilustraciones. Elaboración propia.....	173
Ilustración 6. Portada del manual. Elaboración propia.....	174
Ilustración 7. Escena primera. Elaboración propia.....	175
Ilustración 8. Escena segunda y tercera. Elaboración propia.....	175
Ilustración 9. Escena cuarta. Elaboración propia.....	176
Ilustración 10. Escena quinta. Elaboración propia.....	176
Ilustración 11. Escena quinta. Elaboración propia	177
Ilustración 12. Escena sexta. Elaboración propia.....	177
Ilustración 13. Escena sexta y séptima. Elaboración propia.....	178
Ilustración 14. Escena octava y novena. Elaboración propia.	178
Ilustración 15. Escena doce. Elaboración propia.....	179

1 Introducción

1.1 Origen y motivación del proyecto

El origen de este proyecto comienza con la preocupación del impacto que tiene el diseño de producto en la sociedad y de cómo en muchas ocasiones, se plantean elementos innecesarios o ya existentes en el mercado y que, por tanto, generan una huella negativa en el planeta. La necesidad de hacer un proyecto cuyo foco fuese el diseño ético y social, fue la motivación para desarrollar un proyecto destinado a resolver los problemas y necesidades reales de los usuarios.

Mi trayectoria a lo largo de la universidad ha acompañado a que me decidiese por dedicar mi tiempo en realizar un Trabajo Fin de Grado tangible que me motivase y retase. Ser miembro y coordinadora de YUDesign en Generación Espontánea UPV, me ha permitido aprender de una manera práctica, dinámica y real, cómo es el proceso de diseño de producto y qué es lo que significa realmente trabajar en equipo. Begoña Saiz es la tutora del equipo y siempre me ha transmitido sus propias vivencias en cooperación y todas las de sus estudiantes que llevaban a cabo proyectos de esta índole. Durante el curso académico 2022-2023, cursé la asignatura de Cooperación Universitaria al Desarrollo, impartida también por Begoña Saiz. Fue la primera toma de contacto que tuve con el mundo de la cooperación internacional y en la que pude aprender tantísimas herramientas que luego podría poner en práctica en diversos proyectos. A lo largo de estos años, Fanny Collado, ha sido la directora de Generación Espontánea, por lo que siempre he mantenido el contacto con ella y he podido conocer las actividades que realiza como presidenta en Expedición Solidaria, una asociación que busca una forma diferente de viajar, de manera respetuosa y lo más cerca posible de la cultura local. Expedición Solidaria apoya a Chain For Change (ONG contraparte y que se introduce en la página 26) en sus proyectos realizando charlas de sensibilización y talleres, entre otros. Ambas mujeres supieron transmitirme la confianza y motivación necesaria para presentarme a las becas Meridies de cooperación internacional ofertadas por el Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) en la UPV. Mi primera opción fue la de colaborar con la ONG de Chain For Change, ya que era la misma organización con la que había trabajado en la asignatura de cooperación y conocía las dinámicas y metodologías que podría aplicar en Katmandú, Nepal. Al estar todo un cuatrimestre formándome en esta asignatura, pude conocer de antemano parte del contexto del país, así como las diferentes necesidades que podían tener los usuarios y las principales problemáticas que les impedían avanzar. Durante el curso, seguí formándome a través del CCD con cursos en Tecnologías para el Desarrollo Humano y en Acción Humanitaria. En ellos pude entender desde otra perspectiva los problemas que existían más allá de nosotros mismos.

Las diferentes charlas y talleres despertaron mayor interés en conocer cómo era la vida en otros países y cómo a través de distintos materiales, formas, tecnologías y metodologías resolvían sus problemas.

La oportunidad de crear un impacto real en la sociedad, aplicando mis conocimientos y habilidades en un contexto totalmente distinto, ha hecho posible la creación del diseño de productos que mejoren la calidad en la educación de personas con discapacidad visual.

1.2 Objetivos

El **objetivo general** del proyecto "Accesibilidad y educación inclusiva a través del diseño e impresión 3D de recursos didácticos para el empoderamiento de personas con discapacidad visual en Katmandú, Nepal" es proporcionar a la sociedad nepalí un conjunto de herramientas que posibilite generar de forma autónoma sus propios recursos garantizando una docencia accesible para aquellas personas con discapacidad visual. Se aspira a generar, a medio y largo plazo, una mejora en su educación para una futura integración laboral, independencia económica y participación activa en la sociedad.

Para el cumplimiento del objetivo general se desglosan los **objetivos concretos**, que hacen referencia a la búsqueda y exploración. Los objetivos concretos del proyecto son:

- **Desarrollar de recursos educativos inclusivos.** Diseñar y desarrollar productos que mejoren la calidad en el aprendizaje de personas con discapacidad visual, acercando distintas herramientas académicas inaccesibles en el país.
- **Traspasar conocimientos.** Comunicar y formar a estudiantes en el proceso y metodologías de diseño y desarrollo de productos, fomentando el liderazgo y la creatividad, promoviendo distintas habilidades con las que puedan desarrollar proyectos de forma independiente.
- **Crear talleres.** Enseñar de forma dinámica y práctica conceptos a niños/as con discapacidad visual.
- **Colaborar entre organizaciones.** Establecer colaboraciones con otras organizaciones, instituciones educativas y profesionales para maximizar el impacto de los proyectos.
- **Gestionar los proyectos.** Supervisar, guiar y gestionar los propios proyectos que desarrollen los estudiantes para personas con discapacidad visual.

Los objetivos concretos del proyecto hacen referencia a la búsqueda y exploración de los diferentes problemas y necesidades de las personas con discapacidad visual en Nepal. Para ello se tiene en cuenta la falta de accesibilidad que tienen las personas del país para conseguir diferentes productos que satisfagan sus necesidades. Para el diseño y desarrollo de productos se usarán

los recursos de la ONG Chain for Change, siendo estos una impresora de resina 3D y diversos materiales que se pueden encontrar localmente.

Para el cumplimiento de los cinco objetivos concretos se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- **Conocer** los productos y materiales educativos a los que la población de Katmandú tienen acceso para las personas con discapacidad visual.
- **Analizar** el impacto económico, social y medioambiental de la utilización de la impresora respecto a otros recursos disponibles, como materiales locales, madera, metal etc.
- **Inspira y estimular a** los estudiantes a través de clases y talleres para potenciar su creatividad y ganas de participación en el proyecto.
- **Sensibilizar** a la población de la situación de las personas con discapacidad visual y de la necesidad de prestar especial atención a la forma de interactuar con ellos para normalizar las relaciones sociales.
- **Impulsar e incentivar** la participación de personas con discapacidad visual en diferentes actividades educativas y sociales para aumentar su confianza y autonomía.
- **Identificar** las principales carencias de las personas ciegas y buscar con ellas las soluciones más eficientes.
- **Realizar productos que** ayuden, mejoren o solucionen dichas carencias.
- **Gestión activa** de los recursos materiales y de personas en lo referente a este proyecto. Organizando, la logística de creación de productos de la ONG; a los alumnos en sus propios proyectos y de los materiales que se precisen para la realización de las propuestas.
- **Diseño de un plan de estudios** para el desarrollo de las clases con los alumnos, adaptando su conocimiento y nivel de estudios con las necesidades.

Con todo ello se obtiene, por un lado, la dotación de independencia total a un grupo de personas que se dediquen a la resolución de problemas de personas con discapacidad visual en las aulas. Además, se les hace partícipes en la toma de decisiones de todo el proceso del proyecto. Y, por otro lado, se ponen los medios para impulsar una mayor calidad en la educación de las personas invidentes en su recorrido académico.

1.3 Objetivos de Desarrollo Sostenible

El proyecto se enmarca dentro de la cooperación internacional y por tanto también debe estar alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Los ODS son los 17 objetivos universales establecidos por la ONU que cuentan con 169 metas específicas que deben cumplirse para la Agenda 2030.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establece claramente que la discapacidad no puede ser un motivo ni criterio para privar a las personas del acceso a programas de desarrollo y el ejercicio de los derechos humanos. El marco de los ODS contiene siete metas referidas explícitamente a las personas con discapacidad y otras seis que se focalizan en las personas en situaciones vulnerables, entre ellas las personas con discapacidad (Banco Mundial, 2023).



Imagen 1. Objetivos de desarrollo sostenible. (Naciones Unidas, 2022) www.un.org

Este proyecto se puede relacionar principalmente con tres de los 17.

- **ODS 4 Educación de calidad:** Enseñando el proceso de diseño a los estudiantes con el fin de formarles para que puedan realizar los proyectos de forma independiente. Dándoles las herramientas necesarias para que puedan seguir avanzando y mejorando en sus actividades.

“4.1 Construir y adecuar instalaciones educativas que tengan en cuenta las necesidades de los niños y las personas con discapacidad y las diferencias de género, y que ofrezcan entornos de aprendizaje seguros, no violentos, inclusivos y eficaces para todos” (Naciones Unidas, s.f.).
- **ODS 10 Reducción de desigualdades:** Equiparando la educación para niños/as invidentes con la educación para aquellos videntes a través de productos que les ayuden a adquirir aquellos aprendizajes que no pueden adoptar por la falta de materiales adaptados.

“10.3 Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto” (Naciones Unidas, s.f.).

- **ODS 17 Alianzas para lograr objetivos:** Este proyecto y la multitud de agentes implicados en su desarrollo es muestra de la importancia de las alianzas para lograr los objetivos. Es un pequeño ejemplo, que evidentemente se debe extrapolar a agentes más relevantes, pero sirve para evidenciar la relevancia de este objetivo.

“17.16 Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo” (Naciones Unidas, s.f.).

1.4 Datos a considerar

“Las personas con discapacidad incluyen a aquellas que tienen discapacidades físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, pueden obstaculizar su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con los demás” (Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, 2006).

“El 15 % de la población mundial, es decir, 1000 millones de personas, sufren algún tipo de discapacidad. Las personas con discapacidad tienen, en promedio como grupo, más probabilidades de experimentar resultados socioeconómicos adversos que las personas sin discapacidad” (Banco Mundial, 2023).

“Destacando el hecho de que la mayoría de las personas con discapacidad viven en condiciones de pobreza y, en este sentido, reconociendo la necesidad crítica de abordar el impacto negativo de la pobreza en las personas con discapacidad ” (Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, 2006).

Entre los obstáculos a la plena inclusión social y económica de las personas con discapacidad se encuentran los entornos físicos y el transporte inaccesibles, la falta de disponibilidad de dispositivos y tecnologías de apoyo, los medios de comunicación no adaptados, las deficiencias en la prestación de servicios, y los prejuicios y estigmas discriminatorios en la sociedad (Banco Mundial, 2023).

“El noventa por ciento de los niños con discapacidad en los países en desarrollo no asisten a la escuela, según indica la UNESCO ” (Naciones Unidas, 2022).

“En el mundo hay al menos 2200 millones de personas con deterioro de la visión cercana o distante. En al menos 1000 millones de esos casos, es decir, casi la

mitad, la discapacidad visual podría haberse evitado o todavía no se ha aplicado un tratamiento " (Organización Mundial de la Salud, 2022).

(ONCE, s.f.). destaca que:

La discapacidad visual es la consideración a partir de la disminución total o parcial de la vista. Se mide a través de diversos parámetros, como la capacidad lectora de cerca y de lejos, el campo visual o la agudeza visual. En este sentido, cuando se habla en general de ceguera o deficiencia visual se está haciendo referencia a condiciones caracterizadas por una limitación total o muy seria de la función visual en uno o varios de esos parámetros medidos. Es decir, se trata de personas que, o bien no ven absolutamente nada, o bien, en el mejor de los casos, incluso llevando gafas o utilizando otras ayudas ópticas, ven mucho menos de lo normal y realizando un gran esfuerzo de enfoque. Esta pérdida grave de funcionalidad de la visión se va a manifestar, por un lado, en limitaciones muy severas de la persona para llevar a cabo de forma autónoma sus desplazamientos, las actividades de vida diaria, o el acceso a la información. Por otro, en restricciones para el acceso y la participación de la persona en sus diferentes entornos vitales: educación, trabajo, ocio, etc., y que adoptan la forma, no sólo de barreras físicas y arquitectónicas, sino también sociales y actitudinales.

(ONCE, s.f.) añade que:

El 80% de la información necesaria para nuestra vida cotidiana implica el órgano de la visión, los ojos. Esto supone que la mayoría de las habilidades que poseemos, de los conocimientos que adquirimos y de las actividades que desarrollamos las aprendemos o ejecutamos basándonos en información visual

2 Contextualización

2.1 Fases previas

La primera toma de contacto con la cooperación al desarrollo fue con la asignatura de Cooperación Universitario al Desarrollo. En esta misma ya se trabajó con la ONG y por tanto con las dinámicas y metodologías que tenía CFC para trabajar. Al estar todo un cuatrimestre en esta asignatura, pude conocer de antemano parte del contexto del país de Nepal, así como las diferentes necesidades que podían tener los usuarios y las principales problemáticas que les impedían avanzar. Durante el curso, seguí formándome a través del Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) con cursos en Tecnologías para el Desarrollo Humano y Acción Humanitaria, en ellos, pude entender desde otra perspectiva, los problemas que existían más allá de nosotros mismos. Las diferentes charlas y talleres despertaron mayor interés en conocer cómo era la vida en otros países y cómo a través de distintos materiales, formas y metodologías resolvían sus problemas. Después de estos meses, decidí aplicar para las becas de cooperación internacionales que oferta el CCD de la UPV. Finalmente, me concedieron la beca para colaborar con CFC durante cuatro meses en Katmandú, Nepal.

El plan de trabajo a seguir incluye los puntos que se definieron al comienzo del proyecto y durante la realización y estancia de este. Incluye:

- La descripción de las actividades a realizar.
- La misión, los objetivos y finalidad de la beca.
- Los resultados y el impacto que tendrá la colaboración.
- El cronograma con las diferentes actividades, incluyendo fases como las de contextualización, análisis, de proyecto y evaluación final.

2.2 Análisis social y geográfico

Nepal, cuyo nombre oficial es República Federal Democrática de Nepal, es un país perteneciente al continente asiático. Su terreno es de aproximadamente 147.181 y está situado en la cordillera del Himalaya, además colinda a su vez con India y China. El territorio nepalí, a pesar de no tener salida al mar, posee diversos tipos de relieves, montañosos, llanuras y selváticos. En el valle de Katmandú se sitúa la capital del país, utilizando el mismo nombre. Katmandú es la ciudad más grande y poblada de Nepal, con 1.442 millones de habitantes y una densidad de población de 202 habitantes por El país está dividido en 14 zonas, que a su vez contienen 75 distritos. En ellas conviven más de 142 castas y más de 6 religiones. El idioma nacional es el nepalí, aunque la mayoría de las personas dominan el inglés y la lengua de la casta a la que pertenecen, hay alrededor de 124 dialectos.

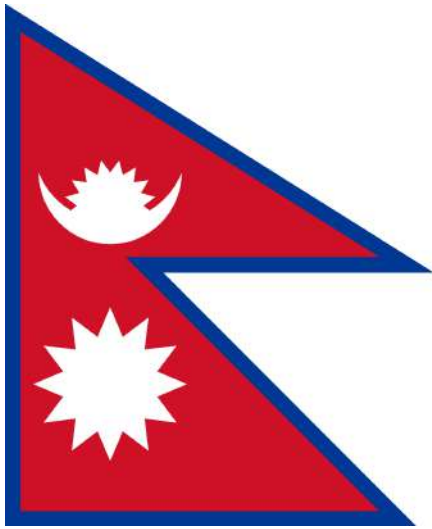


Imagen 2. Bandera de Nepal
<https://www.distancelatlong.com/flags/flags-of-asian-countries/>

La bandera del país es la única en el mundo que no posee una forma rectangular. Sus dos triángulos hacen referencia al paisaje montañoso de la nación. Las estrellas y colores de esta poseen su propio significado. Por un lado, el rojo es un color muy importante para el país, ya que es color nacional y significa pureza. Por otro, el azul representa armonía, y el blanco de sus símbolos, la paz. Estos símbolos son luna creciente y un sol, para representar la calma y pureza de la nación Nepali. El sol, representa valentía y junto con la luna, la intención fue plasmar el frío de sus montañas y el calor de los terrenos más llanos.

Nepal forma parte del listado de los países más pobres y subdesarrollados del mundo, la mitad de su población viven en condiciones de vida deficientes, la pobreza, precariedad son alguna de las características del país. La moneda actual es la rupia nepali (NPR).



Imagen 3. Rupias nepali
<https://www.ubicaciondepersonas.cdmx./404>

El IDH es un importante indicador del desarrollo humano que elabora cada año Naciones Unidas. Se trata de un indicador que, a diferencia de los que se utilizaban anteriormente que medían el desarrollo económico de un país, analiza la salud, la educación y los ingresos (Expansión, s.f.).

El país se encontraba en la posición 143 en el Índice de desarrollo humano (IDH) en el año 2021 y en la posición 146 en el año 2022 según (Eustat, 2024).

Nepal es un país conocido por el Everest, siendo esta la montaña más alta del mundo, con una altura de 8848.86 metros. Además, entre las cordilleras del país se encuentran ocho de las catorce más altas del mundo.

El clima en Nepal es distinto según la zona del país, debido a las diferentes altitudes. En las llanuras del sur, el clima es subtropical con una fuerte temporada

de lluvias. Mientras que en las montañas bajas el clima es templado y en las altas montañas del Himalaya es glacial. Durante los meses de junio-septiembre, tiene lugar el monzón estival, un período de lluvias abundantes. De hecho, los nepalís diferencian cinco estaciones, Primavera, Verano, Monzón, Otoño e Invierno.

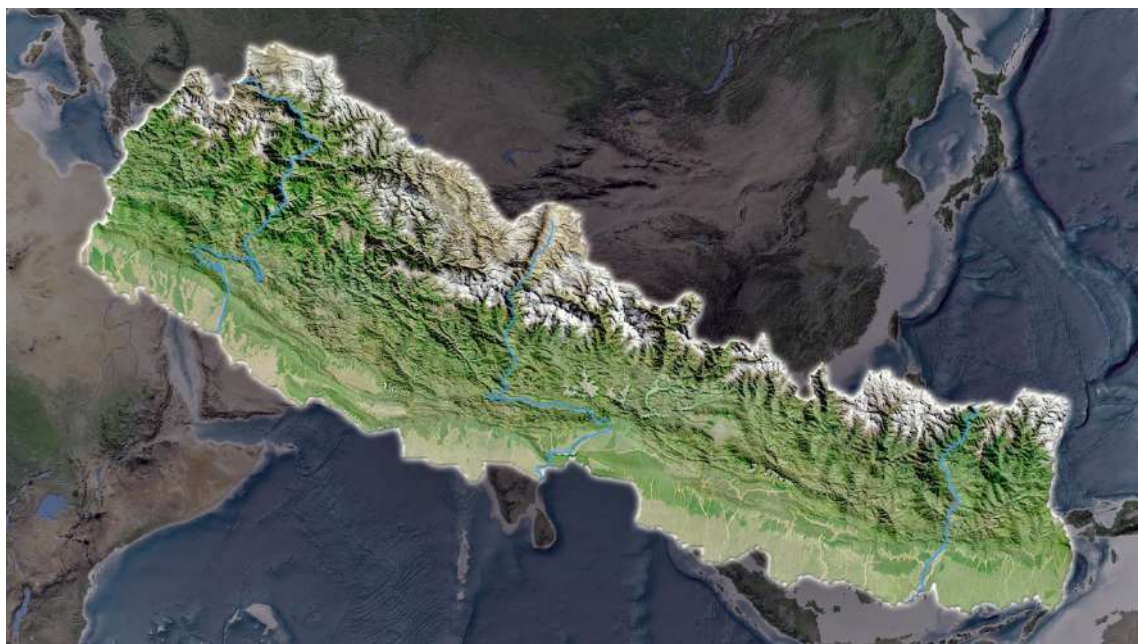


Imagen 4. Mapa del relieve de Nepal

<https://www.orangesmile.com/travelguide/nepal/country-maps-relief.htm>

En cuanto al panorama político, la historia de Nepal está marcada por la Dinastía Shah, que gobernó en Nepal durante más de dos siglos a lo largo del tiempo. La dinastía comenzó con Prithvi Narayan Shah, quién unificó todos los reinos y estados del territorio, dando paso a una política que convertiría Nepal en un país más independiente, grande y poderoso. Durante estos años, los británicos colonizaron gran parte de la India, llevando sus políticas, empresas y sistemas económicos. La expansión del terreno por parte de los británicos en India y el crecimiento de Nepal, avanzaban hacia la misma dirección. Esto dio lugar la Guerra anglo-nepalesa (1814-1816), años en los que los nepalís defendieron sus tierras con sus armas tradicionales, utilizando todas las herramientas y conocimientos que tenían sobre sus bosques, tierras y montañas. La conquista del país era complicada, ya que la parte norte del país está protegida por las cordilleras de los Himalayas, y la actual parte este, sur y oeste, está rodeada de los grandes bosques. A pesar de que las tropas británicas superasen en mayor número a los nepaleses, estos últimos no se dieron por vencidos. Se llegó a un acuerdo con el Tratado de Sugauli (1816), en el que, a pesar de que Nepal consiguió mantenerse como nación soberana, perdió 1/3 de su territorio, entre ellos zonas estratégicamente importantes.

A partir de este momento, el pueblo nepalí comenzó a perder confianza en sus dirigentes. La dinastía musulmana de los Shah acabó en 1846 con un golpe de estado liderado por el Primer Ministro Ranga Nath Paudel. Con este cambio

político, daría comienzo la dinastía Rana que duraría 104 años. En este período la figura del rey pasó a tener un valor simbólico y sin ningún poder. El régimen de Rana es conocido por ser una autocracia centralizada, aislando a Nepal de toda influencia exterior e impidiendo el desarrollo económico, educativo, social y sanitario del país.

En 1951, el rey Tribhuvan de Nepal regresó al país después de un exilio de 10 años en la India. Lideró el movimiento para terminar con la dinastía Rana y devolverla a la dinastía Shah. Este importante hito eliminó el régimen de Rana y estableció la monarquía constitucional. El rey Tribhuvan y su hijo, el príncipe Mahendra, basaron su mandato en una nueva constitución, otorgando poderes limitados al monarca y eliminando la democracia y partidos políticos, aboliendo además muchos de los derechos humanos. A pesar de perdurar en los años este sistema, poco a poco surgieron partidos y movimientos que buscaban un sistema democrático multipartidista y debido a las presiones, el sucesor al trono, el rey Birendra, finalmente cedió y realizó un referéndum en 1980, en el que ganó la opción más favorable a su reinado. En 1990 comenzaron los movimientos en busca del multipartidismo, la democracia, la libertad de prensa, los derechos humanos y la igualdad ante la ley. Durante la época de los noventa, los movimientos socialistas y comunistas aumentaron, debido a que la cantidad de gente pobre también lo hacía y encontraban en estas vías, un respaldo en sus vidas.

La Casa Real de Nepal llegó a su fin después de un trágico incidente. Mientras casi todos los miembros de la familia descansaban en palacio, fueron asesinados en un tiroteo en 2001. El único superviviente fue el rey Gyanendra, quien asumió el trono y abolió la democracia. Gobernó por decreto durante varios años hasta que, en 2006, la multitud de manifestaciones y disturbios le obligaron a reinstaurar la democracia. Dos años más tarde, la monarquía finalizó por completo y Nepal se convirtió en una república federal, declarándose un estado secular y con una nueva Constitución que recoge los 142 grupos de castas que conviven en el país. Hoy en día, el gobierno está mezclado en partidos comunistas y capitalistas, lo que hace difícil establecer un proyecto de país que fomente el desarrollo eficaz del mismo.

La transición a la democracia de este país, y en si la historia de su sistema político, se ha visto marcada por la Dinastía Shah. Los nepalís la reconocen como un símbolo de unidad nacional y continuación del legado de la cultura nepalesa. Además, jugó un papel muy importante durante la transformación política del país, pues el interés personal de la Casa Real de Nepal por mantener el poder y la influencia en la política, se basaba en el fin de crear instituciones sólidas para el beneficio del país. Pues existía una gran desconfianza hacia los partidos políticos y a su capacidad de gobernar adecuadamente las distintas cuestiones políticas y sociales, incluidas las tensiones étnicas y regionales.

Actualmente, este problema sigue latente. La transición a la democracia ha sido complicada para el país, la diversidad de etnias, culturas y regiones, afectan directamente en la resolución de problemas sociales y económicos que han llevado al país a la inestabilidad y a la violencia. Muchas cosas cambiaron con la desaparición de la monarquía, muchos habitantes pensaban que parte de sus problemas se resolverían con la instauración de la república. Sin embargo, muchos de ellos se han agravado. Los nuevos cargos de la república, las subidas de tasas e impuestos, la falta de abastecimiento e higiene y la mala gestión de los recursos ha empeorado la calidad de vida de los residentes. La inestabilidad política, corrupción y mala organización del país, han hecho que, con el paso de los años, Nepal fuese perdiendo su autonomía y dependencia. Países como India, China o Estados Unidos, han interferido en la economía nepalí, incidiendo directamente en ella y haciendo que cada vez más, dependan de otros países para abastecerse con alimentos y otros recursos que podrían crecer y producir perfectamente en sus tierras.



Imagen 5. Traje típico casta Newari. Elaboración propia

Por otro lado, el sistema de castas es un sistema jerárquico en el que se definen, agrupan y ordenan los grupos de personas según si su clase social es de las más bajas o de las más altas. Las castas significan mucho en el país, forma parte de los antepasados de cada familia, cada una de ellas posee su propia cultura, tradiciones, religión e idioma.

La discriminación intercasta sigue latente en muchos puntos del lugar.

Existen zonas en las que no pueden haber relaciones matrimoniales entre castas, incluso en los lugares menos desarrollados, tampoco está permitido tocar las pertenencias o compartir habitaciones si son de distintas castas. Desde que se firmó la Constitución, el país busca ser más liberal, respetuoso e igualitario entre todas las castas.

La espiritualidad forma parte del día a día de los nepalíes, viven su religión de una manera muy profunda y constante. Se preocupan por el cuidado y mantenimiento de su cultura y tratan de enseñar y dar a conocer la forma que tienen de entender la vida. La cultura, religiones y tradiciones propias del país, perpetúan una sociedad con claras desigualdades entre hombres y mujeres.



Imagen 6. Celebración cumpleaños Babu. Elaboración propia

Aunque depende de la casta y zona del país, un sexo puede verse más perjudicado que el otro. El papel de la mujer en la mayoría de los casos se reduce a los cuidados domésticos, a pesar de que en lugares como Katmandú sí que pueden tener acceso a estudios superiores, no hay ningún tipo de facilidad para la conciliación de su vida profesional con los cuidados que obligatoriamente tiene que realizar ellas en casa. La familia es un concepto muy importante para ellos, dependiendo de la casta y etnia a la que pertenezca la familia, tendrán unas costumbres u otras. Es muy habitual que todos los miembros de una familia permanezcan en la misma casa familiar. En la mayoría de las castas, son las mujeres las que se van a vivir a la casa de la familia del marido. En el caso de no contraer matrimonio, lo usual es permanecer en la propia casa familiar con el resto de los integrantes de sangre y políticos.

La menstruación sigue siendo un tema de gran importancia para ellos, afectando en mayor o menor medida al día a día de las mujeres. En lugares más desarrollados, como la capital, las mujeres no pueden acudir a los templos ni tocar las estupas durante los días que tengan el período. De la misma manera si durante ese mes realizan un ritual, tampoco pueden salir de sus cuartos o casas durante las horas del día en las que se realicen los rezos. En otros lugares, menos poblados del país, la regla reduce todavía más la autonomía de las mujeres, ya que durante los días de sangrado no pueden permanecer en la casa familiar, teniendo que irse a otros habitáculos en el campo hasta que esos días pasen. El motivo principal en el que basan estos compartimientos es porque la menstruación es la expulsión de sangre del cuerpo, lo que para ellos se traduce en que el cuerpo está expulsando cosas impuras durante esos días, por lo que la mujer también es impura durante este proceso. Para ellos es muy importantes

estar limpios por dentro y por fuera a la hora de realizar oraciones o de visitar templos o estupas. Cuentan los nepalís que el origen de estas costumbres comienza muchos años atrás, cuando apenas había casas construidas y la mayor parte de la población vivía en los campos rodeados de vegetación y fauna. En esos tiempos, las mujeres debían permanecer en casa durante los días de la menstruación ya que el exceso de sangre atraía a los animales hambrientos y avivaba las ganas de caza de estos, siendo peligroso por lo tanto para las mujeres permanecer a las afueras.

2.3 Realidad de las personas invidentes en el país

La discapacidad relacionada con la visión es la condición donde no hay conocimiento sobre la figura, forma y color de un objetivo en un individuo debido a un problema con la visión. Esto es de dos tipos, es decir, ciego completo y baja visión. Según el censo de 2011, alrededor del 0,36% de la población cae bajo la categoría de personas con discapacidad visual. En Nepal, falta una adecuada investigación y los datos segregados de las personas con discapacidad están ausente (Government, 2006)

“Según el Censo de 2011, el 1,94 % de la población total de Nepal tiene algún tipo de discapacidad. Concretamente, en el distrito de Katmandú, el número de personas con discapacidad de 0,98%” (Federación Nacional de Discapacitados - Nepal, 2015)



Imagen 7. Calle Katmandú en época del Monzón. Elaboración propia

La realidad en el día a día de las personas invidentes en Nepal es completamente diferente a la realidad que tenemos concebida en España. En este último, la mayoría de las personas ciegas gozan de autonomía e independencia, puede llevar una vida propia sin necesidad de ayuda o autocuidados específicos. Actividades como las de dar un paseo, coger el transporte público o ir al supermercado, son cosas cotidianas en el día de una persona ciega en España. Sin embargo, en Nepal, el panorama es completamente distinto. La ciudad de Katmandú puede parecer un lugar más desarrollado y con muchas facilidades, pero, a pesar de ello, la calidad de la

ciudad es muy baja. De forma similar al resto de otros países pocos desarrollados, los coches, autobuses, motos y bicis comparten un mismo camino, casi sin control ni normativa. Se trata de un caos organizado, muy común para los habitantes del lugar, pero que imposibilita totalmente la independencia de los invidentes. Las personas con discapacidad visual no pueden caminar tranquilamente por la ciudad, de hecho, casi ningún ciudadano puede hacerlo debido a la cantidad de tráfico. Por supuesto, esto imposibilita la idea de que cualquier persona ciega pueda realizar tareas como las de ir a comprar, coger transporte de una manera autónoma e independiente, dar un paseo o ir a tomar un café. Estas personas necesitan una ayuda constante para moverse por la ciudad. La falta de pasos de cebra, semáforos o jerarquía entre peatones y coches en las carreteras, hace todavía más difícil acompañar a un ciego en su día a día. Cambiar de la acera o cruzar la carretera resulta una tarea peligrosa y complicada para todos, pero más aún cuando guías a una persona que no puede ver.

En cuanto a las tareas domésticas, los hombres ciegos no hacen ninguna de ellos debido a la cultura que poseen, sin embargo, algunas mujeres ciegas sí que pueden llevar a cabo alguna de estas actividades. Las mujeres son las que cuidan del hogar, por lo que a la hora de encontrar pareja también resulta más complicado, ya que ella no podría ocuparse de la totalidad de las necesidades.

Por la estructura social y la forma de vida en Katmandú, los invidentes no pueden ser autosuficientes, y tampoco lo podrán ser en un medio o largo plazo. La calidad de vida es muy baja en la ciudad, por lo que resulta ser un ambiente hostil, complejo y peligroso en el que desenvolverse. La gran parte de actividades diarias o aprendizajes que son completamente normales en un país desarrollado, en Nepal todavía son todo un gran reto para las personas con ceguera.



Imagen 8. Camino con el bastón por las calles de la ciudad. Elaboración propia

2.4 Educación para invidentes

La parte educativa y académica es una de las cuestiones más problemáticas en la enseñanza de estudiantes ciegos. Muchos no van a clase y otros comienzan a tomar lecciones a una edad muy avanzada, por lo que su aprendizaje es más

lento. La educación es integrada, por lo que los estudiantes con y sin discapacidad visual comparten aulas.

. En Nepal, solo hay escuelas integradas, no hay ninguna específica para gente ciega. Se trata de un tema controvertido ya que, por un lado, en las escuelas específicas reciben mayor atención y cuidados, pudiendo conseguir una formación educativa o académica más completa. Sin embargo, el motivo principal por el que eligen la opción de tener escuelas integradas es por la interacción social con el resto de sus compañeros.

El mundo no está hecho para ciegos y hay muchas situaciones, lugares y problemas que no contemplan a la gente que tiene discapacidad. De la misma manera que hay mucha gente que no piensa en ellas directamente. La falta de sensibilización en el país afecta directamente al olvido de las situaciones vitales del resto de personas. En el colegio, ambas partes aprenden algo, aprenden a interactuar entre ellas, a gestionar determinadas situaciones y a normalizar dicha circunstancia. Aún así, la educación integrada también tiene varios problemas, ya que las escuelas no poseen los recursos humanos ni materiales para poder atender como necesitan a la gente con discapacidad. Y es aquí donde se pone en valor la propuesta de colaboración que nos han pedido y el trabajo que hemos empezado a realizar conjuntamente.



Imagen 9. Niños LAB School.
Elaboración propia

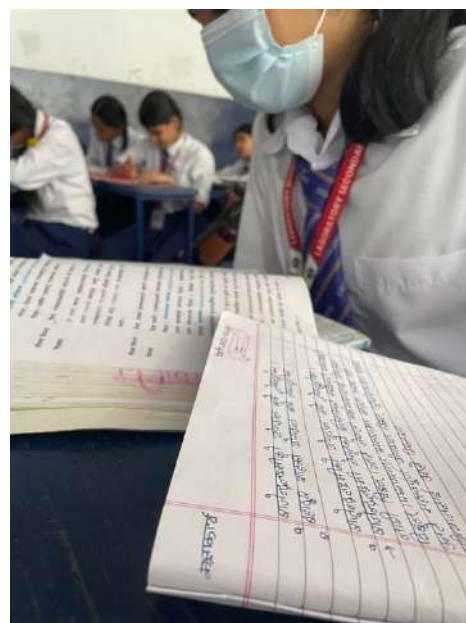


Imagen 10. Estudiantes LAB School.
Elaboración propia

Un sistema educativo discriminatorio, sin métodos adecuados de enseñanza y aprendizaje inclusivos y con materiales de estudio accesibles pero limitados, ha privado a unos 1.700 alumnos con discapacidad visual que estudian en 80 escuelas diferentes de Nepal (Ghimire, 2020).

Carecen de libros de texto en braille e incluso de otros recursos accesibles. La producción de libros y materiales en braille es limitada con la tecnología convencional. Los contenidos visuales, como gráficos, imágenes y cuadros, les resultan imposibles de entender por falta de objetos textiles o tridimensionales y otros métodos accesibles (Ojha, 2019).

Los invidentes pueden entender y procesar exactamente igual que una persona vidente, incluso los profesores destacan la gran atención, escucha y concentración durante las lecciones. Uno de los obstáculos en la educación nepalí, es que está centrada en la educación para videntes, empleando únicamente la información de los libros para enseñar, olvidando que, a través de otros métodos, todos los estudiantes podrían aprender de la misma manera y de una forma mucho más dinámica y divertida.

La brecha entre ambos aprendizajes es sobre todo la pizarra y el excesivo uso de la misma, ya que muchas de las materias que se trabajan en ella, son incomprensibles para los invidentes. Los profesores no pueden detenerse en clases con mucho alumnado para tratar de explicar algo detalladamente que sin la vista, requiere de mucha paciencia, tiempo, reflexión y creatividad. Es por ello que hay muchos temas de la enseñanza que pasan desapercibidos para los invidentes, no formando parte del colectivo de sus conocimientos. El repaso de las competencias depende de si en casa los familiares han sido educados o no. Existen profesores particulares, sin embargo, son muy caros y no todas las familias pueden pagarlo.

(Shahi, 2023) afirma que:

El gobierno tiene un Departamento de Educación Inclusiva, pero no ha logrado trabajar de manera eficiente y garantizar el derecho a la educación, es decir, el Capítulo 5 de la Ley de Discapacidad de Nepal de 2017, el Objetivo 4 de los ODS para las personas con discapacidad visual y el artículo 24 de la CNUDPD en Nepal. Por esta razón, este proyecto tiene como objetivo establecer un centro de recursos bien equipado con instalaciones como Braille, 3D o contenido textil e impresión y otros posibles servicios accesibles. La creación de un centro de recursos con todas las instalaciones necesarias es un concepto nuevo e innovador para Nepal y supondrá un enfoque revolucionario para el sistema educativo del país

2.5 Chain for Change (CFC)

Chain For Change (en adelante CFC) es una organización de bienestar social, no gubernamental y sin fines de lucro creada el 20 de septiembre de 2017. Su sede está situada en Lainchour, Katmandu. El objetivo de la organización es asegurar la participación activa de las personas con discapacidad visual en la sociedad. Algunas de las barreras con las que se encuentra las personas ciegas en Nepal y en las CFC está trabajando son una educación más inclusiva, movilidad y accesibilidad en las ciudades, salud mental, salud sexual y reproductiva, derechos humanos, ayuda y apoyo de socorro.

La organización ha llevado a cabo diferentes actividades y encuentros para promover el respeto, concienciación y participación de las personas con discapacidad tratando de acercar su situación a la normalización con el resto de personas sin discapacidad. Todas las actividades han sido referentes a los diferentes tópicos comentados. Algunas de ellas han sido entrenamiento en técnicas de guiado y habilidades de movilidad; talleres de expresión corporal y danza contemporánea; sesiones de orientación mediante el sonido; campañas de charlas sobre la menstruación; distribución de alimentos en zonas necesitadas; concienciación en inclusión de género; formación en emprendimiento social y liderazgo. La cooperación entre las diferentes organizaciones educativas de la zona es clave para establecer las soluciones que faciliten el aprendizaje de las personas con discapacidad visual, siempre con el fin de empoderar a las personas y ayudarlas a identificar aquellas habilidades en las que destaquen para así poder potenciarlas.



Imagen 11. Logo Chain for Change.
<https://www.chainforchange.org.np>



Imagen 12. Participantes taller orientación espacial. Elaboración propia

Los planes a futuro de la ONG son, la creación de un centro de recursos que cumpla con las necesidades que necesitan las personas con discapacidad, unas instalaciones diseñadas desde la inclusividad y unos materiales educativos adecuadas y específicos para el estudiantado. La incorporación de textos en Braille, audio descripción, materiales impresos en 3D o contenido textiles o

impresos harán posible una educación más especializada para las personas con y sin ceguera. La creación de un centro con estas características es un concepto innovador y revolucionario en Nepal, su puesta en marcha significará una revolución en el sistema educativo del país.

2.6 Hoja de ruta y actores cooperantes implicados



*Imagen 13. Mapa de los actores implicados.
Elaboración propia*

Los actores involucrados en este proyecto son por una parte, la ONG Chain For Change, el instituto St. Xavier's College y el colegio LAB School todos ellos situados Nepal. La contraparte española está formada por la UPV y por la asociación Expedición Solidaria.

Para poder llevar a cabo los planes de la ONG, la hoja de ruta comienza con la adquisición de una impresora 3D. La relación existente entre la Universidad Politécnica de Valencia y Chain For Change hizo posible esta adquisición. El comienzo de esta relación es en parte por la asociación española de Expedición Solidaria, dirigida por Fanny Collado, que lleva años colaborando con CFC y con otras organizaciones en diferentes partes del mundo.



*Imagen 14. Logo asociación
Expedición Solidaria.
<https://expeditionsolidaria.com>*

Así mismo, durante el curso 2022-2023, en la asignatura de Cooperación Universitaria al Desarrollo, impartida en la ETSIADI-UPV, se desarrolló un proyecto específico para una de las necesidades propuestas por la ONG. El proyecto estaba relacionado con el aprendizaje de las diferentes fases del ciclo menstrual en las mujeres. Dicho producto da solución, mediante la impresión 3D, a una de las carencias educativas que poseen los invidentes en uno de los colegios de enseñanza integrada, el Laboratory Secondary School.



Imagen 15. Logo LAB School.
<https://laboratoryschool.edu.np/contact-us/>

Laboratory Secondary School es un colegio de enseñanza integrada situado en Kirtipur, Katmandú. Actualmente hay más de 10.000 estudiantes, entre ellos 50 tienen algún tipo de discapacidad visual. El colegio se considera pionero en la integración exitosa del alumnado con algún tipo de discapacidad visual en el país, llevando a cabo diferentes metodologías que hacen que se nombre al colegio como innovador en cuanto a la educación y un ejemplo en cuanto a accesibilidad e inclusividad.

Una vez superada la primera fase en coordinación con la Universitat Politècnica de València, se analizarán los resultados del producto diseñado con los estudiantes ciegos de LAB School, para así sacar las conclusiones que mejoren los siguientes proyectos. Para ello, un grupo de estudiantes pertenecientes a St. Xavier's College y yo, detectaremos más necesidades durante la enseñanza para poder seguir desarrollando proyectos durante mi estancia en el país y en un futuro.

St. Xavier's College es una institución educativa de naturaleza religiosa fundada y dirigida por la Sociedad Jesuita de Nepal. Los jesuitas iniciaron su trabajo educativo en Nepal en 1951. Desde un punto de vista global, los jesuitas han servido a personas de todas las religiones en diferentes ámbitos. La tradición centenaria de servicio a los demás es un pilar fundamental de la educación jesuita. El plan educativo está enfocado en fomentar el pensamiento crítico, el impulso de actividades con impactos positivos y el cultivo del servicio hacia los demás. Esta perspectiva desafía a los estudiantes a ir más allá en sus carreras profesionales, motivándolos y dándoles las herramientas necesarias para creer en sí mismos. Con todo ello, alientan a todos los alumnos emprender sus propias ideas, creando sus propios futuros.



Imagen 16. Logo St. Xavier's College
<https://www.sxc.edu.np>

El objetivo del equipo en St. Xavier's College, Maitighar, Katmandú es apoyar en 3 dimensiones básicas. Por un lado, apoyar técnicamente en la impresión y diseño de soluciones en 3D, por otro el desarrollo de software poder proporcionar una descripción versión/accesible de la información necesaria. Por último, realizar la propia audio-descripción de cada producto.

3 Aspectos a considerar

3.1 Identificación de problemas

La identificación de los problemas ha sido posible, por un lado, por los diferentes conceptos propuestos por el colegio y, por otro lado, por estudio de campo realizado, acudiendo a las clases de los niños con discapacidad visual y detectando cuáles eran las claves a mejorar para obtener una mejora educación. Los problemas, carencias y dificultades encontrados en el día a día de las personas con ceguera son:

- Falta de independencia y autonomía en tareas diarias
- Imposibilidad para usar el transporte público por si solos
- Es complicado andar o dar un paseo por la calle solos y en compañía
- Dificultad para hacer la comida
- Problemas para lavar la ropa
- Es difícil conocer gente, socializar o hacer nuevos amigos
- Acceso limitado a la educación
- Acceso limitado a la información
- Limitación y dificultad en el aprendizaje desde edades muy tempranas
- Inaccesibilidad física
- Seguridad e integridad física
- Falta de oportunidades laborales
- Falta de conciencia y sensibilización por parte del resto de personas
- Dificil acceso a la sanidad
- Aislamiento social



Por otro lado, los problemas detectados referentes a la vida académica son todos aquellos referidos a la información visual que aparece...en los libros y el uso de la regleta de escritura en braille.

*Imagen 17. Lectura de braille.
Elaboración propia*

3.2 Análisis general

La ONG Chain For Change dispone de diferentes materiales con los que enseñar a personas invidentes, sin embargo, el principal problema es que ellos no son capaces de generarlos. Todos los elementos de los que dispone CFC provienen de España o de Estados Unidos, debido a los diferentes contactos que posee en las diferentes localizaciones. La entidad posee piezas de impresión 3D de los diferentes órganos del cuerpo y algunos ejemplos de edificios importantes. A pesar de ello, la calidad de impresión no es demasiado alta, por lo que el nivel de detalle es muy bajo y por tanto, difícil de identificar al tacto. La ONG también dispone de diferentes materiales de la ONCE, así como bastones para andar, regletas y otros recursos educativos que facilitan el aprendizaje de los niños y niñas.



Imagen 18. Materiales impresos en 3D de Chain for Change. Elaboración propia

En Katmandú se pueden encontrar muchos productos, juguetes y recursos educativos en las tiendas de barrio o centros comerciales, sin embargo, ninguno de estos materiales está adaptado para personas invidentes. Los colegios que poseen materiales suelen pedirlos a la India, pero estos suelen ser muy caros y tardan tiempo en llegar a su destino, por lo que no resulta una tarea fácil ni cómoda. De la mayoría de los materiales solo se ha adquirido una unidad, por lo que el proceso de aprendizaje se hace lento. Los centros involucrados poseen muchos materiales de lectura en braille, disponen de varios ejemplares de diferentes temáticas y aunque resulta insuficiente para los estudiantes, pueden comenzar su aprendizaje con ellos mientras se buscan nuevas soluciones.

Se trata de una ciudad con muchos habitantes, sin embargo, no está preparada para responder a las distintas situaciones que pueden presentar las personas, principalmente aquellas con discapacidades de distinta naturaleza. La mayoría de las calles de la ciudad no están asfaltadas, la calidad de las carreteras, calles y caminos hace muy complicada la movilidad en la ciudad. El caótico tráfico también dificulta esta tarea. No todas las personas ciegas tienen bastón con el que desplazarse, resulta un producto caro y difícil de conseguir en el país, por lo que es complejo que las personas ciegas lo posean. Una de las problemáticas de este producto también es el excesivo desgaste que sufre, ya

que, debido a la calidad de las calles, se desgasta con facilidad, por lo que los usuarios necesitan comprar el "Rolling Tip" con frecuencia, siendo esta parte la parte inferior del bastón en contacto con el suelo. El uso del bastón también es complejo por la complejidad del suelo y los diferentes obstáculos que se pueden encontrar en el camino. Esto hace que caminar solo por la calle resulte complicado hasta con bastón



Imagen 19. Obstáculos en los carriles para personas con discapacidad visual en Katmandú. Elaboración propia

En la foto de la izquierda se puede observar cómo la ciudad intentan adaptar parte de sus territorios a las personas ciegas, marcando con las baldosas amarillas en relieve el camino por el que deberían ir con el fin de que posean una noción de cómo son las calles, cuándo se acaba, cuándo hay un cruce... ya que gracias al bastón son capaces de identificar las diferentes texturas de la baldosa y reconocer que las verticales significan continuar recto, mientras que si fuesen líneas horizontales harían referencia a algún cruce o cambio de dirección. A pesar de los esfuerzos en hacer una ciudad más adaptada, puede verse en la foto que colocan postes u otros elementos prácticamente en medio del carril por el que

deben pasar las personas con discapacidad visual. No tiene sentido que un camino cuya intención sea facilitar la movilidad en la ciudad, haga justo lo contrario. Este tipo de carril no es muy usual en la ciudad, aún así se pueden encontrar en diferentes lugares. El obstáculo mostrado en la imagen, no es un ejemplo asilado en Katmandú, ya que se pueden ver este tipo de incoherencias en varios puntos de la ciudad.

3.3 Estudio de mercado

El desarrollo del proyecto tiene lugar en Katmandú, Nepal, por lo que es importante conocer, estudiar y analizar cuáles son los productos que tienen a su alcance los niños invidentes en el país. Dado que no se encontraron suficientes artículos, se han añadido productos encontrados en otros lugares, gracias a esta perspectiva se pueden encontrar las carencias que existen en el lugar del proyecto y aplicar o adaptar lo que se realice en otros lugares. De hecho, se realizó una visita a la sede de la ONCE en Valencia en la que se mostraron muchos de los productos que hay en el mercado en España para las personas invidentes.

Además, se mostró un piso diseñado desde la inclusividad y accesibilidad en la que se explica qué aspectos hay que tener en cuenta o que detalles marcan la diferencia para que un diseño sea un buen diseño y sea realmente útil para las personas con discapacidad visual.



Comentario: Este producto se trata de un tablero de madera con clavos para aprender matemáticas. Se usan hilos y cuerdas para conectar unos puntos con otros y crear formas geométricas.

Materiales: Madera y metal

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Laboratory School (Nepal)

Procedencia: India

Imagen 20. Tablero de madera en LAB School. Elaboración propia



Comentario: Adaptación de conjunto de reglas, cartabones, etc. Con escritura en braille.

Materiales: Plástico

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Laboratory School (Nepal)

Procedencia: India

Imagen 21. Reglas en LAB School. Elaboración propia



Imagen 22. Lámina con columnas egipcias encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Lámina con relieves y texturas para aprender a diferenciar los diferentes estilos de columnas egipcias con los nombres en braille.

Materiales: Plástico termo conformado

Sector: Cultura

Fuente: ONCE (Valencia)



Imagen 23. Torre de Belém impreso en material 3D. encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Monumento a escala de la Torre de Belém impreso en 3D con detalles sobre una lámina con el nombre y otros datos escritos en braille.

Materiales: Impresión 3D

Sector: Cultural

Fuente: ONCE (Valencia)



Imagen 24. Mapa ciudad. encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Mapa de la ciudad hecho con papel y otros materiales para crear relieves e identificar las diferentes calles de la ciudad con el fin de crear el mapa en la cabeza.

Materiales: Papel

Sector: Mapa

Fuente: ONCE (Valencia)



Imagen 25. Mapa de Europa encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Mapa de Europa en 2D con las fronteras en relieve y los nombres de cada uno de los países en braille.

Materiales: Plástico termo conformado

Sector: Mapas

Fuente: ONCE (Valencia)



Imagen 26. Maqueta célula encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Maqueta a escala aumentada de una célula en 3D, en donde cada parte corresponde con una parte de la célula que va numerada. Se tiene una lista con la numeración indicada para conocer el nombre de cada parte.

Materiales: Poliestireno expandido

Sector: Biología

Elaboración: ONCE (Valencia)



Imagen 27. Teclado para personas ciegas encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Teclado para ordenador adaptado para personas ciegas en las que se puede escribir y leer en braille lo que aparece en la pantalla.

Materiales: Plástico

Sector: Tecnológico

Elaboración: ONCE (Valencia)



Imagen 28. Parchís adaptado para personas invidentes encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Parchís adaptado en el que cada celda tiene agujeros y cada pieza tiene diferentes cabezales. Los números de la celda están escritos en braille. De la misma manera, que el dado está adaptado con relieves para que se puedan identificar los números.

Materiales: Plástico

Sector: Juegos

Elaboración: ONCE (Valencia)



Imagen 29. Cajetín bingo encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Cajetín con los números y datos en braille para jugar al bingo.

Materiales: Plástico

Sector: Juegos

Elaboración: ONCE (Valencia)

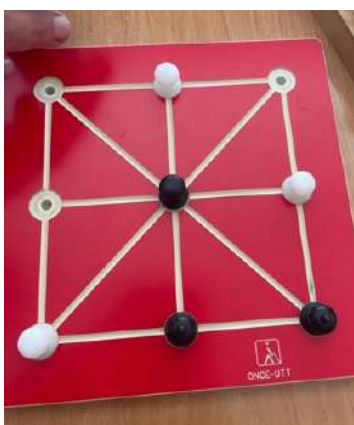


Imagen 30. Tablero para jugar al tres en raya encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Tablero para jugar al tres en raya con agujeros y texturas en las que las piezas se encajan. A través del tacto y de los diferentes detalles de los cabezales de los dos colores, las personas con discapacidad visual pueden jugar con este tablero.

Materiales: Plástico

Sector: Juegos

Elaboración: ONCE (Valencia)



Imagen 31. Conjunto de piezas para aprender los números encontradas en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Se trata de un conjunto de piezas en el que hay piezas con los números, otras con los números en puntos en relieves y otras piezas con forma de aros que se insertan en unos cilindros en donde se deben colocar tantos aros como el número del que se trata. El objetivo del juego es el de hacer una fila con el mismo número con las tres formas posibles.

Materiales: Madera

Sector: Matemáticas y Juegos

Elaboración: ONCE (Valencia)



Imagen 32. Ábaco encontrado en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Ábaco con cada fila con diferentes figuras que ayudan a identificarlas y aprender a usar este instrumento de una forma más sencilla para personas con discapacidad visual.

Materiales: Madera y metal

Sector: Matemáticas y Juegos

Elaboración: ONCE (Valencia)

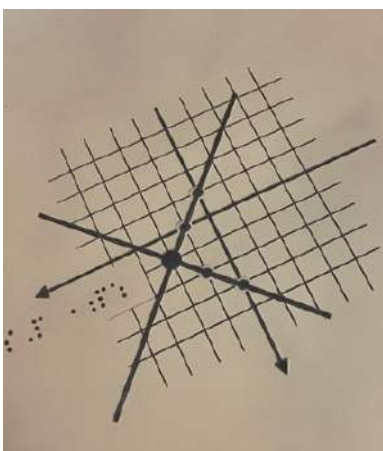


Imagen 33. Gráfica en relieve encontrada en la ONCE. Elaboración propia.

Comentario: Gráfica matemática en la que cada elemento tiene un relieve, textura o altura distinta que ayuda a identificar cada parte de la gráfica.

Materiales: Papel

Sector: Matemáticas

Elaboración: ONCE (Valencia)



Imagen 34. Empuñadura ergonómica tallada a mano. (Valenzuela, 2024)

Comentario: Es un punzón ergonómico para escribir en Braille. Se ha dado solución a la mala ergonomía del punzón convencional a través de una empuñadura tallada a mano que resulta mucho más cómoda para el usuario. El producto está pensado para poder almacenarse la aguja dentro de sí mismo y así poder transportarse de forma segura. La parte metálica se inserta en el orificio de la base, gracias a un imán interno que hace que se asegure el agarre.

Materiales: Plástico y metal

Sector: Escritura

Elaboración: Internet



Imagen 35. Toque mágico: kit de aprendizajes para niños invidentes. (Castañeda, 2020)

Comentario: Este proyecto es un kit de aprendizaje donde su contenido figura en castellano y Braille. Dentro hay tres fábulas infantiles que están ilustradas a través de ilustraciones, texturas y relieves. También tiene incorporado una tarjeta de texturas adicional para poder comprender e interiorizar el tacto de cada uno de los materiales que va haciendo referencia el libro

Materiales: Papel y otros

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet



Imagen 36. Módulo de información para personas invidentes. (Hernández, Arredondo, & Olvera Bonilla, 2021)

Comentario: Este proyecto resuelve un problema al que tiene que enfrentarse diariamente las personas invidentes. Coger el transporte público no está pensando para ser accesible, por ello, esta herramienta adicional, facilita la inclusión de personas invidentes en el transporte público.

Materiales: Plástico

Sector: Tecnológico

Elaboración: Internet



Imagen 37. *The Dot Watch Braille* (Kim, 2015)

Comentario: Es un smartwatch capaz de dar la hora en Braille. Tiene relieve en su superficie se va modificando su dibujo según el paso del tiempo. Además, al ser un reloj inteligente pensado para invidentes, es capaz de leer notificaciones, llamar a contactos o avisar de si hay algún peligro cerca. Los creadores de este producto también tienen otras propuestas en las que se puede escuchar música, reproducir libros o películas, es llamado Dot Mini.

Materiales: Metal

Sector: Tecnológico

Elaboración: Internet



Imagen 38. *Guidecraft Tactile Search and Match* (Target)

Nombre: Guidecraft Tactile Search and Match

Comentario: Juego sensorial con diferentes texturas cuyo objetivo es el de identificar y enlazar aquellas que sean iguales.

Materiales: Madera y plástico

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet



Imagen 39. *Construcción* (Alt Studio, 2022)

Comentario: Construcción de diferentes figuras con diferentes formas y texturas que se ensamblan entre sí mismas.

Materiales: Impresión 3D

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet



Imagen 40. Tactile Picture Book for Blind Children (Horvat, 2016)

Nombre: Tactile Picture Book for Blind Children

Comentario: Se trata de unas tarjetas táctiles con diferentes texturas que ayudan a la memoria táctil a través de la identificación de diferentes materiales a asociados a objetos existentes.

Materiales: Plástico y otros

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet



Imagen 41. Esquema menstruación (HappyToyHouse)

Nombre: Female fertilization

Comentario: Es un conjunto de cartas que explica el sistema reproductivo femenino. A pesar de no llevar braille, se pueden diferenciar muy bien las diferentes partes y gracias a las texturas se pueden identificar y recordar mejor qué es cada elemento.

Materiales: Tela

Sector: Biología

Elaboración: Internet

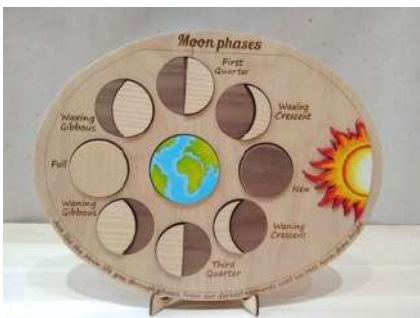


Imagen 42. Ciclo lunar (Montesori)

Nombre: Moon Phases Puzzle

Comentario: A través de este puzzle se pueden entender las distintas partes del ciclo lunar y de qué manera se visualiza la luna según la fase en la que se encuentra.

Materiales: Madera

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet



Imagen 43. Cubo de Rubik (Behance)

Nombre: Braille Cube

Comentario: Se trata del juego de Rubik con cada uno de sus cuadrados con una nomenclatura específica escrita en braille para que las personas ciegas puedan identificar cada cara y poder completar este juego.

Materiales: Plástico

Sector: Juegos

Elaboración: Internet



Imagen 44. Juego de cartas UNO (Mattel)

Nombre: UNO Braille

Comentario: Es una adaptación al juego de cartas UNO. En esta propuesta, todas las cartas añaden en sus esquinas la escritura en braille, de manera que las personas invidentes pueden jugar a este juego.

Materiales: Plástico

Sector: Juegos

Elaboración: Internet



Imagen 45. Papel (Kurita, s.f.)

Comentario: Lámina con un dibujo del corazón con diferentes texturas y el nombre de cada una de las parte en braille.

Materiales: Plástico

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet



*Imagen 46. Tarjeta educativas.
Elaboración: (Dezeen)*

Nombre: Tactile Picture Books

Comentario: Son tarjetas impresas en 3D con diferentes ilustraciones en relieve y texto en braille que ayuda a los niños a entender estos paisajes a través del tacto.

Materiales: Impresión 3D

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet



*Imagen 47. Mapa de ciudad
(Touch Mapper)*

Nombre: Touch Mapper

Comentario: Mapa en relieve de una ciudad en dónde se pueden identificar las diferentes escalas que componen el conjunto de casas, urbanizaciones, campos etc.

Materiales: Impresión 3D

Sector: Cultural

Elaboración: Internet



*Imagen 48. Bola de braille
(Pecora)*

Nombre: Be-B: Braille Educational Balla

Comentario: Consta de una bola y 26 clavijas imantadas. En una cara de cada clavija hay una letra del alfabeto y en la otra el carácter Braille correspondiente. Cada una de estas clavijas tiene un agujero correspondiente en la bola. El objetivo del juego es emparejar cada una de las letras con su agujero correspondiente. Cuando se colocan correctamente suena una campanilla y se "pronuncia" el nombre de la letra. ¡No te confundas!

Materiales: Desconocido

Sector: Aprendizaje

Elaboración: Internet

3.4 Síntesis del estudio de mercado

En el mercado actual, hay una amplia gama de productos diseñados para personas con discapacidad visual que abordan diversas necesidades. Entre estos, se incluyen, dispositivos tecnológicos, herramientas táctiles, bastones inteligentes y relojes hápticos. Las innovaciones incluyen aplicaciones móviles diseñadas para la navegación y reconocimiento de objetos. También se encuentran disponibles libros y documentos en formatos accesibles, como braille y audiolibros. Sin embargo:

“According to the World Blind Union, more than 90 percent of all published materials cannot be read by blind or print-disabled-people.”

Según la Unión Mundial de Ciegos, más del 90 por ciento de todos los materiales publicados no pueden ser leídos por personas ciegas o con discapacidad de impresión (The Kathmandu Post, s.f.).

El acceso a productos y servicios para personas con discapacidad visual puede depender de varios factores, incluyendo la ubicación geográfica y los recursos disponibles localmente. En Katmandú, la capital de Nepal, las opciones para personas con discapacidad visual pueden ser más variadas en comparación con áreas rurales. Es posible que se encuentren organizaciones locales, agencias gubernamentales y ONGs que ofrezcan servicios y recursos para apoyar a las personas con discapacidad visual.

En entornos urbanos como Katmandú, es más probable que la educación se contemple de una forma especializada a los alumnos con discapacidad visual que en las zonas más rurales. En la capital es posible encontrar productos como bastones para invidentes y materiales educativos en braille en bibliotecas de forma muy limitada. Sin embargo, a las afueras de esta ciudad, deja de ser una posibilidad real. A la hora de realizar la investigación de mercado, se ha diferenciado en distintos campos de conocimiento y aprendizaje, pues hay distintos métodos según el contenido de la información. Es decir, hay una metodología distinta para aprender matemáticas que para aprender sobre tecnología. De todas maneras, se ha realizado un estudio genérico de los productos destinados al final de la actividad.

Como conclusión a este análisis, todo el aprendizaje en este contexto se basa en la premisa del braille. Este lenguaje resulta completamente necesario para el desarrollado en la mayoría de las aplicaciones. Los productos deben de ser auto explicativos para que los estudiantes no dependan de terceros para usarlos. Está claro que deben aprender a través de estos materiales debido a la falta de posibilidades que tiene a su alcance. Los productos están fabricados con plásticos, metales y madera generalmente y su tamaño no es excesivo. La diferencia entre texturas es un detalle a considerar debido a que gracias a este, la identificación de las distintas partes puede hacerse de una manera mucho más clara y fácil para las personas ciegas.

3.5 Materiales de impresión 3d

Según el tipo de impresora, podrá utilizarse un material u otro. A pesar de utilizar resina por el modelo de la impresora que posee la organización. Se hace necesario conocer cuáles son las principales diferencias y otras opciones de cara a la trazabilidad y escalabilidad del proyecto.

Gracias a la impresión 3D es posible crear prototipos y fabricar piezas con una gran calidad y propiedades interesantes. Estas presentarán distintos acabados dependiendo de si los modelos han sido impresos con impresoras de resina o de filamento (FDM). Los avances en el campo de materiales de impresión 3D y de impresión 3D hacen que cada vez exista una mayor variedad en cuanto a las propiedades de las piezas.

Tabla 1 Comparación Resina y Filamento. Elaboración propia

	Resina	Filamento
Materiales	Utilizan resina líquida fotosensible para imprimir. Se endurece con una Fuente de luz ultravioleta	Utilizan filamentos de plásticos termosensible (PLA, ABS). Estos se funden y se depositan capa por capa
Acabados	Alta precisión, detalles finos. Óptima para piezas pequeñas	Es más versátil y es adecuado para piezas con mayor tamaño
Calidad	Excepcional. Capas muy delgadas. Grosor de capas entre 25 y 100 micrones	Grosor de capas entre 100 y 300 micrones
Aplicaciones	Joyería, sector dental, miniaturas	Diversas
Velocidad impresión	Lenta, cada capa de resina se debe exponer a la luz UV para su endurecimiento.	Rápida
Durabilidad piezas	Suelen ser más frágiles y menos resistentes	Piezas resistentes y duraderas.
Facilidad de uso	Más compleja de manejar. Mayor toxicidad	Fáciles de usar
Post-procesado	Proceso de limpieza con alcohol isopropílico, agua u otro limpiador. Con el fin de retirar el exceso de resina. También es necesario el proceso de curado de con luz ultravioleta	No necesita

Para este proyecto en concreto, se ha de tener en cuenta las condiciones en las que se usarán los productos y cuál será su finalidad. A pesar de que el filamento sea más resistente, las piezas diseñadas no soportarán un gran impacto o estarán sometidas a tensiones, por lo que la dureza del material de resina será suficiente. Es recomendable no exponerlas a la luz solar, ya que se debilitan a no ser que sean resinas resistentes al envejecimiento UV. Es cierto que el acabado de las piezas no tiene que ser excepcional, pero sí que debe ser bueno ya que se trabajará con texturas y pequeños relieves que ayuden a las personas invidentes a identificar diferencias en lo que están tocando, por lo que sí que es interesante que los detalles sean claros al tacto y que no entorpezca al uso. Además, el acabado de la resina es mucho más pulido que el del filamento, y esto ayuda a la identificación de los objetos. Se ha visto, con los productos que tiene disponibles la ONG impresos en 3D con filamento, que es más difícil identificar los objetos o detalles, además de que puede dar lugar a confusión en el caso que haya pequeños detalles y confundir estos con las líneas de capa provocadas por la impresión.

La impresora de la que dispone la organización es la Anycubic Photon Mono X2. La ONG CFC disponía de cinco botes de 1L de resina, todas ellas traídas desde España en los diferentes viajes de Expedición Solidaria debido a la dificultad para encontrar este material en Nepal y los altos precios que pueden encontrarse en el mercado al que pueden acceder. (A la finalización de mi estancia ya se podría encontrar resina en Katmandú a un precio similar al de España)

Dentro del mundo de las resinas, existe una amplia variedad de materiales cuya elección depende del uso previsto para los productos finales. Por un lado, encontramos la estereolitografía, conocida como SLA, que emplea un láser para solidificar el material. Por otro lado, se encuentran los métodos DLP y LCD, que hacen uso de pantallas de luz. También se debe considerar la impresión 3D por material jetting, donde un material líquido se inyecta y se endurece instantáneamente mediante la exposición a la luz. Con el propósito de comprender mejor las opciones de materiales disponibles en la actualidad, se presentan los diversos tipos de resinas aptas para la impresión 3D, así como sus características distintivas.

Se ha de destacar que, el rendimiento de las resinas está determinado por una polimerización óptima inducida por la luz de fotocurado, la cual puede ser de onda única o de onda múltiple. En este contexto cobra relevancia el concepto longitud de onda, ya que las resinas para impresión 3d son reactivas a la luz con la longitud de onda adecuada, es decir, son fotocurables. A medida que la clasificación de la longitud de onda de la resina disminuye, se requiere una mayor potencia de salida de luz para su curado. Es por esta razón que los fabricantes especifican una longitud de onda con la que sus resinas son compatibles. Así, se

comprende que la longitud de onda, necesaria para el fotocurado de las resina de las resinas DLP/LCD es más elevada en comparación con las resinas SLA.

- **Resinas transparentes:** Son ideales para objetos pequeños detallados con la ventaja de ser translúcidas e incoloras. Facilitan el lijado y pintado, creando un efecto similar al cristal en objetos decorativos. Conservan la textura suave y aunque no se aconseja para usos alimentarios, resisten bien el contacto con el agua.
- **Resinas lavables en agua:** Gran parte de las impresiones en resina requieren de postratamiento para eliminar exceso de material o los soportes. En muchos casos se realiza con alcohol isopropílico (IPA). Sin embargo, existen resinas que son lavables con agua y que por tanto no requieren de este compuesto químico. Al utilizarse agua como limpiador, se obtiene una textura más suave y pulida, además de reducir el fuerte olor ligado a las resinas a estándar. El único problema que puede haber al utilizar estas resinas es que la pieza puede verse afectada si no se es cuidadoso.
- **Resinas flexibles:** Estas resinas tienen cualidades parecidas al caucho. Se pueden crear objetos resistentes, capaces de doblarse y capaces de comprimirse sin llegar a deformarse. Son capaces de volver a su forma original después de doblarse. Las resinas flexibles son ideales para crear prototipos de amortiguadores, mangos o piezas móviles debido a su capacidad de aguantar un uso constante sin romperse.

Algo que caracteriza a las resinas de forma general, exceptuando a las dentales y otras biocompatibles, es su toxicidad. Es recomendable el uso de guantes y mascarillas para manipularlas hasta que la pieza esté completamente curada. Es importante que el lugar dónde se imprima esté bien ventilado con el fin de evitar la acumulación de vapores tóxicos. Tampoco es recomendable mantener las piezas al sol durante un largo periodo de tiempo. La exposición a la luz prolongada causará que los polímeros pierdan cohesión y que la figura se deforme. Comentar también que estos materiales no son aptos para el contacto con alimentos, debido a su composición tóxica.

Con el fin de estar comprometidos con la sostenibilidad la ONG CFC optó desde el principio por resinas lavables en agua en lugar de con IPA. Los primeros botes de resina habían sido enviados desde España y debido a este motivo, disponían de un número limitado de unidades. Para poder continuar con el proyecto era necesario encontrar una solución que no los hiciera dependientes de España y que funcionase con la impresora disponible para continuar imprimiendo los diferentes proyectos llevados a cabo. Tras una búsqueda de las diferentes opciones accesibles para Chain for Change en Katmandú, se encontró una tienda que vendía impresoras y diferentes materiales para impresión. Este hecho es muy importante ya que la ONG podrá comprar resina siempre que sea necesario sin tener ninguna dependencia externa. Podrán ser totalmente independientes sin que el impacto económico sea demasiado notable

La necesidad de encontrar resina para imprimir coincidió con la parte final de la estancia y con el “Dashain” uno de los grandes festivales del país. Debido a ello, la tienda no disponía de botes de resina lavables y se compraron aquellos que eran compatibles con la impresora de una forma temporal. En este caso fue una resina estándar, cuya curación se debe realizar con alcohol isopropílico.

Tabla 2. Comparación botes de resinas

	Bote resina actual	Nuevo bote de resina
Nombre	Anycubic Resina Lavable	Siraya tech fast – abs-like resin
Imágenes	 <p><i>Imagen 49. Anycubic Resina Lavable Elaboración (AnyCubic, s.f.)</i></p>	 <p><i>Imagen 50. Siraya tech fast – abs-like resin (Blanc, s.f.)</i></p>
Precio	33,00€	41,35€
Disponible en Nepal	No de forma temporal	sí

3.6 Encuestas y entrevistas

Durante la asignatura de Cooperación Universitaria al Desarrollo de la ETSIADI UPV, se realizó una encuesta a los estudiantes del Laboratory School con el fin de conocer más sobre su realidad, así como el grado de visión y otras cuestiones. Esta encuesta incluye preguntas acerca de la edad, nivel educativo, idiomas y medios de comunicación con el que prefieren comunicarse. Dicha encuesta ha resultado útil para conocer la situación de la que se parte para la realización de este proyecto. Conocer si los estudiantes tienen baja visión o ceguera total es muy importante para comprender qué pueden imaginar o con cuánta facilidad. De la misma manera, saber si es de nacimiento o se ha causado a una edad más avanzada es muy interesante, ya que son escenarios totalmente distintos, pues uno de ellos ha aprendido a vivir sin ver desde el principio y el otro ha visto y conocido todo lo que rodea y ha ido perdiendo visión con el paso de los años. Este último resulta un poco más fácil debido a que la adaptación puede ser más sencilla debido a que ya conoce todo lo que tiene alrededor. En esta misma asignatura se desarrolló un producto que trataba de explicar a los niños y niñas

el ciclo menstrual y sus diferentes partes. Tras el diseño de esto, se realizó un testeo con personas en España. Esta encuesta también ha sido gran utilidad para tener una primera toma de contacto con la usabilidad y experiencia del usuario, previa a realizar el testeo con los niños nepalís. En esta encuesta se preguntan cuestiones relacionadas con el entendimiento del producto, si es fácil usarlo y si realmente aporta nueva información o enseña algún aprendizaje al usuario.

4 Talleres de formación para el conocimiento de la realidad y definición de requerimientos de nuevos productos

4.1 Establecimiento de objetivos y organización del proyecto

En esta primera aproximación a la realidad detallo la experiencia llevada a cabo en el colegio gestionado por los jesuitas St. Xavier's College. Antes de enfocarme en el St. Xavier's College debo contextualizar indicando que durante el primer mes de la estancia, el objetivo principal era el de organizar y gestionar el tiempo, recursos y personas. Por un lado, la ONG CFC ya disponía de varios recursos en impresión 3D que contribuyen a su causa, sin embargo, era necesario crear un listado más organizado de las diferentes áreas que se querían investigar para la creación de productos. Para ello, se trabajó de una manera muy cercana con el colegio de niños y niñas invidentes, el Laboratory School. El colegio mandó un listado con los diferentes problemas a los que sus estudiantes debían enfrentarse. Además de ello, se realizaron varias visitas al colegio para conocer un poco más de cerca la realidad de los niños y niñas, y detectar otro tipo de necesidades. Sumado a todo ello, la experiencia de Abhishek como persona ciega ha supuesto un gran valor añadido a todo el proyecto, ya que cada pequeño avance podía ser contrastado casi de manera directa con él.

Para comenzar con el desarrollo del proyecto, se agruparon las áreas de conocimiento teniendo en cuenta las distintas necesidades detectadas y propuestas. Los diferentes módulos, temas y conceptos han sido agrupados en 8 módulos con el fin de tener ordenada la información y creación de conceptos. Mediante esta metodología la ONG, podrá seguir añadiendo a su galería más recursos con los que enseñar a los niños y niñas. Por supuesto, se podrán crear más módulos si las necesidades lo requieren. Los módulos propuestos son:

- Módulo científico
- Módulo matemático
- Módulo ciencias sociales
- Módulo cuerpo humano/biología
- Módulo arquitectura
- Módulo vida diaria
- Módulo juegos
- Módulo cultura

Dado que el objetivo a largo plazo de la ONG es crear un centro de recursos, con esta organización podrá tener un mapa de cómo organizar los materiales. Este listado también sirve como base para comenzar con la parte de ideación con los estudiantes de St. Xavier's.

Para esta primera experiencia con la realidad se ha llevado a cabo la organización de los equipos y la investigación de contenidos dinámicos, prácticos y útiles para los estudiantes con el fin de fomentar su motivación y creatividad en su vinculación con el proyecto. Para ellos se han generado distintos cronogramas con los contenidos a impartir en las clases y un pequeño plan de estudios a implementar con una duración de dos intensos meses.

Los objetivos marcados para clases son principalmente:

- El traspaso de conocimientos en modelado e impresión 3D
- El entendimiento del proceso de diseño para desarrollar un producto
- La aplicabilidad de la creatividad en las formas de trabajo
- La importancia del crear, probar y testear los resultados
- La autonomía e independencia de los estudiantes para liderar y llevar a cabo sus propias ideas

Con estos objetivos se han desarrollado dos pequeños planes de estudio, uno para las clases de modelado y otro para las clases de desarrollo de maquetas. Para las primeras, se han buscado diferentes elementos que las personas ciegas usen en su día a día o que sirvan específicamente para ellos. A través de la enseñanza del programa de modelado con un producto contextualizado en el proyecto que se desarrolla, los alumnos entienden de una manera mucho más práctica por qué es útil lo que se está modelando, además de empatizar más con el usuario. Las clases de desarrollo de maquetas o de ideación pueden compartir contenidos para ambos equipos ya que se centran en diferentes dinámicas de creatividad para fomentar el trabajo en equipo y la lluvia de ideas. Además de esto, el equipo de maquetas proporciona apoyo en el desarrollo de todos los recursos que se creen para los talleres con los niños con discapacidad visual del Laboratory School.

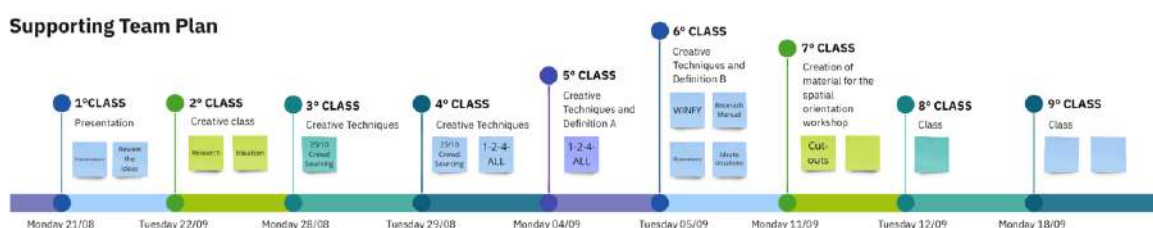


Imagen 51. Cronograma clases Supporting Team

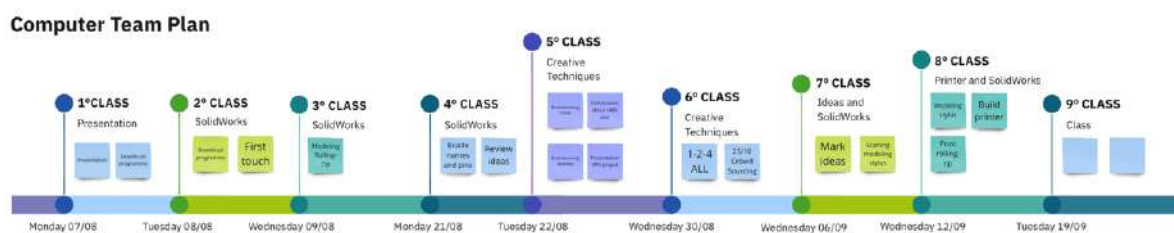


Imagen 52. Cronograma Computer Team

Los cronogramas siguientes fueron contruidos conforme las clases avanzaban, ya que a pesar de querer tener una organización previa a comenzar el proyecto, las diferentes festividades, fechas de exámenes y otros, complicaron esta tarea, resultando más efectivo el ajuste de fechas según sucedían las semanas.

4.2 Primera aproximación a la realidad. Desarrollo de clases para el diseño de recursos de personas invidentes

Estas clases me permitieron formar a los estudiantes a la vez que conocer la realidad para llevar a cabo mi proyecto y establecer las bases de futuras acciones. Los estudiantes de St. Xavier's han sido seleccionados por parte de la ONG con diferentes procesos de selección. Se trata de un proyecto que motiva a los estudiantes a dedicar parte de su tiempo libre. El objetivo de los estudiantes es el de crear materiales para los niños invidentes y participar de forma activa en todas las actividades que se lleven a cabo por parte de la ONG o por iniciativa propia. Uno de los objetivos más importantes de este proyecto es garantizar la independencia, viabilidad y continuidad de los proyectos en la ONG, por lo que se ha enseñado a los alumnos el proceso de diseño que hay detrás de cada producto para que puedan aplicar las pautas necesarias para poder trabajar de forma autónoma en un futuro.

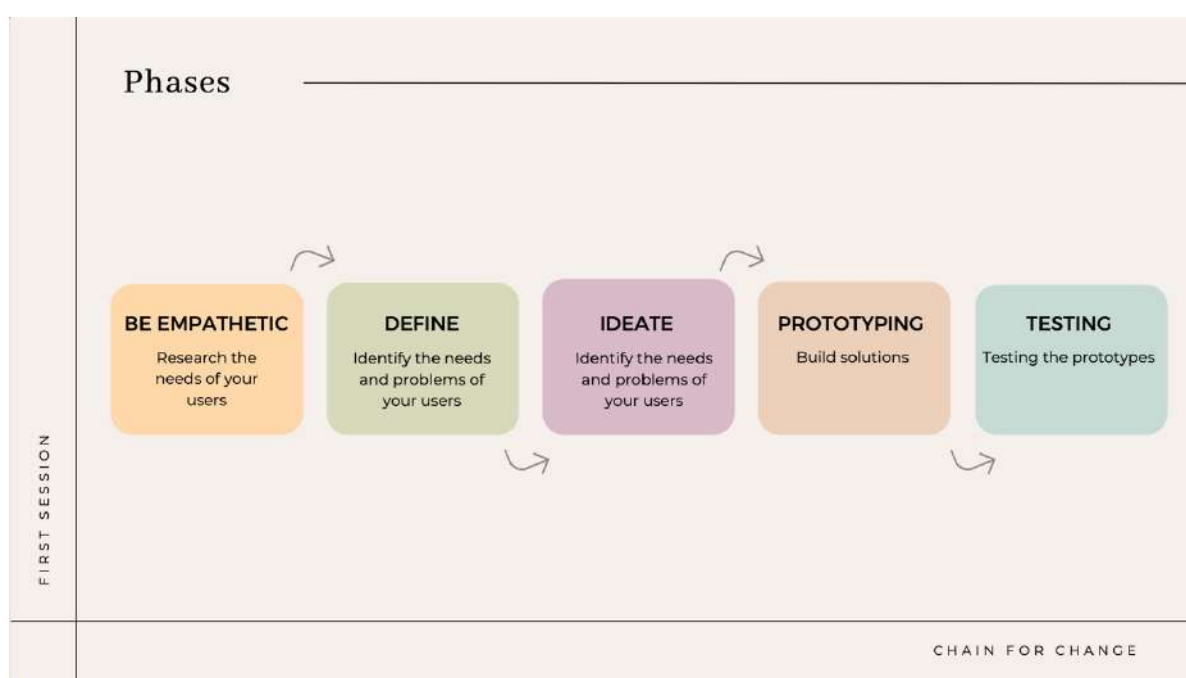


Imagen 53. Diapositiva proceso de diseño para las clases en St. Xavier's School. Elaboración propia

Los estudiantes involucrados en el proyecto se dividen principalmente en dos grupos: el equipo de modelado y el equipo de maquetas. Esta diferencia es debida a que cada estudiante tiene una formación académica distinta, algunos de ellos son de la parte informática, otros de biología, periodismo o trabajo social.

Cada uno de ellos tiene unos intereses distintos también, por lo que la ONG ha trabajado con ellos para establecer grupos de trabajo acorde con los objetivos de cada alumno. En el equipo de modelado hay 6 estudiantes, todos ellos estudian informática o ciencia de datos, por lo que al usar ordenador en estas clases se sentían más motivados en el aprendizaje. Por otro lado, en el equipo de creación de maquetas, los jóvenes estudian periodismo, gestión o administración, microbiología, *management*, ADE... Aunque cada uno de ellos tenga una formación tan diferente, todos trabajarán en un mismo equipo para llevar a cabo las ideas y aunque puedan tener unas tareas más específicas, se busca el intercambio de conocimientos y trabajo en equipo, por lo que podrán probar diferentes ámbitos y tareas dentro del proyecto y aprender de y con sus compañeros.

Previamente al comienzo del presente proyecto, los estudiantes de St. Xavier's tenían que pensar en problemas a los que podrían enfrentarse las personas invidentes y tratar de buscarles una solución. Esta pequeña investigación forma parte de la revisión que se ha llevado a cabo para el planteamiento del proyecto, también sirvió de base para comenzar o apoyar partes relacionadas con la ideación en el proyecto.

Ambos equipos han tenido, aproximadamente, dos meses de clases con una frecuencia de dos o tres sesiones por grupo a la semana. El equipo de modelado ha recibido, principalmente, formación en el programa de modelado SolidWorks. Aún así, también se ha dedicado una de sus tres sesiones semanales para trabajar sobre sus ideas y conceptos para personas con discapacidad visual. Por otro lado, el equipo de maquetas, ha dedicado dos sesiones de dos horas cada una semanalmente. A lo largo de ellas, se han trabajado en las ideas y conceptos, llevando a cabo diferentes técnicas de creatividad para poder desarrollar las ideas. Este equipo se encargará sobre todo de aquellas ideas que puedan fabricarse con los recursos y materiales que se puedan encontrar localmente.

4.3 Metodologías creativas para el trabajo en equipo

Para el desarrollo de las clases y la organización de las mismas, se han utilizado diferentes herramientas como es Miro, en ella se han ido almacenando todos los pasos y dinámicas para que los alumnos puedan replicarlas en un futuro. Las clases han sido basadas en los pilares de la creatividad y del trabajo en equipo. Para ello, una de las fuentes de información más importante ha sido *Liberating Structures*. Se trata una colección de métodos sencillos que mejoran la participación activa en equipos de diferentes tamaños, fomentando la confianza de los participantes y sacando el máximo potencial de cada individuo (*Liberating Structures*, s.f.).

Algunas técnicas de creatividad empleadas:

- 1-2-4-ALL

La metodología de esta técnica comienza con las ideas individuales de los estudiantes, exponiendo de forma individual su propuesta. Tras exponer el primer alumno, el resto de compañeros trabajan en parejas en un boceto de mejora de la idea, mientras yo reviso con el estudiante la idea y creamos una mejora de lo que ha presentado. Una vez se acaba el tiempo, las parejas exponen las mejoras, poniendo en común todos los puntos más interesantes. Tras esto, cada estudiante tiene que hacer una reflexión sobre la idea seleccionada y explicar al resto los aspectos positivos de la misma sin repetir.

Esta metodología está pensada para ocho personas, sin embargo, solo éramos 5 personas, por lo que se adaptó la metodología a los alumnos. Esta actividad se acompañó de música y temporización para crear un ambiente más creativo y retador. Este ejercicio se repite tantas veces como ideas existan (Lipmanowicz & McCandless, *Liberating Structures*, s.f.).



Figura 1. Redibujado de (Lipmanowicz & McCandless, *Liberating Structures*, s.f.) 1-2-4-ALL <https://www.liberatingstructures.com/1-1-2-4-all/>

- 25/10 Crowd Sourcing

En esta metodología todos los estudiantes están sentados en una mesa redonda. Deben bocetar y hacer una breve explicación de su propuesta, comentando cuál sería el primer paso para llevarla a cabo. Una vez terminada, el alumnado dejará su idea sobre la mesa y comenzarán a dar vueltas alrededor de la mesa. Cada estudiante tiene que baremar su propia idea y las del resto, por

ello, cada uno posee un papel con una escala dibujada. Cuando pare la música, cada uno de ellos deberá quedarse en uno de los bocetos situados en la mesa. Ya que estas ideas servirán para luego desarrollarlas como proyectos en la ONG, se decidió valorar las ideas según la viabilidad y el interés de los estudiantes en desarrollarlas. Cuando se acaba de puntuar una idea, la música vuelve y los alumnos comienzan a rotar alrededor de la mesa hasta conseguir que todos ellos hayan baremado las ideas del resto. Una vez todos hayan realizado todas las puntuaciones, se observa cuál es el mejor valorado para poder tomar una decisión sobre cuál qué proyecto seleccionar para comenzar (Lipmanowicz & McCandless, *Liberating Structures*, s.f.).

- *WINFY*

Esta técnica se ha utilizado en las clases del equipo de maquetas, más concretamente para la elaboración de un manual inclusivo (Anexo C). La intención del manual es la de evidenciar diferentes situaciones del día a día de personas invidentes y cómo las personas videntes deben reaccionar para normalizar la situación y no hacer de la rutina algo incómodo. Esta técnica significa "*What I Need From You*" y su objetivo es el de servir como una herramienta de comunicación y de organización en grupos multidisciplinarios donde hay diferentes partes, con diferentes tareas. En el caso del equipo de maquetas, los estudiantes provienen de grados como periodismo, microbiología, administración etc. Las tareas asignadas a cada uno de ellos tienen que ver con su formación, por ejemplo, los estudiantes de periodismo se encargan de la redacción de los textos del manual, las personas de administración se encargan, por un lado, de averiguar de qué manera se puede imprimir y comprar el papel necesario para realizar el manual. Por otro lado, las personas de microbiología se encargan de la investigación de las diferentes situaciones que incluir dentro del manual. La dinámica de *WINFY* comienza con la formación de los grupos de trabajo, en este caso serían cuatro, el de investigación, ilustración, redacción y gestión. Los cuatro equipos tienen el mismo objetivo final, que es el de la creación del manual. Para poder comenzar con el manual, partiendo de la base que ninguno de ellos posee en experiencia en algo similar, se ha comenzado con la técnica *1-2-4-ALL* para hacer una lluvia de ideas de las diferentes necesidades que posee cada grupo, coincidiendo estos grupos con los grupos de trabajo. Es decir, el equipo de ilustración deberá exponer qué es lo que le hace falta por parte de los otros equipos para comenzar a dibujar, de la misma manera que el equipo de redacción demandará sobre qué situaciones tiene que redactar etc. El uso de la técnica del *1-2-4-ALL* hace que se repase esta misma para que más adelante la puedan aplicar por ellos mismos y también como una herramienta de organización de la sesión. Con esta técnica cada equipo concluye dos prioridades de todas sus necesidades para después enunciar la frase "Lo que necesito de ti es..." y combinarla con los requerimientos planteados previamente. Para ello, todos los grupos eligen a su portavoz y estos acuden al centro de la clase para comentar sus necesidades, mientras tanto, las personas de los grupos

toman nota de lo comentado, ya que durante esta parte de la dinámica, nadie puede comentar, solo pueden exponer en orden los portavoces. Después de ello, los portavoces vuelven a sus grupos y entre ellos, dan las respuestas (1) Sí (2) No (3) Lo intentaré (4) No te entiendo. Tras esto, los portavoces vuelven al centro de la clase y responden con el resto de portavoces. De esta manera, cada equipo puede pedir exactamente lo que necesita para que todos los integrantes del proyectos sean conocedores y se pueda trabajar de una manera mucho más rápida y eficiente, ya que todos enuncian que es lo que necesitan para comenzar a trabajar (Lipmanowicz & McCandless, *Liberating Structures*, s.f.)

- *What, So What, Now What? W3*

Esta dinámica se utiliza después de realizar la técnica WINFY, en esta se responden a preguntas como ¿qué se ha observado?, ¿qué es lo que implica? ¿qué puede hacer el resto del equipo? Para ello, en primer lugar, se trabaja de forma individual para después poner las ideas en común. Básicamente con esta actividad se resume qué es lo más importante de lo que se ha hablado o en lo se ha trabajado, las implicaciones que puede tener o de qué manera se podría llevar a cabo. Para hacerlo de una manera más eficiente se realiza un listado previo con las preguntas que hacer dividido en etapas.

- **Primera etapa:** ¿Qué? ¿Qué ha pasado? ¿Qué has notado? ¿Qué te ha llamado la atención?
- **Segunda etapa:** ¿Y qué? ¿Por qué es importante? ¿Qué conclusiones surgen? ¿Qué podemos hacer?
- **Tercera etapa:** ¿Y ahora qué? ¿Y ahora qué ? ¿Qué acciones tienen sentido a continuación?

Para esta dinámica es interesante añadir un objeto parlante que dé la palabra, es decir, solo podrá hablar aquel que tenga el objeto, ya que este mismo otorga el turno de palabra (Lipmanowicz & McCandless, *Liberating Structures*, s.f.).



Figura 2. Redibujado de (Lipmanowicz & McCandless, *Liberating Structures*, s.f.) *What, so What, Now What* <https://www.liberatingstructures.com/1-1-2-4-all/>



Imagen 54. Clases con Computer Team empleando 1-2-4 ALL. Elaboración propia

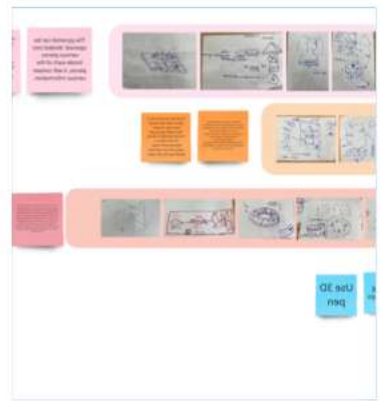


Imagen 55. Clases Supporting Team haciendo uso de WINFY. Elaboración propia.

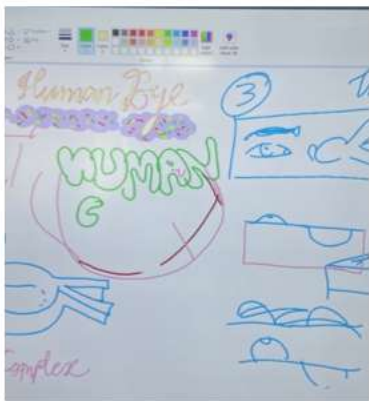


Imagen 56. Clases con Supporting Team y Computer Team utilizando 25/10. Elaboración propia



Imagen 57. Clases con Supporting Team y Computer Team aplicando What, So What, Now What?

4.4 Desarrollo clases de modelado

El enfoque de las clases de modelado tiene como objetivo el traspaso de conocimientos de modelado e impresión 3D. Además de ello, estas clases siempre han estado marcadas por el proceso de diseño de los productos, experimentando diferentes dinámicas y actividades que acerquen a los estudiantes al diseño y al entendimiento de los objetos y usuarios. Los contenidos de las clases se han basado en los aprendizajes de algunas de las herramientas de los programas de modelado de SolidWorks y Rhinoceros. Todos los modelados y tópicos de las sesiones se relacionan con la discapacidad visual, ya que se han analizado productos que utilicen las personas invidentes o las problemáticas con las que se enfrentan en su día a día. En la mayoría de las clases, Abhishek, el presidente de CFC, también invidente, estaba presente, por lo que se recibía un feedback constante de las dudas que surgían. Además, Joon, uno de los estudiantes de las clases y coordinador del equipo de modelado, es albino. Joon tiene algunas dificultades a la hora de ver algunas cosas, por lo que también resultó muy interesante que formase parte de las sesiones de una manera tan activa y contando su experiencia.

En las primeras clases de presentación del uso de los programas de modelado, se explicó cómo se organizaba el programa de SolidWorks, cómo funcionaba. Para ello se prepararon materiales específicos en los que se expusieron los conceptos más básicos del programa, de sus herramientas y de los comandos más útiles.

Paralelamente a esto, se realizó un análisis previo del día a día de Abhishek, encontrándose una problemática al usar el bastón. El bastón de las personas invidentes está compuesto por diferentes elementos metálicos, normalmente de aluminio y por el accesorio giratorio que se coloca en la parte inferior y que está en contacto con el suelo. Puede plegarse gracias a una cuerda que va por el interior de los tubos metálicos.

El accesorio está compuesto por la parte de plástico que toca el suelo y por una percha que se engancha a la misma cuerda que va por el interior de los tubos. Ambas partes van conectadas por presión, escondiendo los elementos que hacen posible que el accesorio gire cuando va por el suelo.



*Imagen 58. Bastón de Abhishek.
Elaboración propia*

El principal problema para Abhishek y para las personas invidentes en Katmandú es la mala calidad del suelo y la dificultad en el terreno. Por todo ello, el accesorio se desgasta con demasiada facilidad, lo que les obliga a cambiarlo con demasiada frecuencia. Esto resulta ser un problema porque la ONG no ha encontrado ningún establecimiento que venda los bastones, pueden pedirlos a países como India o China, pero estos son demasiado caros o tardan demasiado.

Expedición Solidaria apoya a Chain for Change llevando estos bastones y los accesorios, por lo que dependen de estos envíos para tener suficientes cuando requieren cambiarlos.



Imagen 59. Rolling Tip Roto.
Elaboración propia

Por todo ello, se analizó este accesorio y sus posibilidades de impresión con la máquina de impresión 3D. Fue el primer objeto relacionado con la discapacidad visual que se trató en las clases. En estas sesiones se llevaron diferentes accesorios para que los alumnos pudiesen tocar y entender el funcionamiento de este producto. Abhishek también colaboró en la clase explicando su funcionamiento, cómo lo engancha él y cómo se usa el bastón.

El accesorio de la derecha está roto ya que ambas partes no están ensambladas, en el resto de los accesorios, estas partes están demasiados pegadas y no pueden separarse con facilidad. Dada la escasez de estos materiales, el estudio de este producto se realizó sin llegar a romper los accesorios de los que dispone la ONG.

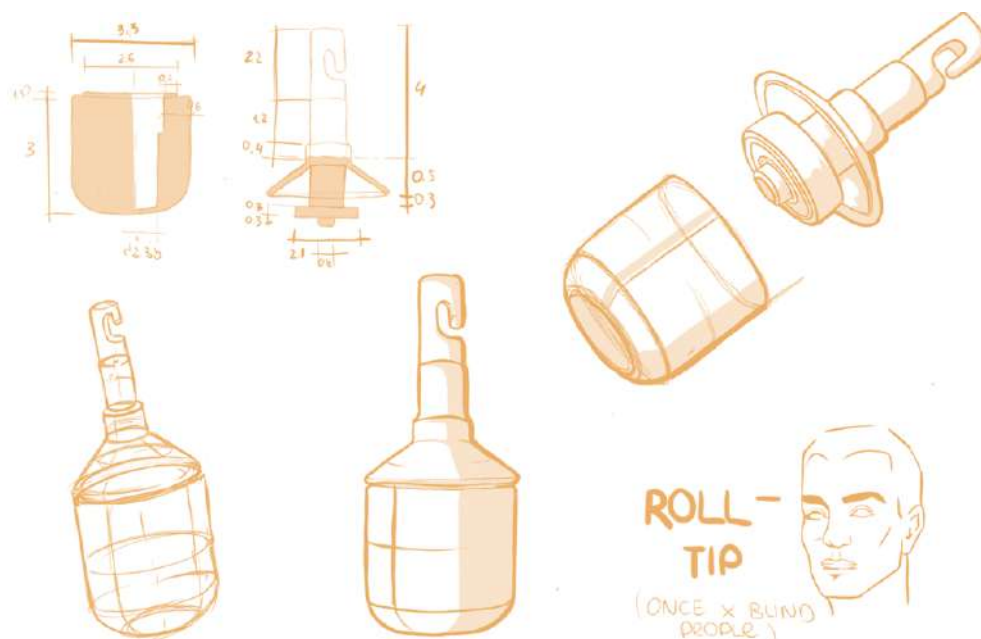


Imagen 60. Boceto y medidas Roll-tip. Elaboración propia

QUESTIONS FOR THE FIRST VISIT TO THE LABORATORY SCHOOL

- *How is the school organised?*
- *What is a school day like?*
- *How many students are there in a class?*
- *What is learning like?*
- *What resources are used? Are they visual, manual or text-only?*
- *Do children have homework? How do blind children do their homework?*
- *Do they get help from their parents? Do they have any extra help during lessons?*
- *If a child needs reinforcement, what do you do?*
- *If someone doesn't understand something, what happens?*
- *Are there areas of knowledge that they cannot learn? What are these areas?*
- *What are the main differences in terms of teaching children with and without visual disability?*
- *What kind of games do blind children play?*

Posteriormente, se continuaron trabajando las distintas técnicas de creatividad explicadas. Se destaca los *brainstorming* y la ideación de ideas, ya que, a través de estas técnicas tan prácticas, los alumnos pudieron interiorizar el proceso de diseño y además disfrutar del proceso. Para mí, la calidad de las clases y que los alumnos se lo pasasen bien aprendiendo en ellas era vital, mi figura era más la de una organizadora de grupo que de una profesora y por eso trataba que me viesen como tal. Dificultades como el idioma o la falta de entendimiento en algunas cosas pudieron llegar a ser un problema, sin embargo, gracias a la empatía y a las ganas de realizar el proyecto, todo se desarrollaba de una manera muy fluida.

Para que entendiesen mejor el proyecto, también se mostró la presentación y memoria del proyecto desarrollado en la asignatura de Cooperación Universitaria al Desarrollo, para que pudiesen visualizar mejor las fases del trabajo, así como la evolución de una idea hasta su prototipado y diseño final.

Se continuó avanzado con las clases de modelado de forma paralela. La regleta era un producto muy problemático para los niños de Laboratory School, por lo que se dedicaron sesiones a repensar este problema y a proponer soluciones. Se comenzó modelando la regleta tal y cómo la usan en el colegio. Pero se desarrolló una propuesta de rediseño de regleta muy interesante y se comenzó a modelar esta última. La regleta se compone de varias partes y de pequeños detalles vitales para el braille y para las personas ciegas, por eso mismo, estos detalles son muy importantes en el modelado. Las clases de modelado de este producto, duraron más de lo previsto debido a la complejidad del mismo y de la dificultad que encontraban los alumnos para modelarlo. Además, esta parte del proceso fue acompañada del pensamiento de los

ensambles y de cómo debía ser el diseño para que todo funcionase, lo que complicó más todo el proceso.

Cuando se terminó parte la regleta, se volvieron a investigar nuevas formas de escribir braille con el programa para incluirlas en el modelado. Tras esto, se pasó al montaje de la impresora, que ocupó una sesión entera. Las siguientes sesiones estuvieron enfocadas en el aprendizaje del programa Chitubox. La primera pieza que se imprimió fue una de las partes del modelo del mapa de Nepal. Se trataba de una figura interesante para comenzar a usar el programa, ya que sus dimensiones eran las máximas de la impresora y para poder colocarlo correctamente para la impresión, había que probar muchas posiciones con el programa lo que hizo que los estudiantes aumentasen su práctica usándolo.

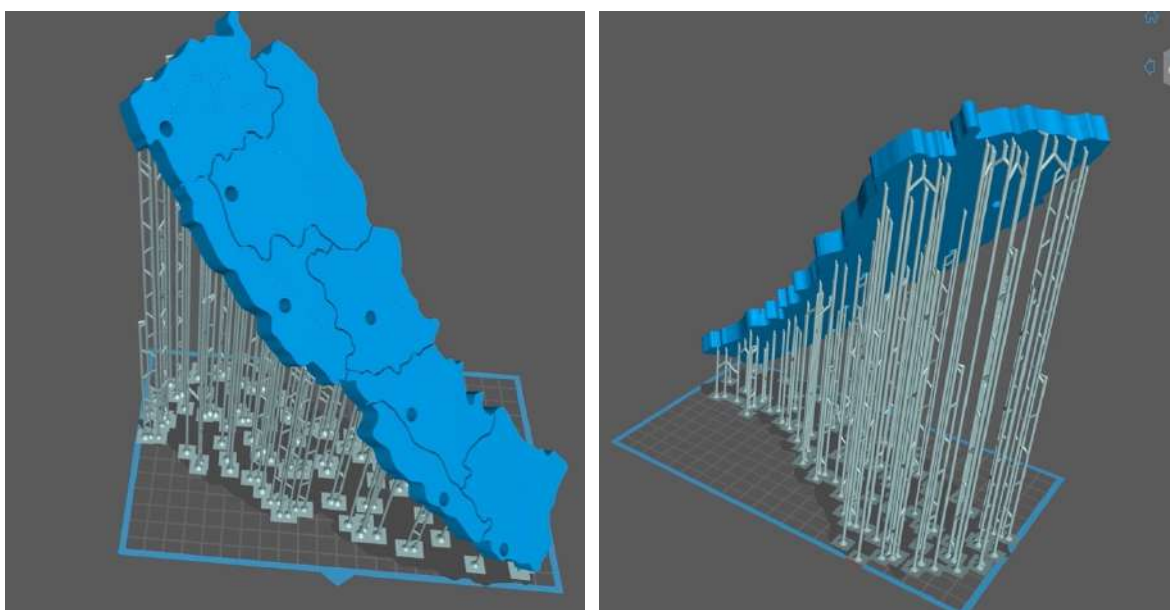


Imagen 62. Preparación de archivo para imprimir en el programa Chitubox. Elaboración propia

En esta sesión se comenzó a imprimir el mapa. Las próximas clases continuarían con el desarrollo de las ideas de los estudiantes y de qué manera se podrían poner en práctica a través de las dinámicas de *Liberating Structures*. Se continuó mandando archivos a imprimir y durante todo este proceso se aprendió de los errores cometidos, se identificaron fallos y puntos a mejorar de cada prueba para que las siguientes impresiones fuesen más exitosas, que mi objetivo fuera desarrollar recursos educativos para ser impresos en 3d no significaba que dejase de explorar otros materiales, en lo que además seguía siendo para mí un aprendizaje para encontrar recursos educativos interesantes con los que trabajar. Se realizaron más visitas a los colegios de niños ciegos con el fin de continuar testeando los productos y comenzar los avances con el profesorado y niños del centro. Finalmente, se dedicaron un par de días a la puesta a punto de los modelos, a lijarlos, eliminar resinas, curarlos, etcétera.

4.5 Desarrollo de las clases de taller

El enfoque de la clase de taller era similar al de las clases de modelado, ya que el sentido de ambas era el de crear materiales para personas con discapacidad visual. La diferencia entre ambas fueron los materiales empleados para llevarlos a cabo. El equipo de las clases de taller estaba formado por estudiantes de periodismo, ADE, *Project Management* y microbiología. Resulta todo un reto crear clases y dinámicas capaces de atraer la atención y mantener el compromiso de los estudiantes viniendo de disciplinas tan distintas.

Las sesiones comenzaron con presentaciones personales en las que cada uno se definía y contaba cuáles eran sus expectativas con el proyecto y que es lo que pensaba que podría aportar cada uno. Previamente a mi llegada, la ONG les había pedido la solución a un problema que tienen las personas con discapacidad visual, es decir, que desarrollasen una idea con la que pudiesen trabajar durante el proyecto. Parte de mi trabajo era la revisión y mejora de todas esas ideas para su posible puesta en marcha por mi parte, o en un futuro, por su parte. Sin embargo, es muy difícil que una persona que no conozca el proceso de diseño, pueda diseñar. El comienzo de las clases empieza por eso mismo, tratar de explicar el proceso de diseño. Dado que el tiempo del que se disponía era muy reducido, no había tiempo que perder.

Ninguno de ellos sabía cómo realizar una investigación de mercado, cómo identificar problemas de una manera ágil y creativa, por lo que se buscaron diferentes técnicas de creatividad que ayudasen a potenciar estos pensamientos y que motivasen al alumnado a salir de su zona de confort y practicar la empatía. Tras numerosos *brainstorming* y diferentes dinámicas, llovieron las ideas enfocadas a resolver un problema mucho más real que los que habían propuesto inicialmente.

Debido a la viabilidad del proyecto, era necesario tener alguna biblioteca en la que almacenar toda la información que se avanzaba, por ello se usaba Miro. A pesar de realizar muchas actividades en papel, después se digitalizaba o se añadían capturas de las anotaciones en físico.

Conformen avanzaban las clases, se fueron acotando conceptos para que así fuese más fácil desarrollarlos, siempre animando a los estudiantes a que el primer paso saliese de ellos y el enfoque o manera de trabajar fluyese de la misma manera.

Una de las partes en las que el equipo de maquetas iba a participar era en la creación del manual inclusivo, debido a las diferentes ramas de las que provenían cada estudiante. Dado que había estudiantes de periodismo, ellos podían encargarse de la redacción de texto, y aquellos más relacionados con la gestión

y economía, debían realizar los presupuestos de lo que costaría la impresión de cada uno de estos manuales. Las ilustraciones se realizarían por aquellas personas que disfrutasen haciéndolo, ya que en el grupo, muchas estudiantes querían probar con esta parte.

Finalmente, se decidió hacer un primer manual, que es el Anexo C, hecho por Valeria (otra estudiante becada también por el CCD cuyo objetivo era trabajar aspectos de accesibilidad arquitectónica) y por mí, en el que mi parte correspondería con el diseño de las ilustraciones, identidad del manual y diseño editorial. Valeria por otro lado se encargaría de la redacción y traducción de los textos que aparecen en el manual. Esta decisión vino dada con el fin de agilizar y facilitar a los estudiantes las metodologías de trabajo, ya que al hacerlo nosotras, pero siendo partícipes del proceso que hemos seguido para llevarlo a cabo, podrían replicarlo por ellos mismos en un futuro. Los estudiantes estuvieron activos en gran parte de la toma de decisiones en cuanto a estilos de ilustración, situaciones a exponer, errores a modificar etc. El objetivo del manual es que ellos puedan continuar ilustrando más situaciones a las que se enfrentan personas con discapacidad visual en otros ámbitos. El manual creado trata sobre la vida en la ciudad, pero podían crearse más ediciones entorno a dificultades en el colegio, en casa, etc.



Imagen 63. . Clases de taller de maquetas. Elaboración propia

Otro de los objetivos de este grupo era el de crear maquetas con materiales locales y para hacer eso, tenían que aprender a cómo hacerlo. Por este motivo siempre participaron en la creación de los materiales necesarios para el desarrollo de los talleres para los niños de Laboratory School y Namuna School (otra de las escuelas con estudiantes videntes e invidentes). Además, siempre se trató de mostrar que ya hay muchos materiales y productos existentes en el mercado y que en algunos casos es más fácil, económico y eficaz adaptarlos a las necesidades que volver a crearlos. A través de estas pequeñas modificaciones se consigue la autonomía de los pequeños y pequeñas para aprender por sí mismos sin necesidad de un profesor o tutor que tenga que acompañarlas en cada momento.

4.6 Segunda aproximación a la realidad. Desarrollo a través de la experimentación

Una de las partes más importantes del proyecto con Chain for Change es la de crear recursos educativos para los niños invidentes de colegios de Nepal, para ello, no solo se han llevado a cabo impresiones en 3D, si no que se ha enseñado a los estudiantes de Saint Xavier's a trabajar con las manos y a crear maquetas que sean útiles para los niños según las necesidades detectadas. Durante la estancia y el proceso de desarrollo de los talleres una nueva alianza surgió en el proyecto y otro colegio con niños con discapacidad visual apostó por este nuevo camino de aprendizaje. Consecuentemente también se realizaron talleres tanto para Laboratory School como para Namuna School, en Katmandú.



Imagen 64. Fila superior Laboratory School. Elaboración propia

Imagen 65. Fila inferior Namuna School. Elaboración propia

El objetivo de la ONG es conseguir que más colegios de la ciudad confíen en estos métodos de aprendizaje y que apuesten por la organización para desarrollarlos y así aportar mayor calidad al aprendizaje de las personas con discapacidad visual.

El alumnado de los colegios tenía niveles desiguales, ambientes distintos y edades variadas, por lo que se han adaptado los talleres dependiendo de estos detalles. Las valoraciones de estos también han tenido en cuenta estos factores para poder determinar las conclusiones de una forma más objetiva. Una de las dificultades que se han presentado al desarrollar este tipo de actividades es la comunicación. Muchos de los niños son muy introvertidos, por lo que comunicarse con ellos resulta un poco complejo. Además, muchos de ellos saben muy poco inglés, por lo que para alguna de las actividades es necesario que los estudiantes de la universidad realizasen la explicación o las tradujesen. De esta manera, la conversación es un poco más fluida y los niños se sienten más cómodos para participar en las actividades.

Con estos talleres, se involucran a todas las partes del proyecto. Por un lado, la ONG gestiona todas las problemáticas y solicita los permisos para que se puedan llevar a cabo los diferentes talleres en los colegios. Por otro lado, los estudiantes de Saint Xavier's también participan, ya que proporcionan soporte para el desarrollo de las maquetas y prototipos que usar en los talleres. Para cerrar este círculo, los niños y niñas de los colegios con discapacidad visual adquieren nuevos recursos que utilizar en sus clases y participan en talleres en los que aprenden y además trabajan otras facetas sociales, ya que interactúan con más personas con diferentes situaciones y practican la expresión oral y corporal.



Imagen 66. Presentación con el director de Laboratory School. Elaboración propia

Mi compañera Valeria y yo realizamos *brainstormings* en el que surgieron diferentes ideas de talleres a realizar, se seleccionaron las ideas más interesantes y se les propuso junto con un cronograma a la ONG. Además de ello, se realizó un pequeño dossier de las actividades a realizar en cada taller, los materiales que se consideraban necesarios para realizar las maquetas y los beneficios que se obtendrían tras realizarlo.

Tabla 3. Primer cronograma talleres. Elaboración propia

<i>Friday, September 15</i>	<i>Spatial Orientation Workshop for children</i>
<i>Friday, September 22</i>	<i>3d pencil presentation</i>
<i>Friday, September 29</i>	<i>Art and sculpture workshop</i>
<i>Friday, October 6</i>	<i>Solar system planets workshop</i>
<i>Friday, October 13</i>	<i>Workshop on presentation and use of 3D printed products</i>
<i>Friday, October 20</i>	<i>Goodbye</i>

Para crear el cronograma se tuvieron en cuenta las diferentes festividades del país, aún así, debido a las épocas de exámenes de los estudiantes y otras cuestiones, se modificó el cronograma y las actividades planteados. El resultado fue el siguiente:

Tabla 4. Segundo cronograma talleres. Elaboración propia

<i>Sunday, September 17</i>	<i>Spatial Orientation Workshop for children for LAB School</i>
<i>Tuesday, September 22</i>	<i>Maths workshop for LAB School</i>
<i>Tuesday, October 3</i>	<i>Solar system planets workshop for LAB School</i>
<i>Thursday, October 5</i>	<i>Maths workshop for Government School</i>
<i>Friday, October 6</i>	<i>Solar system planets workshop for Government School</i>
<i>Friday, November 3</i>	<i>Workshop on presentation and use of 3D printed products for LAB School</i>

4.7 Taller de orientación espacial

El primer taller planteado para los niños del Laboratory School fue el de orientación espacial. Al ser una de las primeras tomas de contacto con ellos, era necesario conocer la independencia que tenían y la capacidad que poseían para moverse por diferentes entornos. Algunos de ellos están acostumbrados a usar bastón, aún así, no siempre es fácil utilizarlo en Katmandú debido a la mala calidad de las calles. Además, dentro del centro tampoco lo usan ya que está bastante adaptado para personas con discapacidad visual y resulta sencillo moverse sin necesidad de bastón.

El taller de orientación espacial es una sesión educativa diseñada para ayudar a las personas a desarrollar habilidades relacionadas con la comprensión y la navegación en el espacio que les rodea. Este tipo de talleres son particularmente útiles para aquellos que enfrentan desafíos en la movilidad o necesitan fortalecer su capacidad para entender y maniobrar en entornos físicos. Al tratarse de niños, el enfoque debía ser distinto, para que a la vez de participar en el taller, también se divirtiesen.

Para ello, se diseñaron las máscaras de diferentes animales con el equipo de apoyo del proyecto. Se escogieron animales representativos de Nepal para que los niños pudiesen reconocer su sonido y así relacionarlo con su país y con la fauna del mismo. Los animales escogidos fueron tigres, vacas, gallinas, ranas, perros y gatos.



Imagen 67. Plantillas de las máscaras de animales. Elaboración propia

Antes de empezar con la actividad, es necesario que los niños hagan un estudio previo de cómo es la habitación dónde se va a realizar la actividad. Para ello, se dejaron unos minutos para que los niños caminasen por la clase e identificasen los diferentes elementos que podían encontrarse o calcular de alguna manera las distancias existentes entre un punto y otro.

- **Actividad 1:**

La primera actividad se basa en repartir una máscara a cada niño y en hacer un corro con todos los niños sentados en el suelo. Se reproducirán los diferentes sonidos que hacen los animales y cuando los estudiantes sepan que el sonido que suena corresponde con su animal, deberán levantarse. Esta primera actividad es necesaria para que los niños sepan cómo es el sonido de cada animal sin perturbaciones de otros ruidos.

- **Actividad 2:**

La segunda actividad de la dinámica consiste en que todos los niños se sienten en el suelo con sus máscaras. Los estudiantes de Saint Xavier están también repartidos por la sala y con un altavoz. Cada uno de ellos es responsable de emitir el sonido de un animal y que los niños se dirijan al lugar de dónde proviene el sonido. Esta actividad tiene diferentes niveles de dificultad ya que en la primera parte solo se emitirá el sonido de un animal, por lo que la pareja de niños que posean el mismo animal deberán ir hasta ese punto, no importa si van juntos o por caminos separados. Conforme los niños vayan entendiendo la actividad y su funcionamiento, se irá subiendo el nivel. En los siguientes niveles, se emiten más de un animal a la vez, por lo que los sonidos empiezan a superponerse y cada vez es más difícil llegar al sonido del animal que te corresponde. El último nivel es la mezcla de muchos sonidos en diferentes puntos del aula. Este último tiene una dificultad muy grande debido a la cantidad de sonidos estridentes que se entremezclan.



Imagen 68. Conjunto de imágenes que recogen la preparación el Taller de Orientación Espacial
Elaboración propia

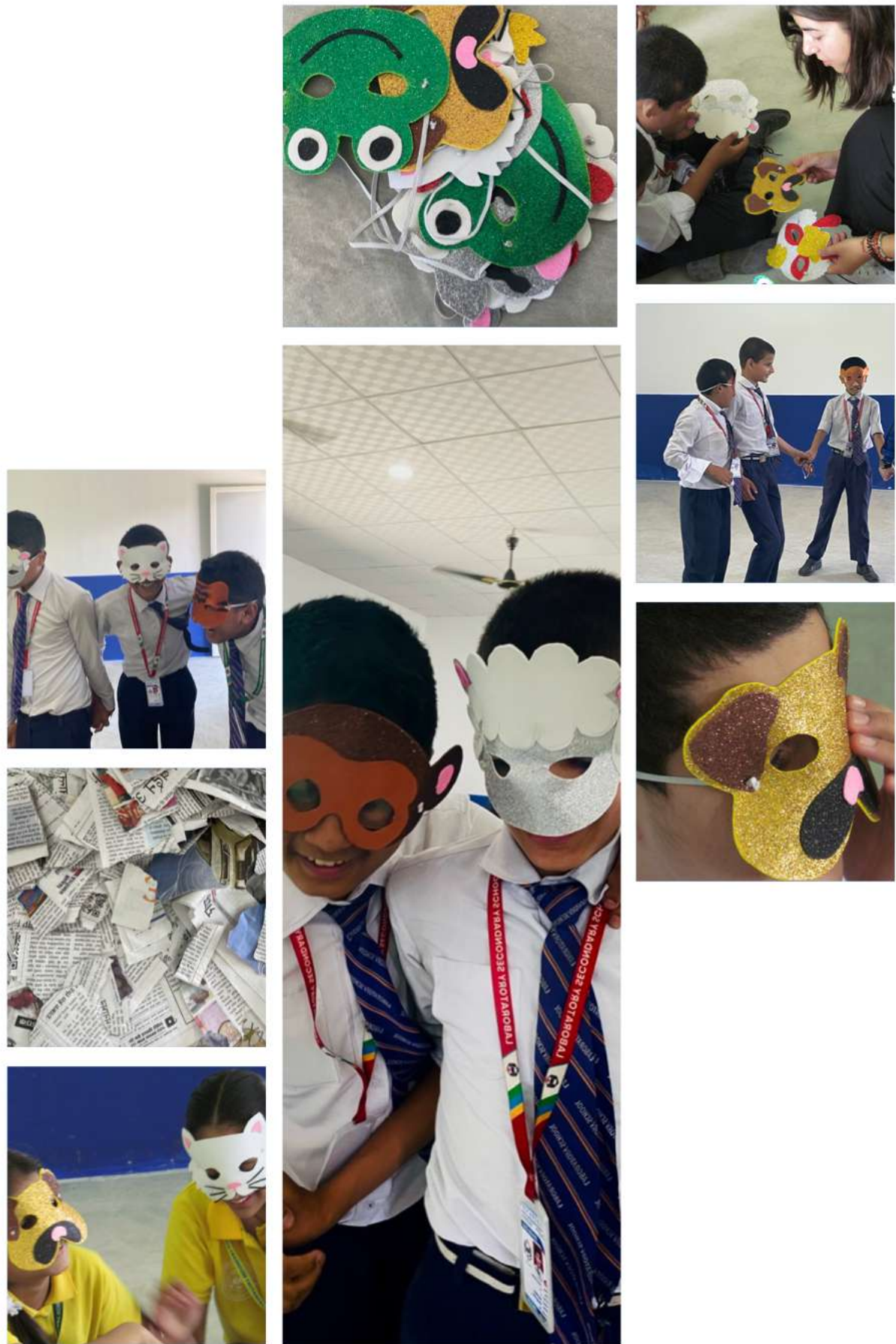


Imagen 69. Conjunto de imágenes que recogen el Taller de Orientación Espacial. Elaboración propia

4.8 Taller geométrico táctil: construyendo conceptos matemáticos con creatividad

El segundo taller a desarrollar fue el de matemáticas. El objetivo de este era el de enseñar a construir diferentes figuras geométricas para así explicar diferentes conceptos como aristas, lados y vértices. Pueden parecer conceptos muy sencillos ya que al ver los cuerpos tridimensionales se entienden los significados. Sin embargo, para una persona con discapacidad visual resulta una tarea muy complicada de comprender. En muchas ocasiones, los alumnos no poseen materiales adaptados, por lo que no pueden aprender ciertos conocimientos. En algunas ocasiones solo es necesario tiempo, dedicación y creatividad para pensar en cómo explicar los conocimientos a unos niños con necesidades específicas. El problema es la falta de tiempo de los profesores, ya que en cada clase hay más de 30 niños y es realmente complicado llegar a todos ellos y más aún cuando un porcentaje del aula requiere de una especial atención. Este tipo de talleres dan apoyo en este sentido, ya que repasan, enseñan o profundizan en aspectos que por falta de tiempo o de medios, no han podido ser enseñados.

Los materiales necesarios para este taller han sido por un lado, diferentes tarjetas escritas en braille y en inglés para poder leer la información existente. Además, también se usó el lápiz de impresión 3D para dibujar en textura las figuras geométricas. En estas cartas, se escribe el nombre de la figura, número de vértices, número de lados, número de caras. Para este taller también son necesarios palillos de madera medianos y plastilina.

Aparte de ello, se compraron tableros de madera con figuras en una tienda local. El tablero no está pensado para niños ciegos, por lo que se decidió adaptar estos tableros para que los niños pudiesen usarlo ya que se observó gran potencial en el mismo. Para llevar a cabo esta adaptación se escribió en cartulinas los nombres de cada una de las piezas en lenguaje braille, después se pegaron y plastificaron en el tablero. Esta pequeña adaptación es muy útil para los niños ya que gracias a estas pegatinas y al tacto, pueden identificar las siluetas de las formas, leer sus nombres y aprender de una manera mucho más dinámica.



Imagen 70. Adaptación de un juego para personas con discapacidad visual. Elaboración propia

Este taller también se divide en tres partes. En la fase previa es necesario hacer una ronda de preguntas para conocer cuál es el nivel de los estudiantes con los que se va a realizar el taller, pues cada uno de ellos pertenece a una clase distinta. Se preguntan las diferencias entre las figuras en 2D y 3D y después de esa introducción, se pasa a la siguiente etapa del taller, la de las actividades.

- **Actividad 1:**

En la primera actividad del taller se reparten una de las formas que componen el tablero adaptado a cada niño. Cada pieza tiene una forma distinta y cada niño tiene que identificar cuál es la figura que tiene en la mano. Esta dinámica se repite varias veces, variando las figuras para cada alumno. Para concluir con esta actividad, se reparte el tablero adaptado y se le pide a los niños que además de identificar la forma, la coloquen en el hueco con la silueta en el tablero. Uno de los objetivos es el de mejorar y hacer que los niños mejoren poco a poco, por eso se hace una primera rueda de reconocimiento de los materiales para ir aumentando la dificultad. Puede parecer que las figuras son fáciles de adivinar, sin embargo, no todos los niños supieron decirlo bien a la primera. En el momento que no ves las cosas, son difíciles de reconocer y son necesarios diferentes detalles que ayuden a identificar las figuras.

- **Actividad 2:**

La siguiente etapa comienza preguntando conceptos de figuras en 3D. Ellos saben algunos de los nombres de las figuras geométricas, pero les cuesta comprender conceptos como vértice, nudos etc. Para facilitar la enseñanza se reparten las cartas que el equipo ha diseñado y que sirven de apoyo inicial para los niños. Los estudiantes de St.Xavier's van con una pareja de alumnos con discapacidad visual, de esta manera se puede comentar en equipo lo que los alumnos van leyendo. Una vez han leído esa tarjeta, se vuelven a repartir otras tarjetas con el fin de que los niños puedan leer cuántas más tarjetas mejor. La información que aparece en ellas les servirá para la parte práctica del taller. Tras esto, se van pasando las maquetas realizadas por los estudiantes a modo de ejemplo. Estas maquetas están hechas de palillos de madera y plastilina. A través del tacto, los alumnos van entendiendo las formas tridimensionales que los estudiantes les van dando. Los palillos de madera son los lados, los círculos de plastilina son los vértices y el espacio que conforman son los lados. A través de esta metodología, los niños integran un mecanismo muy sencillo con el que identificar y aprender la dinámica del juego y del entendimiento de las formas geométricas.

- **Actividad 3:**

La última etapa del taller es la aplicación de todo lo aprendido. En ella, los propios niños harán las figuras por sí solos. Lo primero que se hace es repartir las tarjetas con la información, las figuras que aparecen en ellas, serán las que tendrán que replicar con los materiales. Al principio de la actividad, necesitan ayuda para entender cómo se ensamblan los palillos en la plastilina. Los estudiantes les

apoyan dándoles los palillos o suministrando las bolas de plastilina. Durante las construcciones, se van preguntando a los niños cuántos palillos hacen falta para construir la pieza que están haciendo y por tanto, cuántos vértices y lados tendrán. Cada vez que construyen una forma, se les da una carta nueva y siguen construyendo más elaboraciones.

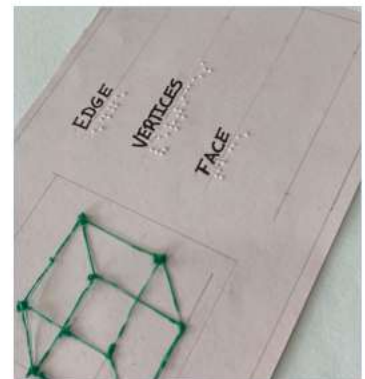


Imagen 71 Colección de imágenes de la preparación del Taller Geométrico Táctil. Elaboración propia.



Imagen 72. . Conjunto de imágenes del Taller Geométrico Táctil. Elaboración propia

4.9 Taller de maquetas sensoriales del sistema solar

El objetivo de este taller era el de hacer partícipes a los niños con discapacidad visual de la creación de sus propios recursos. Es muy importante que sientan que pueden hacer cualquier cosa, demostrándoles que pueden ser autosuficientes y autónomos en muchas tareas. Si se les dedica el tiempo suficiente para explicarles los pasos y lo que tienen que hacer, son capaces de realizar muchas cosas por sí mismos, demostrando más ganas e ilusión que el resto de los compañeros.

Todos los talleres tratan de involucrar a las diferentes partes en el proyecto, por ello, los estudiantes de St. Xavier's School llevaron a cabo las creaciones de las bases en cartulina de los sistemas solares. La idea consiste en hacer, por un lado, los diferentes planetas con pelotas de plástico y globos que serán envueltos con papel de periódico usado, cola y agua mezcladas. Con esta mezcla se conseguirá el tamaño deseado para cada planeta, y para que el día del taller los niños lo puedan pintar. Por otro lado, en una cartulina se dibujan las órbitas de los planetas con el lápiz de impresión 3D con el fin de conseguir diferentes texturas y que los niños puedan identificarlas más fácilmente. También se dibujarán con el lápiz puntos, simbolizando las estrellas del firmamento. Se harán pequeños letreros en braille con el nombre del planeta para pegarle junto a él. Por otro lado, los estudiantes desarrollarán unas cartas informativas para cada planeta. La estructura de esta carta está compuesta por el nombre del planeta, su radio, la posición que ocupa en el sistema solar y un dato curioso sobre él.

Durante la dinámica en los colegios, se pueden diferenciar tres partes principales.

- **Actividad 1:**

En la primera de ella se explica lo que se va a hacer durante la actividad, también se realiza un breve repaso de los conocimientos que tienen sobre el sistema solar y los planetas. Tras esto, se comienzan a repartir las tarjetas con los datos. Cada estudiante acompaña en la lectura a un niño o parejas de niños. Durante este tiempo, los niños leen la carta en braille y tratan de aprender lo leído con su compañero y el estudiante de Saint Xavier's. Las cartas se retiran y se vuelven a repartir. De esta manera, los niños pueden leer diferentes cartas para aprender más sobre más planetas.

- **Actividad 2:**

La segunda parte de la dinámica se centra en pintar los planetas. Para esto se repartirán pinceles y pinturas a los niños. En esta etapa los estudiantes apoyan a los niños indicándoles cómo pintar y enseñándoles a pintar guiándose por la curvatura de los círculos. Una vez los niños han acabado de pintar, se ponen a secar los planetas.

- **Actividad 3:**

En esta última etapa, los niños pegan los planetas a la base en cartulina del sistema solar. Para ello, los estudiantes les ayudan guiándoles por el tablero uno a uno, explicándoles qué están tocando y preguntándole donde deberían poner su planeta. Los estudiantes tienen que aprenderse el contenido de las cartas para luego hacer una pequeña exposición delante de la clase sobre su planeta y sobre lo nuevo que ha aprendido en la dinámica.



Imagen 73. Colección de imágenes de la preparación del Taller del Sistema Solar



Imagen 74. Colección de imágenes del Taller del Sistema Solar

4.10 Conclusiones

Las conclusiones que se sacan después de cada taller son diferentes, pero todas muy alentadores. Estas dinámicas tienen un doble objetivo. Por un lado, profundizar en la contextualización que necesito para llevar a cabo un trabajo integral, viable en su implementación y sin generar dependencias. Es un proceso esencial en todo proyecto de cooperación. Por otro, se centran en capacitar a las personas con discapacidad visual para que puedan explorar el entorno de una manera activa, promover su autonomía y animar a su participación en las actividades.

Para mi propio entendimiento de la realidad invidente y cómo es el aprendizaje de los niños y niñas que participaron, el taller de orientación espacial tuvo muchos aspectos positivos para los niños que participaron. Ellos tienen la capacidad de identificar diferentes texturas y formas con las máscaras, por lo que trabajan el tacto. Se trabajan también otros sentidos como el oído, ya que el sonido es una de las partes más importantes de la dinámica y tienen que esforzarse mucho en ello para conseguir el resultado. Pero aparte de eso, también trabajan la confianza en sus compañeros y en ellos mismos, ya que deben de arriesgarse y confiar en su instinto para ir avanzando en las pruebas. El hecho de salir de sus aulas, de sus zonas de confort, es un gran cambio para ellos al que deben de adaptarse rápidamente para realizar las actividades. Practican la movilidad en el espacio, poniendo en práctica las técnicas que han aprendido para navegar en espacios interiores y exteriores. Gracias a eso, desarrollan la conciencia espacial de los entornos para saber dónde están los objetos y la relación que guardan con el resto de las cosas en los entornos.

La creación de máscaras de animales representativos de Nepal agregó un elemento lúdico al taller, asegurando que los niños se divirtieran mientras participaban en actividades educativas. Este enfoque lúdico es esencial para mantener el interés y la participación activa de los niños. La asociación de sonidos de animales con máscaras específicas no solo proporcionó diversión, sino que también estimuló la memoria auditiva de los niños y niñas. La capacidad de reconocer y asociar sonidos con animales específicos es valiosa para su comprensión del entorno y su capacidad para identificar elementos a través del sonido. Las actividades en grupo, como levantarse en el momento correcto en respuesta a un sonido específico, fomentaron el trabajo en equipo y la cooperación entre los niños. La segunda actividad, donde los niños debían dirigirse al lugar del sonido emitido por otros estudiantes, promovió la comunicación y la colaboración. El diseño de diferentes niveles de dificultad en la segunda actividad permitió a los niños avanzar gradualmente y desafiarse a sí mismos. Desde niveles más simples hasta la complejidad de manejar múltiples sonidos superpuestos, este enfoque graduado facilitó el desarrollo progresivo de habilidades auditivas y de orientación espacial.

En resumen, el taller proporcionó a los niños y niñas invidentes una experiencia educativa integral que abordó aspectos clave de su desarrollo, desde habilidades de orientación espacial hasta estimulación sensorial y social. Además, la combinación de diversión y aprendizaje garantizó un ambiente positivo y motivador para su participación activa.

En cuanto al taller de matemáticas, destacar sobre todo el gran entusiasmo de los estudiantes. Algunos de ellos tenían los conocimientos que se impartieron, sin embargo, ninguno de ellos los entendía en profundidad. Los niños ciegos son capaces de entender y retener la parte teórica, sin embargo, a pesar de que la recuerden y puedan nombrar todas sus características, no son capaces de describirlas en un marco más práctico. Es costoso para ellos replicar las formas o reflejar cuál es la idea de lo que tienen en su cabeza. Este taller es un método de expresión y de aprendizaje, a través de él pueden crear formas y enseñar a sus compañeros con sus construcciones. Es una forma única de transmitirles confianza.

Al principio fue complicado para muchos de ellos, pero con la práctica se dieron cuenta de lo capaces que eran de interpretar lo que leían en las cartas y construir las diferentes formas. Se trata de un ejemplo más de cómo a primera vista parece impensable que sean capaz de construir formas tridimensionales, pero que, con un poco de creatividad, tiempo y un espacio en el que crear, pueden hacer mucho más de lo que la gente que les rodea piensa. Se trata de actividades que empoderan mucho a los niños.

El taller de matemáticas se centró en la construcción de figuras geométricas tridimensionales, lo que permitió a los niños con discapacidad visual comprender conceptos como aristas, lados y vértices, que pueden resultar abstractos para ellos. La utilización de materiales táctiles y adaptaciones específicas facilitó su acceso a estos conocimientos. La adaptación de tableros de madera con figuras en braille y la creación de tarjetas informativas escritas en braille e inglés aseguraron que los materiales educativos fueran accesibles para los niños con discapacidad visual. Esto abordó la falta de materiales adaptados que a menudo enfrentan estos estudiantes.

La utilización de palillos de madera y plastilina para crear maquetas de figuras geométricas permitió a los niños experimentar táctilmente las características de estas formas. El aprendizaje a través del tacto contribuyó a una comprensión más profunda y tangible de los conceptos matemáticos.

En conclusión, el taller no solo proporcionó a los niños con discapacidad visual acceso a conceptos matemáticos tridimensionales de manera inclusiva, sino que también fomentó el desarrollo de habilidades táctiles, sensoriales y cognitivas, creando un ambiente educativo enriquecedor y participativo.

El taller del sistema solar sirvió como impulso e inspiración a muchos niños ya que ninguno de ellos había pintado nunca y menos había cogido alguna vez un pincel. Muchos de ellos si tienen acceso a estas herramientas como estas, sin

embargo, los padres o tutores no piensan que sean capaces de pintar, colorear o dibujar por sí mismos. Puede que sea difícil imaginar qué beneficios tiene para los niños o de qué les sirve estas prácticas, pero, tras estas actividades, los niños descubren una nueva faceta con la que disfrutar y desconectar, puede que nunca vean los colores o el paisaje que trazan, sin embargo, si pueden sentir el trazo de un pincel sobre el papel y sus diferentes texturas, pueden sentir la pintura y su fuerte olor. Simplemente pueden divertirse moviendo el pincel e imaginando la obra que pueden construir. Pueden desarrollar su expresión creativa, ya que con la pintura son capaces de experimentar y plasmar sus emociones. Además, es una forma de estimularlos sensorialmente. Está claro que la visión es un sentido muy importante en el arte, sin embargo, otras sensaciones como el tacto o la textura y el uso de diferentes materiales y técnicas los estimulan. A su vez, también puede crear mapas mentales y explorar su imaginación. Pueden servir como terapia emocional para expresar distintas emociones.

Al llevar a cabo los talleres de forma grupal y trabajando en pareja, los niños pueden conectar socialmente, dándoles más oportunidades para la interacción social.

A través de este taller se desarrolla la motricidad fina, ya que gracias al uso de pinceles, esponjas y otras herramientas, independientemente de la capacidad visual.

También se fomenta la autonomía, ya que aprender a pintar y a crear puede fomentar la independencia y la autoestima. La capacidad de crear algo es significativo para una persona, sobre todo a edades más tempranas y en el caso de personas con discapacidad, puede significar un impulso para la autoconfianza en uno mismo.

La dinámica de la actividad, donde los estudiantes acompañaban a los niños en la lectura de cartas, promovió la colaboración y la comunicación entre los participantes. Además, la posterior exposición de cada niño sobre su planeta frente a la clase fomentó habilidades de expresión y comunicación. La fase de pintura de los planetas brindó a los niños la oportunidad de expresar su creatividad y aprender a pintar guiándose por la forma curva de los círculos. Esto contribuyó al desarrollo de habilidades artísticas y a la expresión individual. En resumen, el taller no solo cumplió con su objetivo principal de crear recursos educativos, sino que también proporcionó a los niños con discapacidad visual una experiencia integral que abarcó aspectos educativos, sensoriales y creativos, contribuyendo así a su desarrollo personal y académico.

La inclusión de personas ciegas en este tipo de actividades artísticas, promueven la inclusión y ponen en duda los estereotipos sobre las capacidades y los límites de estas personas. También resulta una estimulación cognitiva ya que implica toma de decisiones, planificación y la resolución de problemas.

La importancia de estas dinámicas para mi conocimiento de la realidad y la propuesta de proyecto a través de talleres para las personas con discapacidad visual radica en comprender profundamente las barreras y desafíos que enfrentan en su vida diaria. A través de la interacción directa y el aprendizaje sobre sus experiencias, he podido reconocer la necesidad de crear espacios inclusivos donde se promueva la autonomía y la creatividad. Los talleres creativos no solo sirven como una herramienta de expresión artística, sino que también fomentan habilidades prácticas y de autoconfianza, contribuyendo significativamente al bienestar emocional y social de las personas con discapacidad visual.

Este proyecto tiene como objetivo central empoderar a los niños y niñas con discapacidad visual al permitirles crear sus propios recursos. La experiencia ha demostrado que, con la adecuada explicación y dedicación de tiempo, estos niños y niñas son capaces de realizar tareas por sí mismos, mostrando gran entusiasmo y determinación. Al ofrecer estos espacios inclusivos, donde se fortalece su autonomía y se anima a desarrollar sus habilidades, se garantiza que las personas con discapacidad visual puedan participar de manera activa. De esta manera, no solo se promueve su inclusión, sino también se fomenta un entorno donde puedan expresarse, crecer y contribuir con su creatividad y capacidades.

5 Diseño de productos y realización de prototipos

5.1 Requerimientos

Una vez conocido el marco teórico del proyecto, es necesario aunar los puntos obtenidos a lo largo de la investigación, conociendo las limitaciones y capacidades del usuario y atendiendo a las necesidades demandadas por los mismos. Teniendo en cuenta las exigencias de los colegios a los que pertenecen los niños y niñas con discapacidad visual, los agentes involucrados de St. Xavier's. College y de la ONG CFC, para así tenerlos en cuenta a la hora de diseñar.

La información de los apartados anteriores proporciona parte de las especificaciones a seguir, pero son las extraídas de las vivencias personales y talleres las que añaden más valor para acotar el briefing del producto. Las características generales son las siguientes:

- El diseño debe ser útil tanto para personas con discapacidad visual como para personas videntes.
- Debe incorporar braille y marcas táctiles para ayudar en el uso.
- Tiene que tener un almacenaje sencillo y en el caso de que el diseño disponga de piezas pequeñas, asegurar que sea difícil perderlas.
- Los diseños deben cubrir las necesidades de las personas con discapacidad visual con las que se ha desarrollado el proyecto.
- Deben suponer una herramienta que facilite el aprendizaje educativo.
- Los productos deben ser intuitivos y sencillos en el uso.
- Tiene que potenciar la interacción entre personas con distintas capacidades visuales.
- Debe ayudar en la independencia de los niños y niñas y conectar con ellos culturalmente.

En cuanto a las necesidades técnicas se puede destacar:

- Los diseños tienen que imprimirse en 3D y el material será resina.
- Se diseñará por lo menos un modelo impreso en 3D.
- Las dimensiones de la impresora como limitante en cuanto al tamaño de las impresiones.
- Se debe diseñar y preparar los archivos teniendo en cuenta la optimización del tiempo y ahorro de resina.

En cuanto a las necesidades estéticas y formales se debe tener en cuenta:

- Buscar formas redondeadas y suaves, evitando las aristas y esquinas para mayor seguridad.
- Debe incorporar texturas u otros detalles que ayuden al fácil entendimiento del producto.

5.2 Bocetos e ideas iniciales

A partir de la información recabada a través de los diferentes medios, se diseñaron ideas relacionadas con los tópicos propuestos por los centros educativos, pero también atendiendo a los resultados generados en los talleres de *brainstorming* con los estudiantes de St. Xavier's.

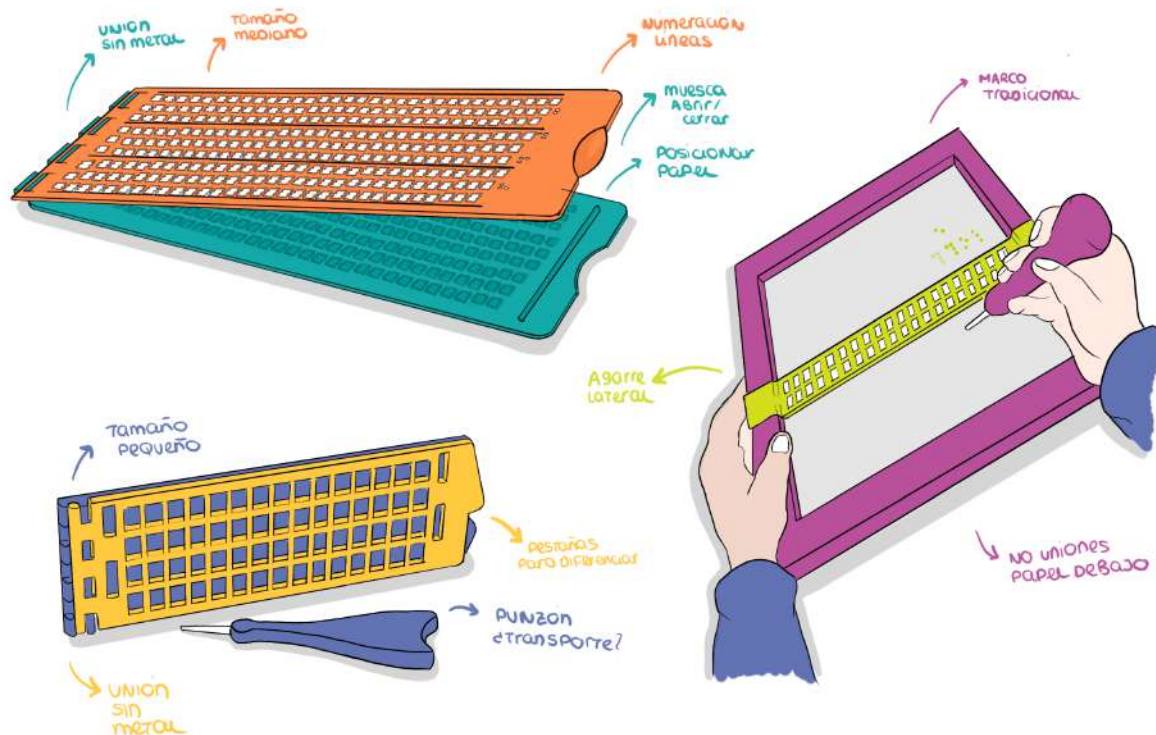


Figura 3. Boceto de rediseño de la regleta de escritura Braille. Elaboración propia

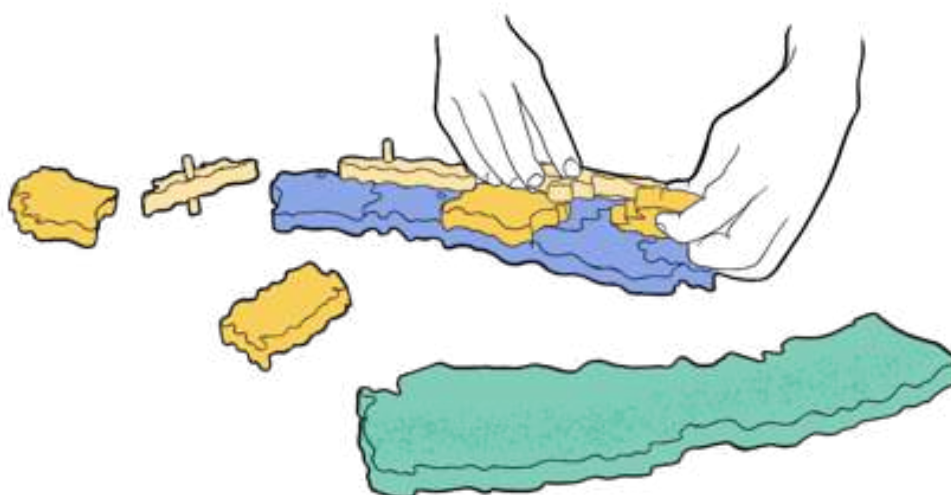


Figura 4. Boceto enfocado al aprendizaje de las provincias de Nepal. Elaboración propia

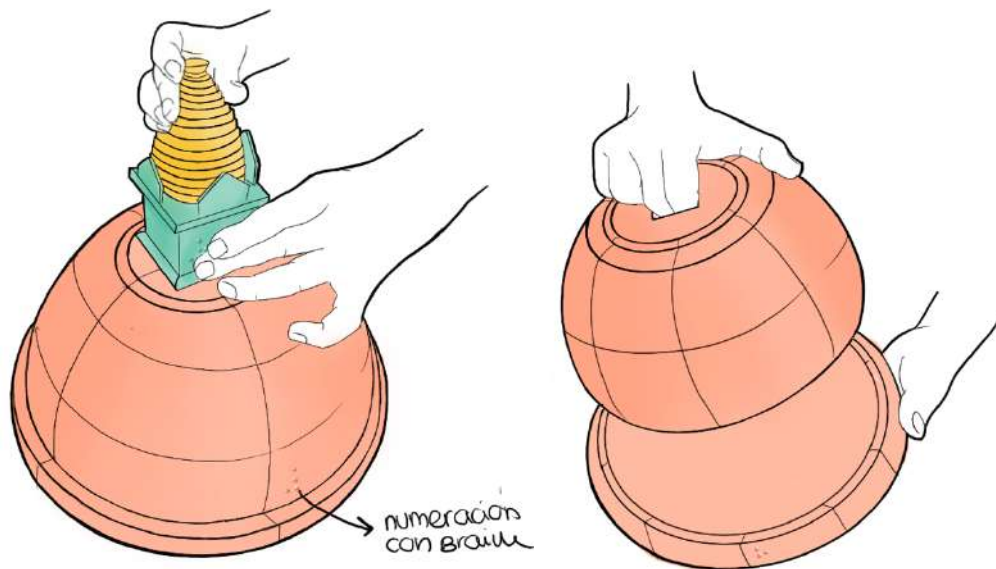


Figura 5. Boceto aprendizaje de las partes de la estupa de Swayambhunath. Elaboración propia

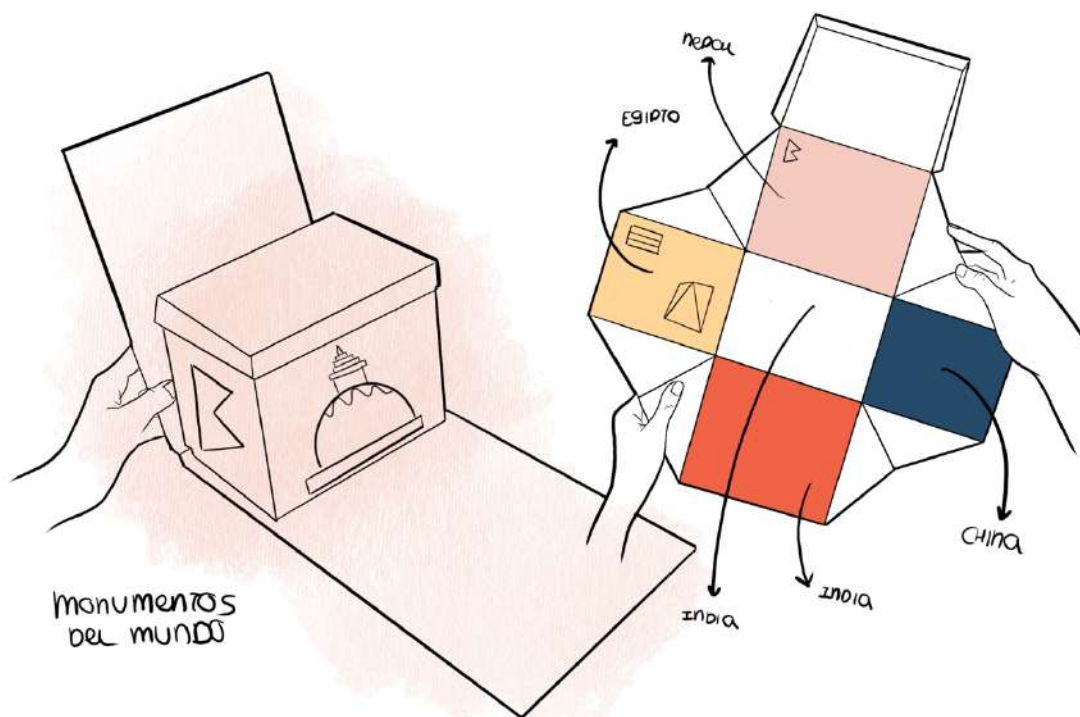


Figura 6. Boceto para aprender a descubrir los monumentos del mundo. Elaboración propia

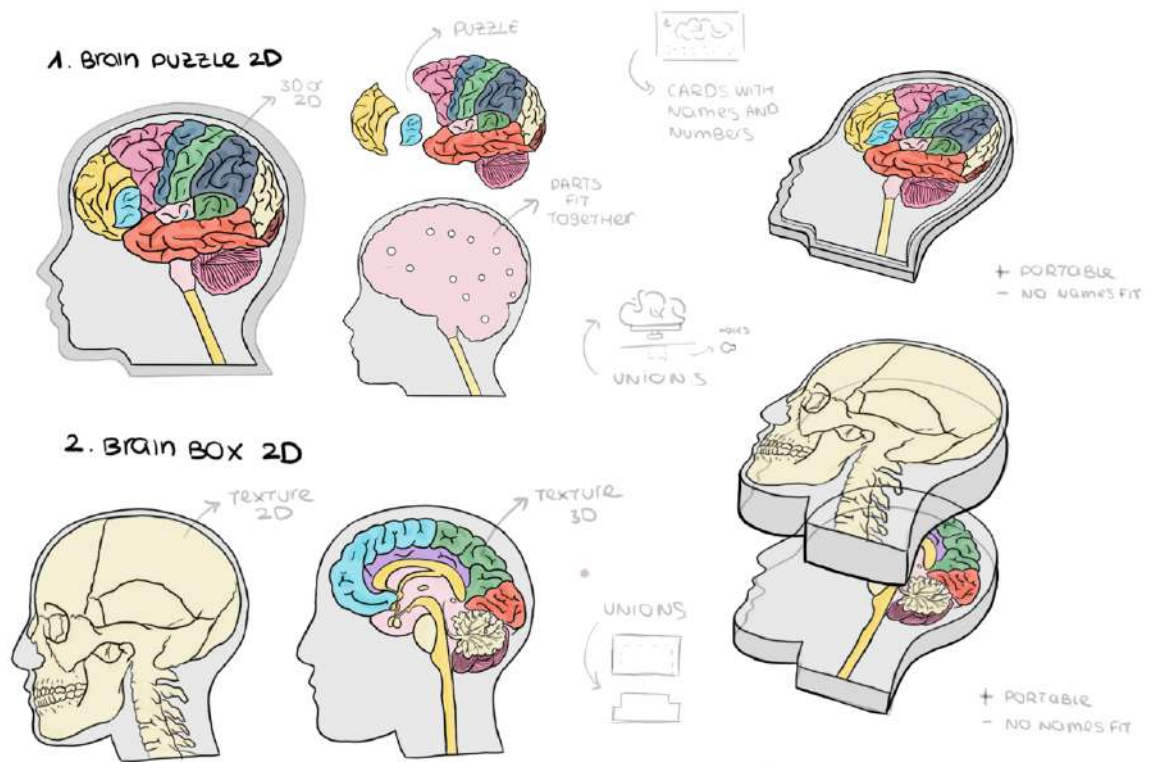


Figura 7. Boceto de un juego sobre el aprendizaje de las partes del cerebro. Elaboración propia

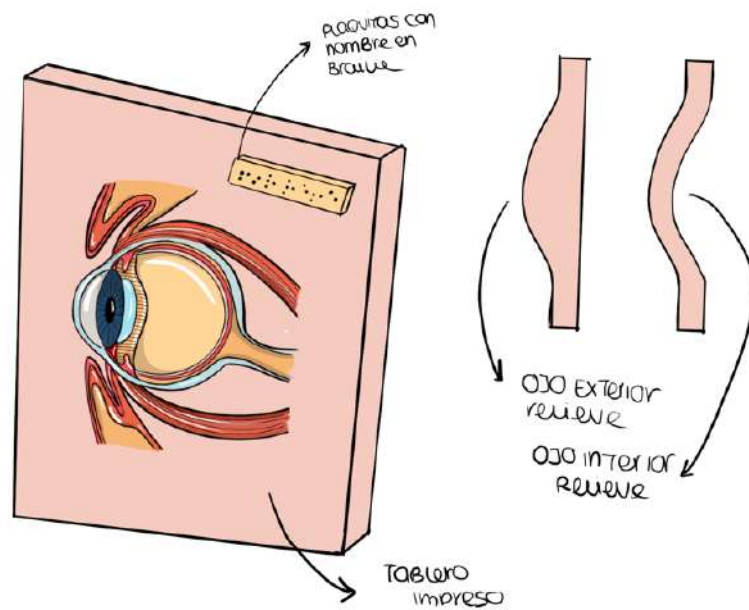


Figura 8. Boceto de un juego sobre el aprendizaje de las partes del ojo. Elaboración propia

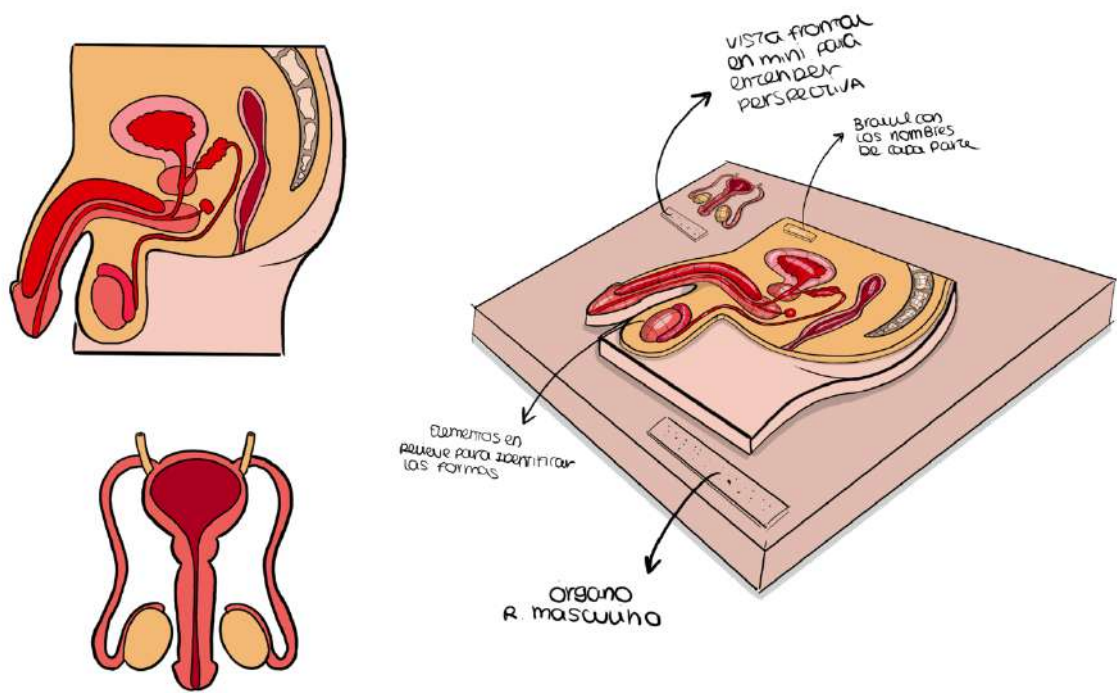


Figura 9. Boceto explicativo del órgano reproductor masculino. Elaboración propia.

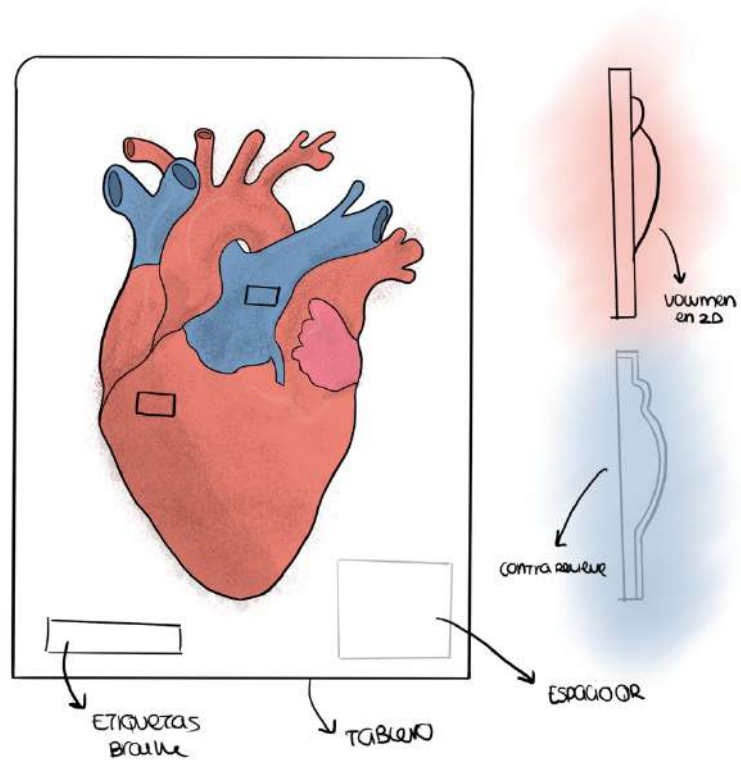


Figura 10. Boceto para aprender las partes del corazón. Elaboración propia.

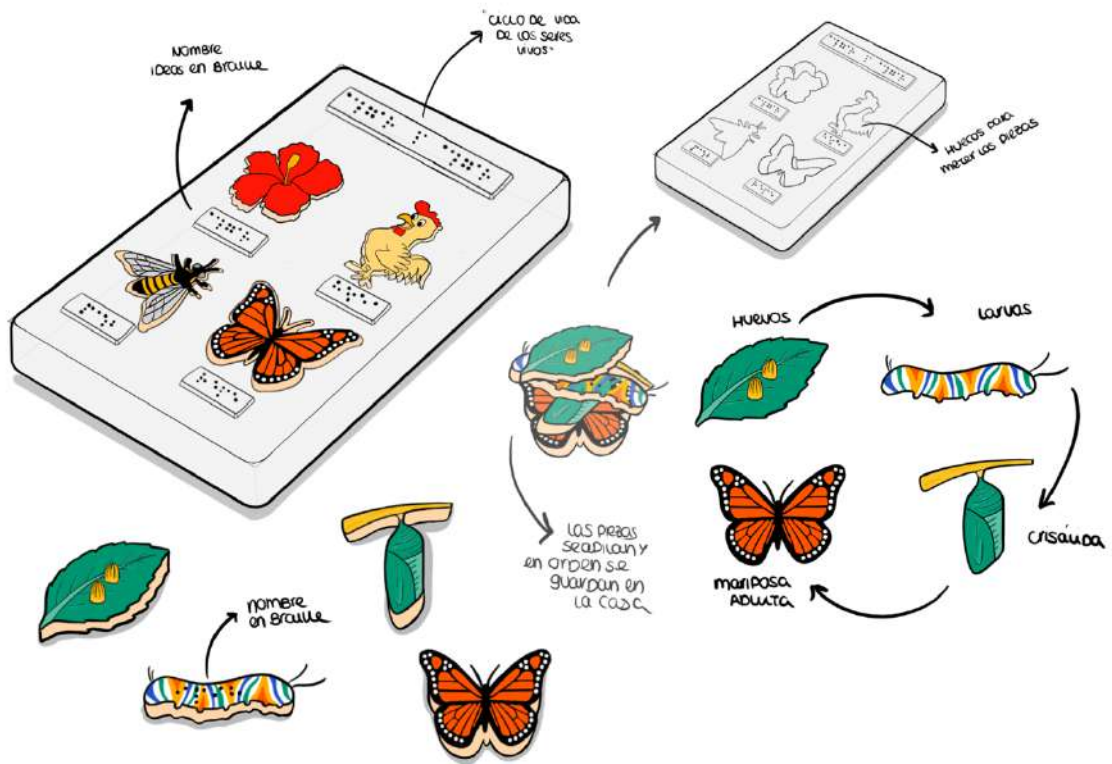


Figura 11. Boceto explicativo del ciclo de la vida de algunos animales. Elaboración propia.

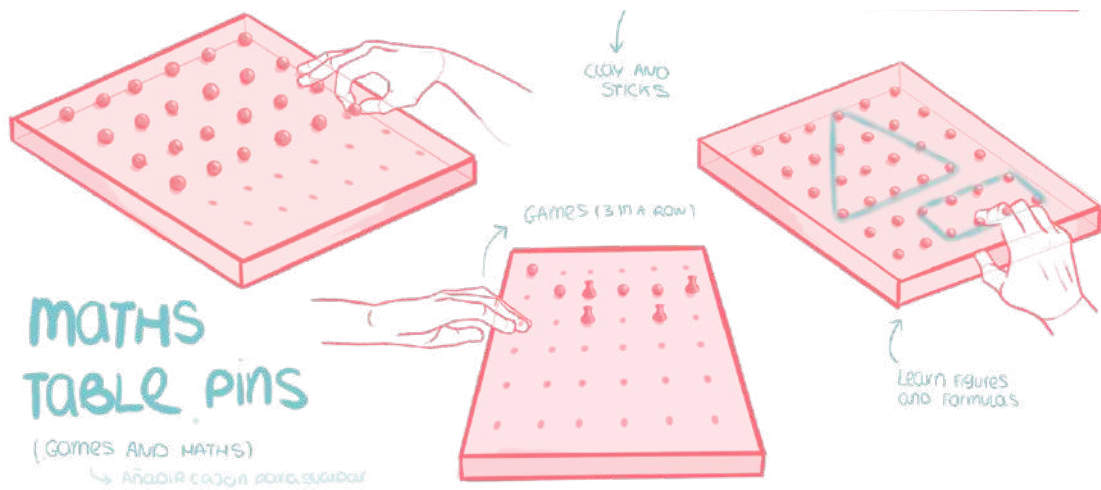


Figura 12. Boceto para la creación de formas geométrica. Elaboración propia

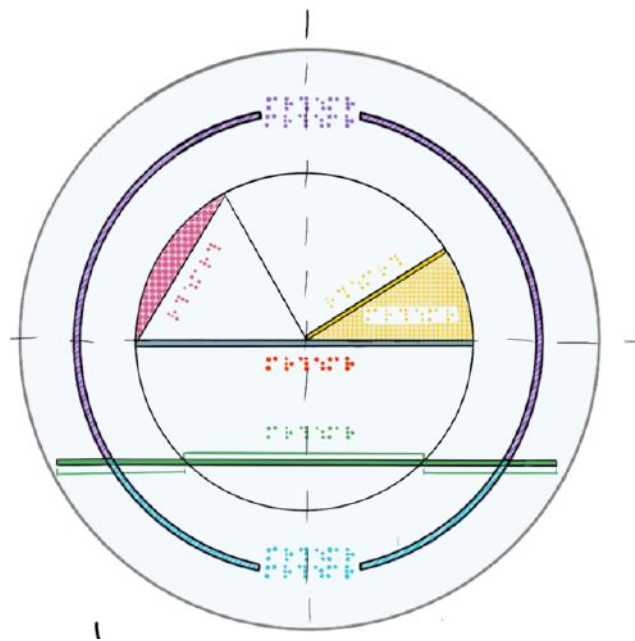


Figura 13. Boceto para el aprendizaje de las partes del círculo y creación de formas geométricas. Elaboración propia

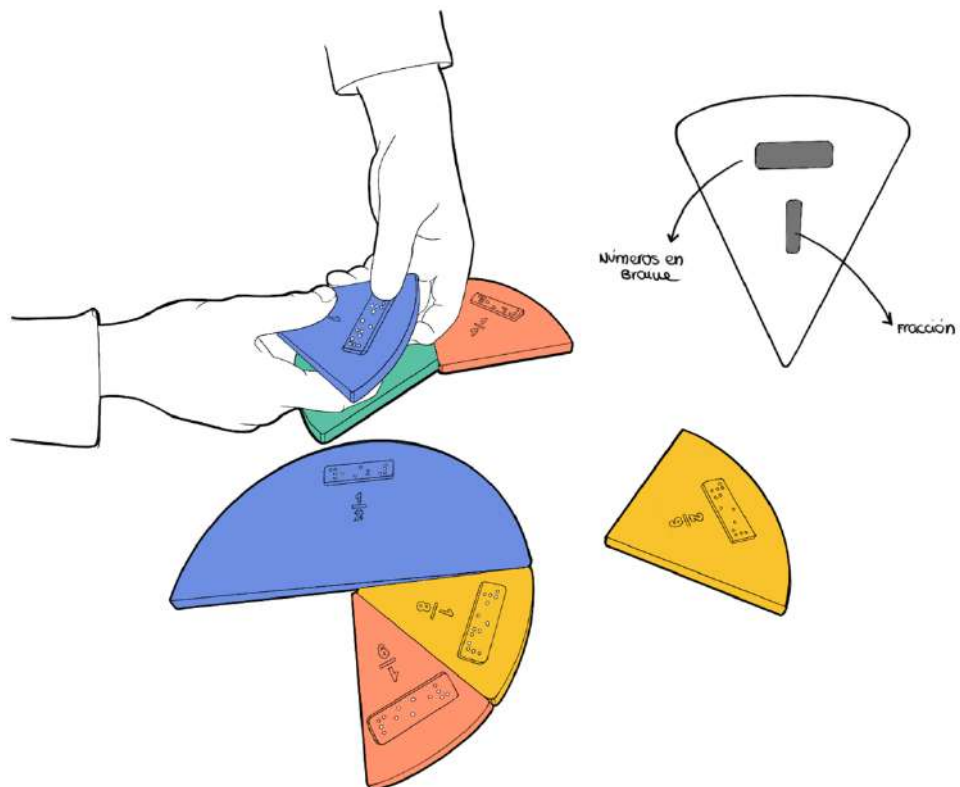


Figura 14. Boceto de aprendizaje matemático con fracciones. Elaboración propia

5.3 Elección de bocetos

La elección de los bocetos se llevó a cabo mediante múltiples revisiones e intercambio de opiniones basadas en las necesidades y funcionalidades de las propuestas con la ONG Chain for Change, atendiendo siempre a las necesidades principales que había indicado Laboratory School.

Para justificar la elección de bocetos, se ha utilizado un Perfil de Harris, conocido en inglés como "*Harris Profile*" o "Perfil del nuevo producto". Este consiste en una representación gráfica que destaca las fortalezas y debilidades de los conceptos de diseño en relación con los requisitos predefinidos. Desarrollado en la Escuela de Diseño de la Universidad Tecnológica de Delft, el Perfil de Harris se emplea para evaluar conceptos y facilitar la toma de decisiones, determinando así cuáles serán los diseños finales. Aunque este método sea preciso, se recomienda emplearlo en tomas de decisiones rápidas y no en aquellos procesos en los que sea necesario que estén altamente argumentadas.

Un Perfil de Harris es una herramienta que permite evaluar de manera visual cómo cada concepto cumple con los requisitos de diseño establecidos. Se comparan los conceptos en función de su desempeño en cada criterio, utilizando una escala de cuatro puntos, que va de -2 (peor) a +2 (mejor), excluyendo el 0. Cada puntuación positiva o negativa se marca coloreando las casillas correspondientes. Esto permite, de forma visual, observar el balance total entre aspectos positivos y negativos de cada diseño. Es importante marcar la línea de separación central que separa una buena puntuación de una mala para hacerlo más comprensible.

Los criterios establecidos para evaluar los bocetos que han partido de los requerimientos descritos son:

- Criterio 1 (C1): Impacto en los usuarios
- Criterio 2 (C2): Relevancia cultural
- Criterio 3 (C3): Aprendizaje educativo
- Criterio 4 (C4): Impresión en 3D

Figura 15. Perfil de Harris Figura 3. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

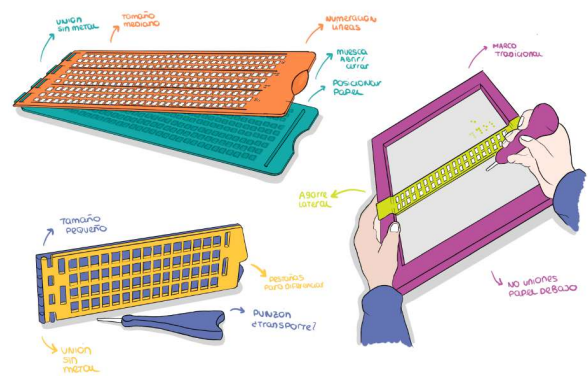


Figura 16. Perfil de Harris Figura 4. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

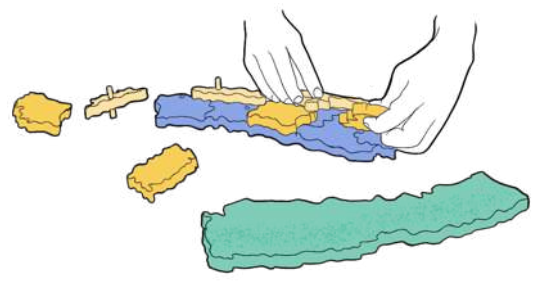


Figura 17. Perfil de Harris Figura 5. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

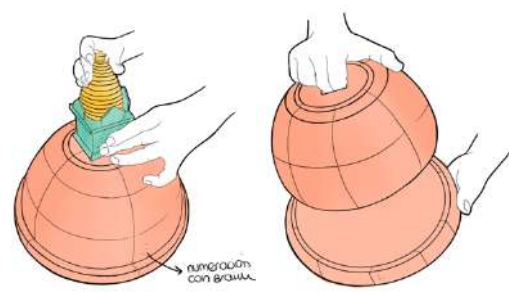


Figura 18. Perfil de Harris Figura 6. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

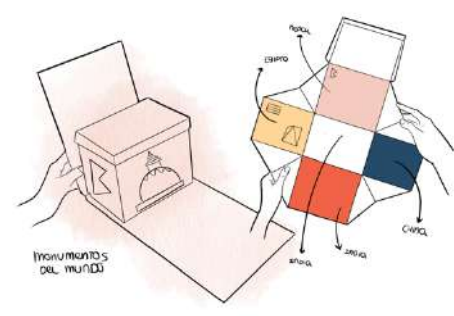


Figura 19. Perfil de Harris Figura 7. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

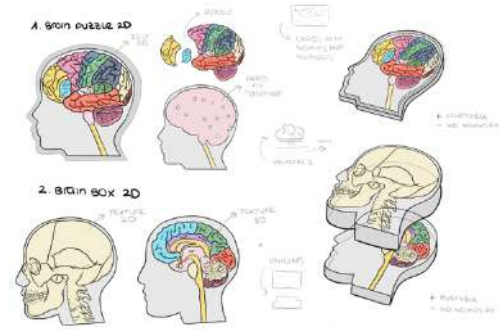


Figura 20. Perfil de Harris Figura 8. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

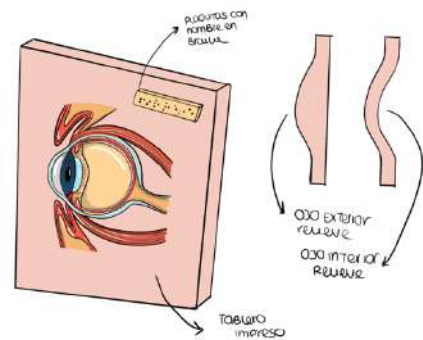


Figura 21. Perfil de Harris Figura 9. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

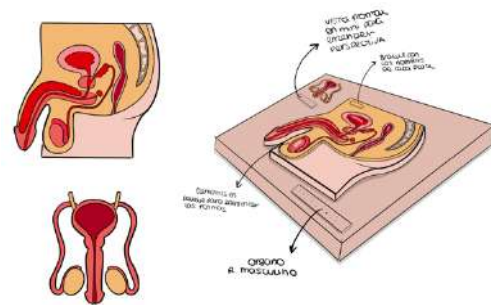


Figura 22. Perfil de Harris Figura 10. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

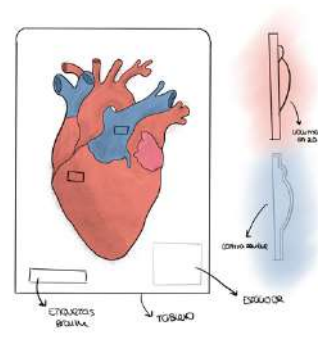


Figura 23. Perfil de Harris Figura 11. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

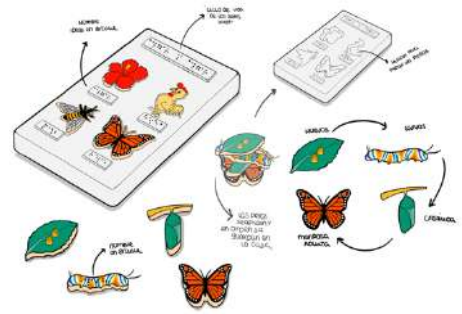


Figura 24. Perfil de Harris Figura 12. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

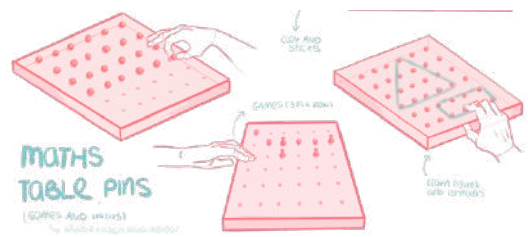


Figura 25. Perfil de Harris Figura 13. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				

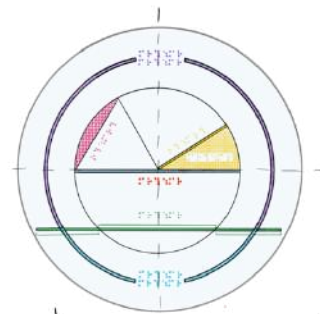
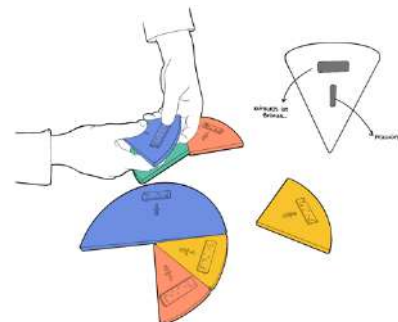


Figura 26. Perfil de Harris Figura 14. Elaboración propia

	-2	-1	1	2
C1				
C2				
C3				
C4				



Como se puede comprobar en las tablas, es muy intuitivo conocer qué propuestas cumplen mejor con los requisitos establecidos. Hay que tener en cuenta que las dos columnas de la derecha corresponden con lo positivo y las dos de la izquierda con lo negativo. En este caso, claramente la Figura 4 y la Figura 5 son las que componen un bloque positivo mayor, por lo que serán las primeras en las que se trabaje para comenzar con las impresiones. Seguidamente se encuentran las Figuras 3, 12, 13 y 14. Debido a su valoración positiva y al tiempo disponible en el proyecto, también se desarrollarán estas propuestas.

Las puntuaciones concluidas coinciden con las indicaciones de las personas involucradas. La primera propuesta a desarrollar es la Figura 5, el mapa de Nepal, ya que el interés por su propio país y cultura es muy importante en el día a día de los nepalíes. A pesar de tener materiales similares a este, ninguno responde exactamente a las necesidades de los usuarios, por lo que tiene sentido escogerlo. También se desarrollará la Figura 5, la estupa de Swayambhunath, debido al valor simbólico, religioso y cultural que posee. El hecho de que los niños y niñas con discapacidad visual nunca hayan identificado cómo son los monumentos a los que día tras día acuden para rezar es motivo más que suficiente para que esta propuesta saliese adelante. El rediseño de la regleta, Figura 3, es una de las propuestas más atractivas debido a los numerosos problemas que encuentran los niños en su uso diario debido a diferentes factores. Por último, se combinarán las propuestas relacionadas con el aprendizaje matemático con el fin de aportar más valor a la idea.

Es importante aclarar que el sistema de lectoescritura para personas con discapacidad visual es el braille. El braille tiene un orden del sistema de puntos dependiendo del idioma, en el proyecto se ha usado siempre el inglés para facilitar la comunicación entre las partes implicadas

Las dimensiones de las celdas que componen los caracteres braille deben cumplir con unas medidas específicas para garantizar su correcta lectura mediante el tacto. Estas medidas están adaptadas al tamaño promedio de las yemas de los dedos tanto de niños como de adultos, ya que es a través de ellas que las personas ciegas pueden percibir el relieve de los caracteres braille. (ONCE, 2024).

Para escribir todos los textos en braille en los prototipos se seguirán las pautas marcadas por la ONCE.

BRaille ALPHABET

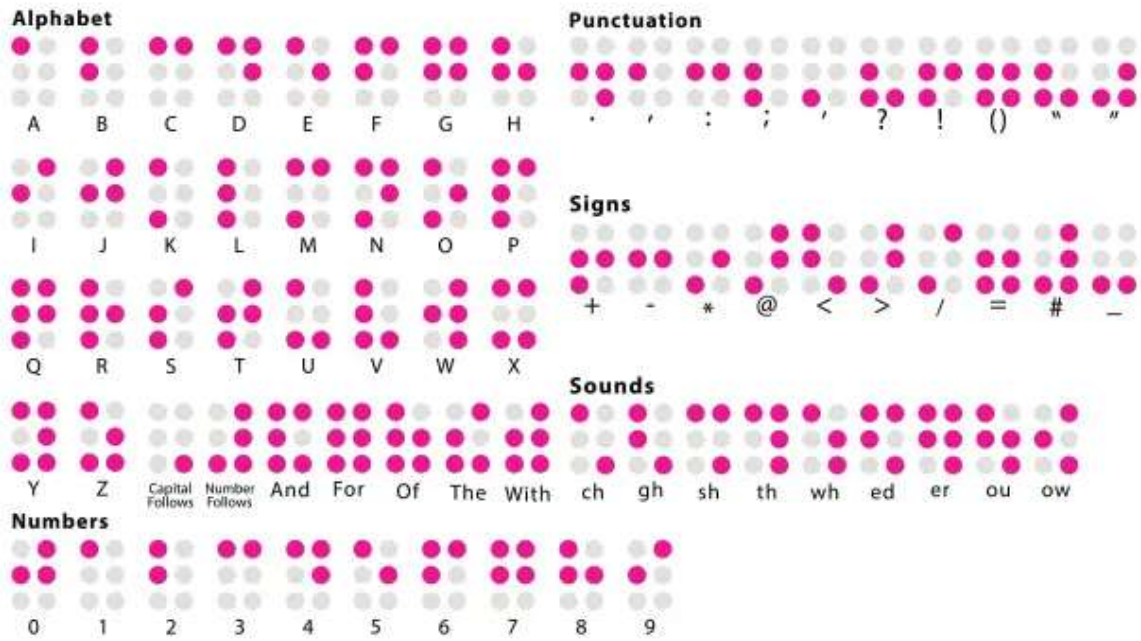


Imagen 75. Abecedario Braille en inglés. (Baker, 2018) <https://www.thescottishsun.co.uk/>

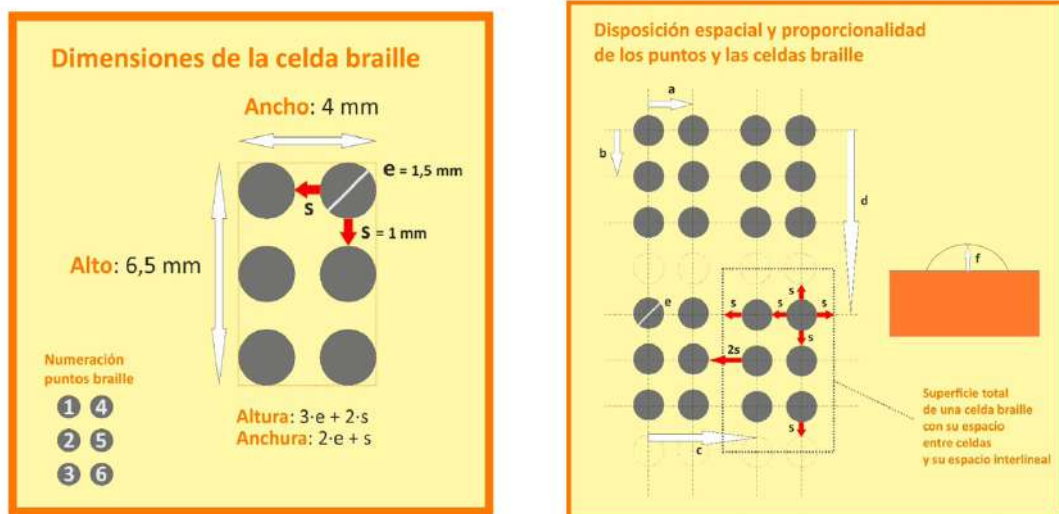


Imagen 76. Dimensiones de la celda braille (ONCE, 2024)

Imagen 77. Disposición espacial y proporcionalidad de los puntos y celdas braille (ONCE, 2024)

5.4 Propuestas finales

5.4.1 Propuestas A: Puzle del mapa de Nepal

Este producto da solución a una problemática a la que se enfrentan los niños en las aulas de Nepal. Más concretamente, en las clases de geografía. Una de las cuestiones que se preguntan en los exámenes o ejercicios en clase, es la de ubicar las ciudades, capitales o provincias en el mapa de Nepal. Una persona ciega no puede ubicar esto en un papel debido a su condición y dado que no todos los profesores pueden dedicar tiempo a adaptar sus exámenes o buscar otras alternativas, los niños ciegos no pueden contestar a esta pregunta. En muchos de los casos les cuenta, por lo que nunca podrían sacar la máxima nota en un examen. Debido a este problema y a la importancia que tiene para los nepalís su país, se trata de un tópicos muy interesante en el que trabajar.

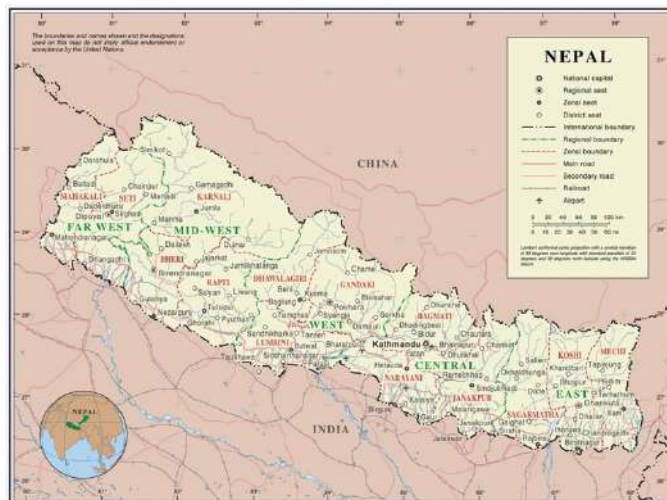


Imagen 78. Maps of the World <http://www.maps-of-the-world.net/maps-of-asia/maps-of-nepal/>

La propuesta A consiste en un puzle en el que las personas con discapacidad visual puedan identificar las diferentes regiones de su país. Para ello, se decidió que hacer un mapa en el que se pudiesen distinguir provincias, capitales de provincias y los diferentes relieves de Nepal.

En el siguiente conjunto de imágenes se presenta el desarrollo del diseño planteado. La variación formal del producto ha variado a lo largo de las iteraciones, siempre buscando que el traslado de este fuese lo más ligero y sencillo posible. Por eso mismo el diseño se plantea para que sea compacto. Se barajaron diferentes combinaciones del mapa, planteando la importancia de que fuese lo más intuitivo posible.

La colocación de los pines en los elementos centrales y no en otra de las partes del mapa viene como solución a una problemática de usabilidad para el usuario y con el fin de garantizar que la pieza sufra las mínimas roturas posibles. Ya que si los pines fuesen desde la base, serían demasiado altos para su espesor y la lectura del Braille sería más compleja, también sería más complejo de ensamblar. Lo mismo sucedería si estuviese en la parte de arriba. La posibilidad de que se combinaran macho – hembra tampoco es una buena opción ya que podría dar lugar a duda para los usuarios.

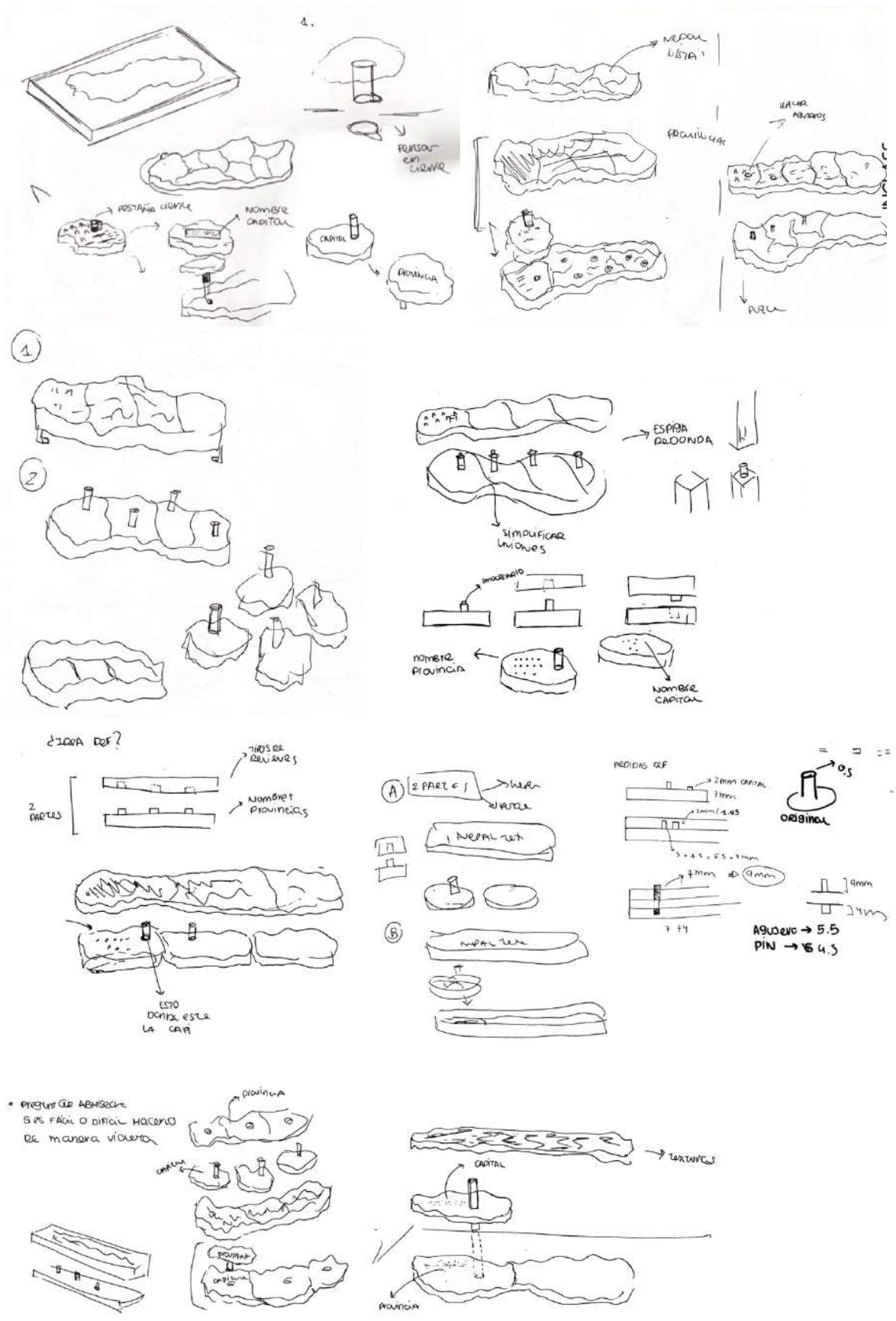


Imagen 79. Conjunto de bocetos rápidos de la propuesta A. Elaboración propia

Finalmente, el producto consta de tres partes, a pesar de que todas tengan la silueta de Nepal, cada una posee un aprendizaje diferente. La base del producto es la silueta de Nepal, además se ha añadido un trazado bajo relieve que representa las fronteras de cada una de las provincias del país. En cada provincia se encuentra el nombre de la misma escrito en braille. Existen unos agujeros en los que se ensambla la segunda parte del producto. La segunda parte del producto es un puzle con las siluetas de las provincias de Nepal. Cada provincia posee un pin en el lugar donde se encuentra la capital de provincia y el nombre de las mismas escrito en braille.

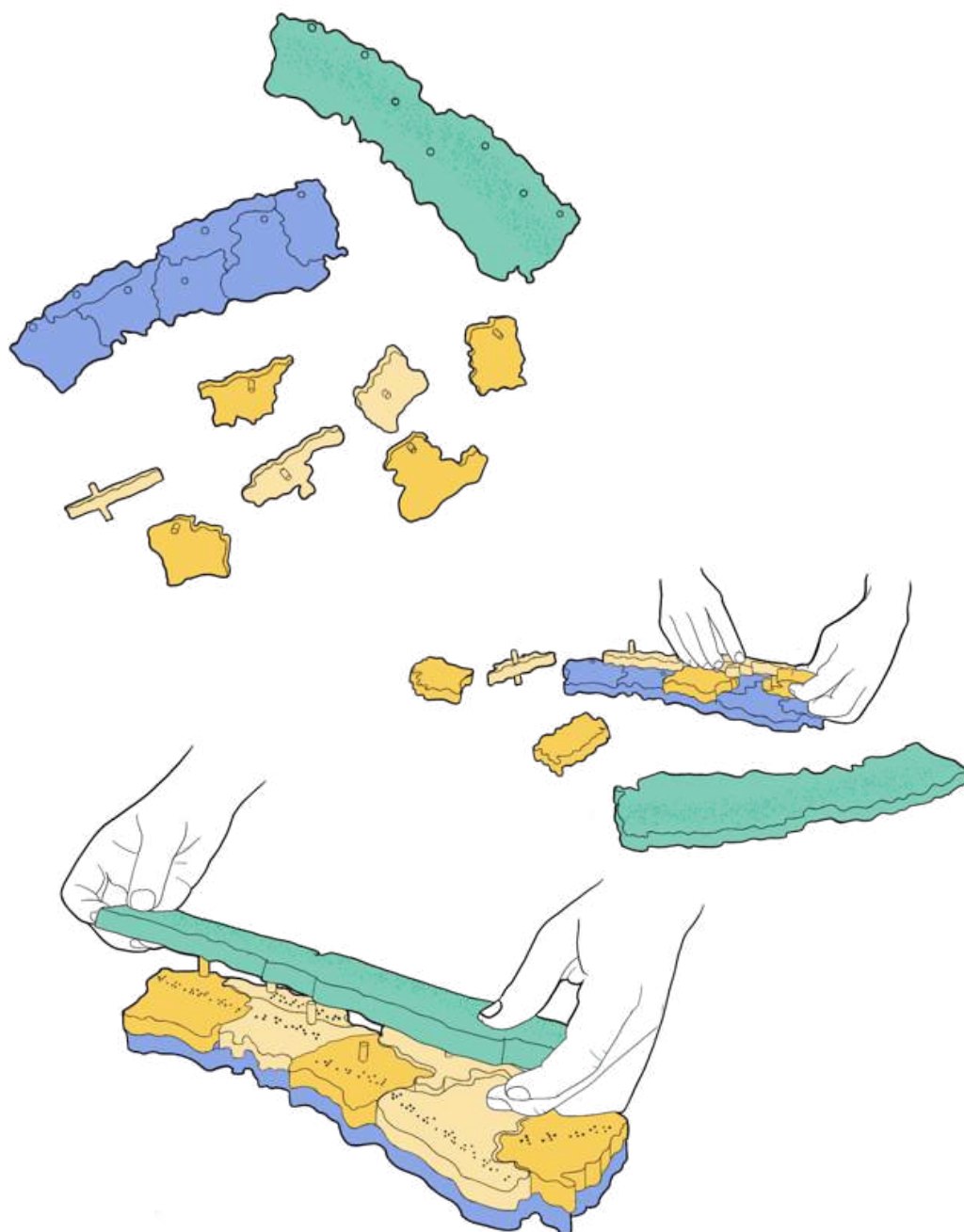


Figura 27. Propuesta A: Puzle del mapa de Nepal. Elaboración propia

El pin de cada pieza se ensambla con la primera parte, pero también con la tercera. De esta manera se obtiene un producto compacto, fácil de transportar y de almacenar. La última parte del producto es un mapa del relieve de Nepal. En el país se pueden diferenciar tres tipos de relieves. Por un lado, las grandes montañas, llamadas Himalayas. El segundo relieve serían las colinas y después el *terai*, que sería la parte más plana del país. De la misma manera está representado con texturas en esta parte. Los Himalayas están representados con flechas o picos, las colinas con puntos y la llanura no tiene relieve. A través de esta pieza pueden entender qué parte del país tiene un relieve u otro y al tener las otras partes del producto, también pueden entender qué provincias y qué parte de cada provincia. Además, detrás de esta pieza está escrita la leyenda con la referencia de cada textura para que así los niños puedan ser totalmente independientes jugando con este producto.

En el siguiente conjunto de imágenes se presenta el modelado realizado en el programa Rhinoceros. Se pueden diferenciar las tres partes principales del producto, así como las partes más pequeñas que representan las provincias y el ensamblaje del puzle completo. Este modelo en 3D será el primero que se mandará a imprimir después de la correspondiente preparación del archivo.

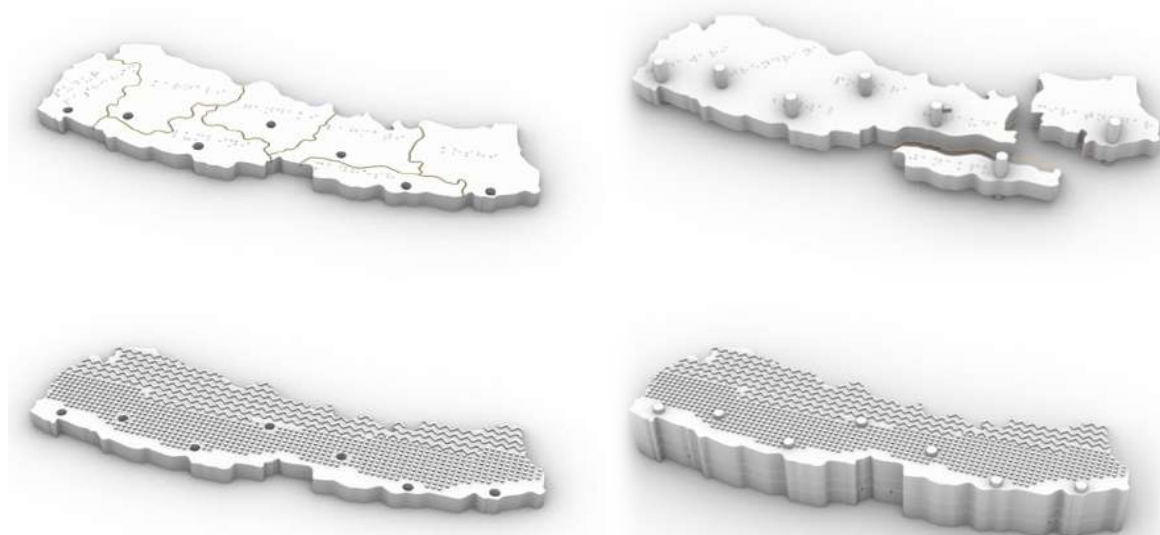


Imagen 80. Modelado propuesta A. Elaboración propia

5.4.2 Propuesta B: Estupa Swayambhunath

Las estupas son estructuras arquitectónicas con un valor espiritual muy importante para la religión budista. Están presente en la mayoría de países asiáticos. A simple vista, estos monumentos son impresionantes y bellos, pero además, están repletos de simbolismos, tradiciones y detalles muy interesantes.



Imagen 81. Estupa Swayambhunath, Katmandú, Nepal (Hand Luggage Only, 2024)

Swayambhunath es una de las estupas más importantes del país, está rodeada del famoso Templo de los Monos, en el que habitan cientos de monos, los cuáles son animales sagrados para la cultura. La estupa se sitúa en lo alto de una colina en la ciudad y ella misma está rodeada de pequeños santuarios. Para llegar a lo alto de la colina y contemplar la estupa, es necesario subir 365 escalones. Todo este complejo es patrimonio de la humanidad por la Unesco desde 1970.



Imagen 82. Vista aérea de Swayambhunath Katmandú, Nepal (Caingram, s.f.)

Todas las estupas construidas comparten características en común, ya que el valor simbólico de estos monumentos para la religión es muy importante. Dependiendo de la corriente religiosa y el lugar geográfico donde se encuentren, pueden haber diferencias en la composición o construcción de ellas.

Toda la estructura de la estupa es profundamente simbólica: la cúpula blanca representa la tierra, mientras que la estructura de 13 niveles en forma de torre en la parte superior simboliza las 13 etapas o 13 escalones del nirvana. El garabato en forma de nariz debajo de los ojos penetrantes es en realidad el número nepalí ek (uno), que significa unidad, y arriba hay un tercer ojo que significa la visión que Buda todo lo ve. Además, estos componentes se repiten en

las cuatro caras de la figura, el hecho de que los cuatro pares de ojos apunten cada uno a una dirección, simboliza que Buda observa el norte, sur, este y oeste.



Imagen 83. Estupas dentro del Templo de los monos en Katmandú, Nepal. Elaboración propia



Imagen 84. Estupa Swayambhunath Katmandú, Nepal (Hand Luggage Only, 2024)

La base de la estupa central está rodeada por ruedas de oración en relieve con el mantra sagrado *om mani padme hum* ("granizo a la joya del loto"). Los peregrinos que hacen un circuito de la estupa giran cada uno a medida que pasan, es muy importante realizar este circuito de izquierda a derecha es decir, en sentido horario. Tanto en este templo como en muchos otros, siempre revolotean miles de banderas de oración, con mantras similares. En zócalos ornamentados alrededor de la base de la estupa hay estatuas que representan a los cinco budas Dhyani-Vairocana, Ratnasambhava, Amitabha, Amoghasiddhi y Aksobhya - y sus consortes. Estos, representan las cinco cualidades de la sabiduría budista.

Las siete partes de la estupa son la cúpula, una flor de loto pintada, los ojos de buda, la nariz como símbolo, los trece escalones, la flor de loto, el paraguas y el pináculo. Cada uno de estos elementos tiene un significado muy potente en la cultura. Las personas invidentes no pueden llegar a entender cuál es la forma de esta figura, tampoco pueden comprender sus dimensiones o la proporción que tiene con su entorno. Para los nepalés, su cultura, su religión y sus tradiciones son muy importantes. Viven todo ello con mucha energía y espiritualidad, por ello, se consideró muy importante crear algún elemento con el que se pudiese ayudar a los niños a reconocer esta parte tan interesante de su cultura.

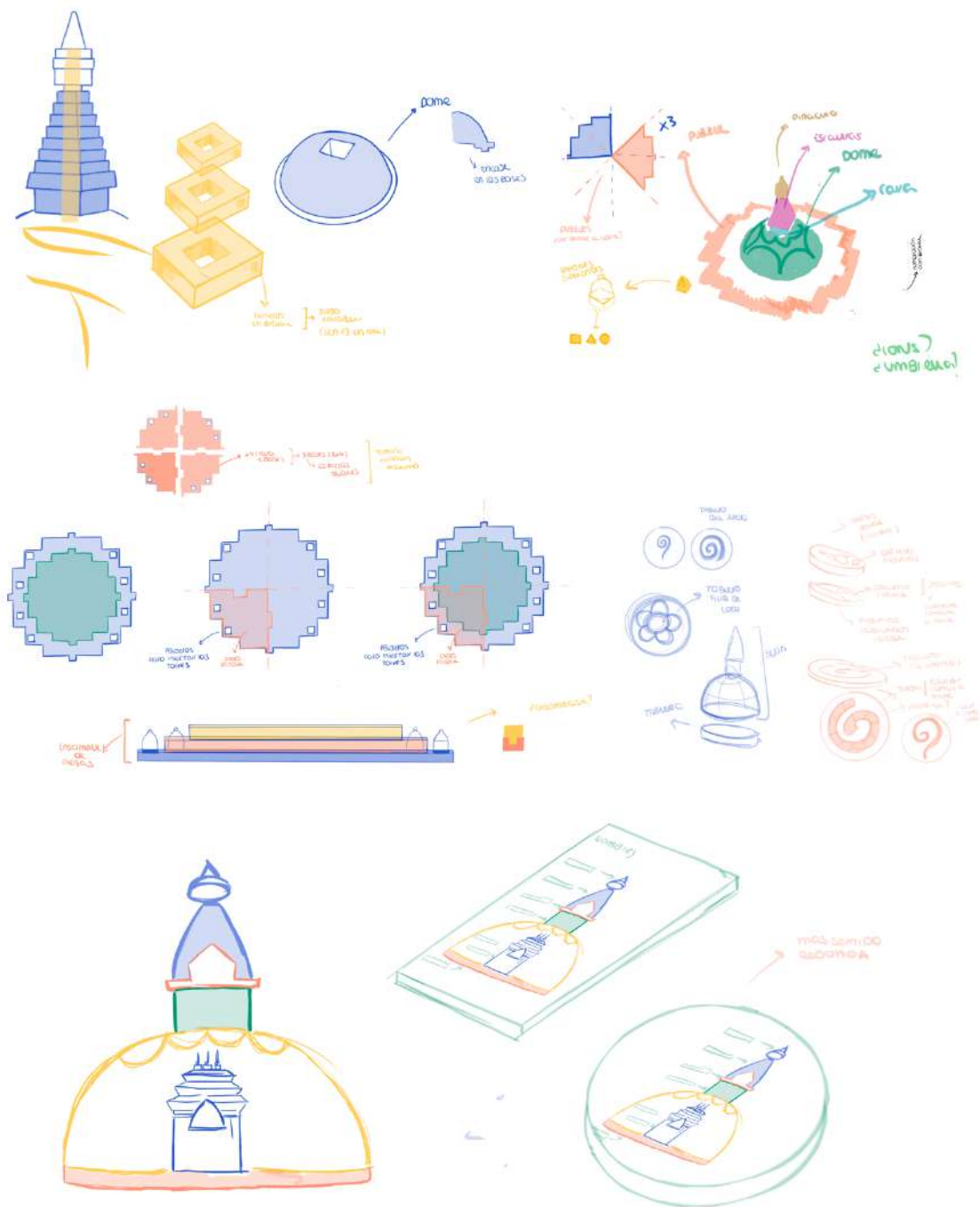


Figura 28. Conjunto de bocetos rápidos de la propuesta B. Elaboración propia.

El diseño de esta propuesta debía ser lo más ajustado a la realidad ya que el objetivo de este es que los estudiantes puedan entender las geometrías y formas que tienen sus estupas. Por todo ello, se consideró muy interesante representar a una de las estupas más importantes para los nepalís, la estupa de Swayambhunath. La propuesta a desarrollar trata de un juego de construcción en el que se puede construir la estupa por partes, cada una de ellas tiene un número escrito en braille. En la base de la estupa hay una leyenda con los números con los correspondientes nombres de cada una de las partes. Por lo que los estudiantes, pueden leer los números de las diferentes partes del producto y buscar la referencia para así conocer los nombres y las partes de la estupa.

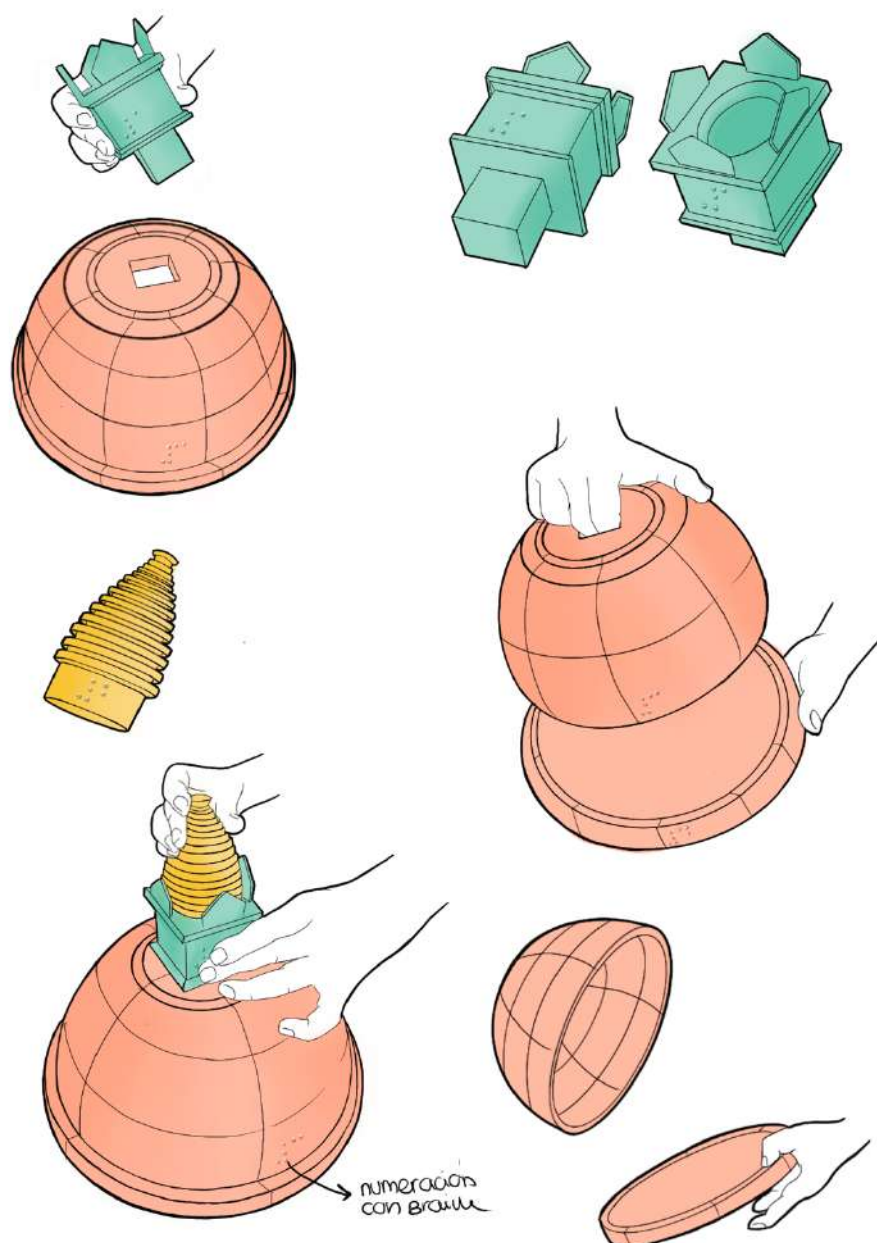
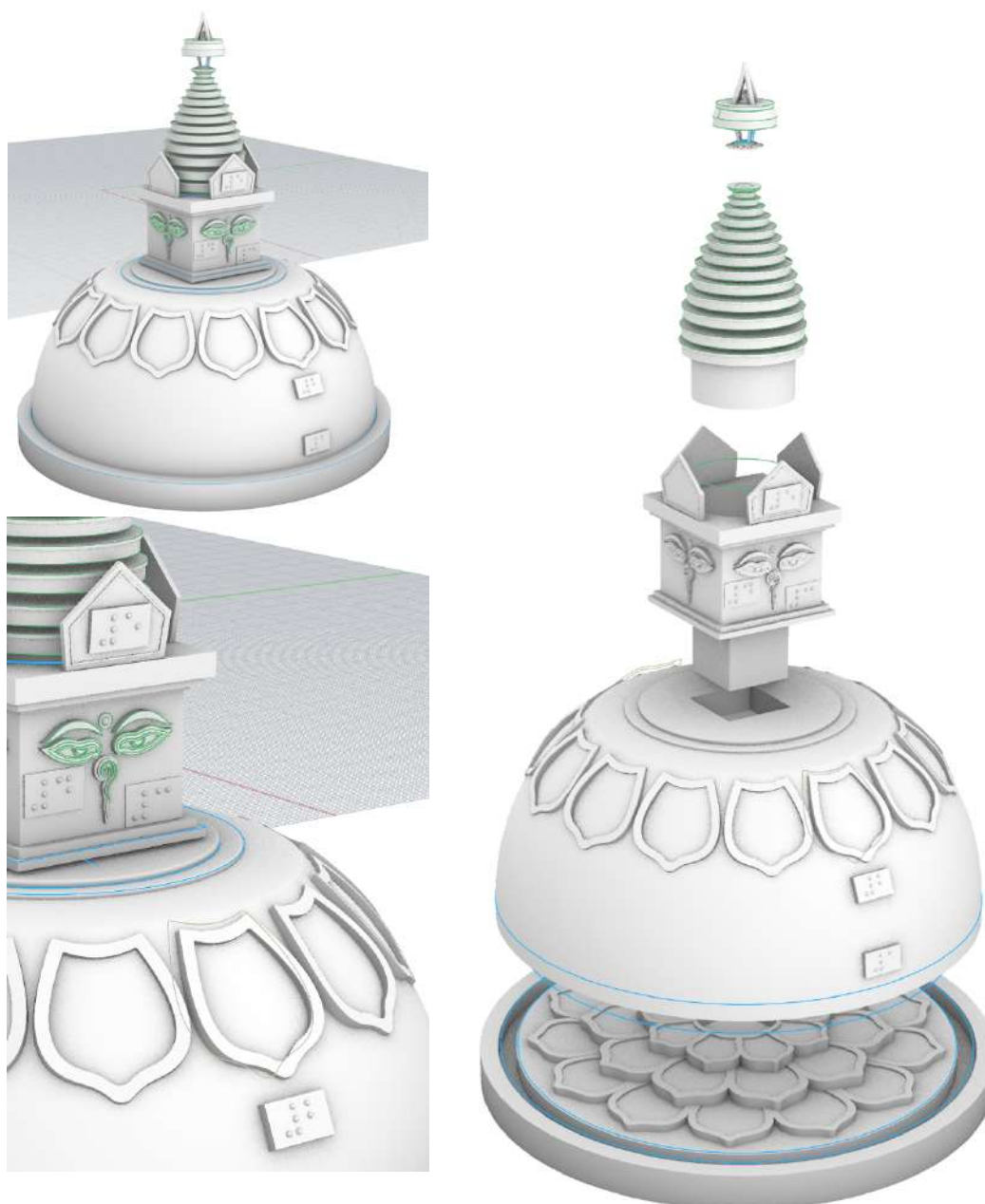


Figura 29. Propuesta B: Estupa Swayambhunath. Elaboración propia

Esta propuesta se ha modelado con el programa Rhinoceros, pensando en que se imprimirá en resina como la propuesta anterior. Se ha diseñado teniendo en cuenta las dimensiones máximas de la impresora, por lo que el número de piezas responde, por un lado a esta restricción, y por otro lado a la intención de mantener la numeración que siguen los nepalís para describir este tipo de arquitectura. En el conjunto de imágenes se puede observar los recuadros en los que se muestra la numeración en braille. La leyenda de estos números se encuentra en la tapa inferior del elemento. El ensamblaje de las piezas ocurre de una forma sencilla.



*Imagen 85. Modelado propuesta B.
Elaboración propia*

5.4.3 Propuesta C: Rediseño regleta

Tras acompañar a los niños de LAB School en sus clases, se observó que no solo necesitaban materiales relacionados con los módulos de aprendizaje propuestas, sino que también necesitaban solucionar otro tipo de carencias. A la hora de escribir con las regletas, se detectaron numerosos problemas. Las regletas de escritura en braille forman parte del día a día de las personas ciegas, sin embargo, no resulta ergonómica ni cómoda al utilizarse. Se ha rediseñado el actual producto incluyendo todas las mejores que se han podido observar y teniendo en cuenta las indicaciones por parte de los estudiantes y profesorado. A partir del estudio de mercado realizado, se han diseñado diferentes posibilidades que han sido contrastadas con el colegio atendiendo a parámetros como el tamaño y la utilidad de ciertos detalles.

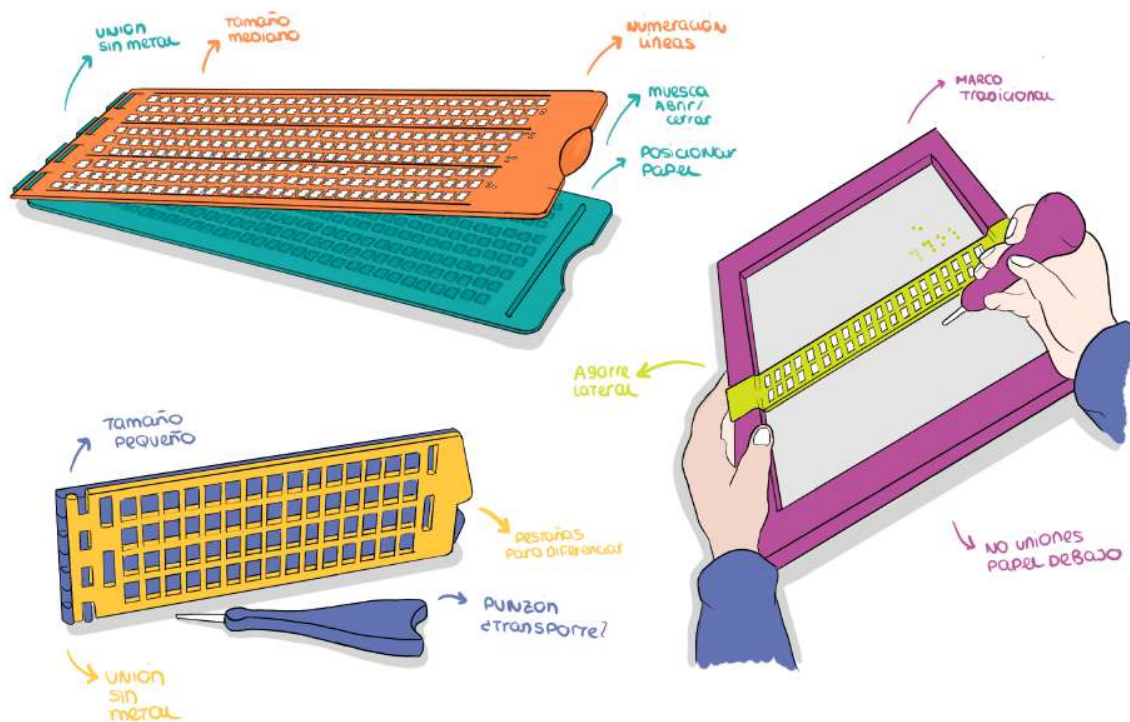


Figura 30. Propuesta rediseño regleta escritura braille. Elaboración propia

Una vez realizadas las primeras aproximaciones, se han analizado los diferentes detalles que marcan la diferencia y que mejoran la experiencia de usuario. Por lo que después de comprobar las diferentes alternativas con los profesores y los alumnos ciegos, se sacan las siguientes conclusiones:

- El tamaño de la regleta debe ser más grande del tamaño que el papel que utilizan.
- Debe haber numeración de las líneas de braille.
- Debe haber espacio útil como para grapar.
- La hoja debe de colocarse más fácilmente.
- Pestañas que faciliten la apertura y el cierre de las partes de la regleta.

Otra mejora que podría contemplarse es la de añadir un espacio que permita guardar el punzón en la regleta. Uno de los principales problemas que se encontraron mientras los estudiantes usaban la regleta era debido al funcionamiento de la lectura braille. Los niños escriben sobre una cara del papel, sin embargo, para leer lo que han escrito, deben sacar la hoja de la regleta y leer por el otro lado del papel. Es decir que, ellos escriben en espejo a cómo leen las letras. Esto supone que debido a la falta de diseño de las regletas, los niños tengan problemas al colocar el papel, ya que pueden no colocarlo exactamente en la misma posición en la que estaban escribiendo. Esto puede dar lugar a la falta de sentido de oraciones, mala alineación de las frases y por tanto, en una mayor dificultad a la hora de la lectura.

Se han diseñado dos propuestas en las que se integra el papel que usan en el Laboratory School. Las regletas pasan del tamaño A4 a un tamaño de carta, por lo que resultan ser un poco más cuadradas. La propuesta C.1 está compuesta de tres partes, la parte que posee los agujeros con los puntos, una parte intermedia donde se coloca el papel y una base. El modo de uso sería colocando el papel sobre la segunda parte, que corresponde con el color verde en el boceto. El papel se coloca en esta de una forma sencilla ya que posee una especie de marco que centra el papel y hace que no se mueva. Una vez colocado el papel, se cierra por completo la estructura. En la propuesta C.1 se han diseñado dos guías distintas, una que ocupa toda el espacio del papel y una que tienen espacio para tres líneas.

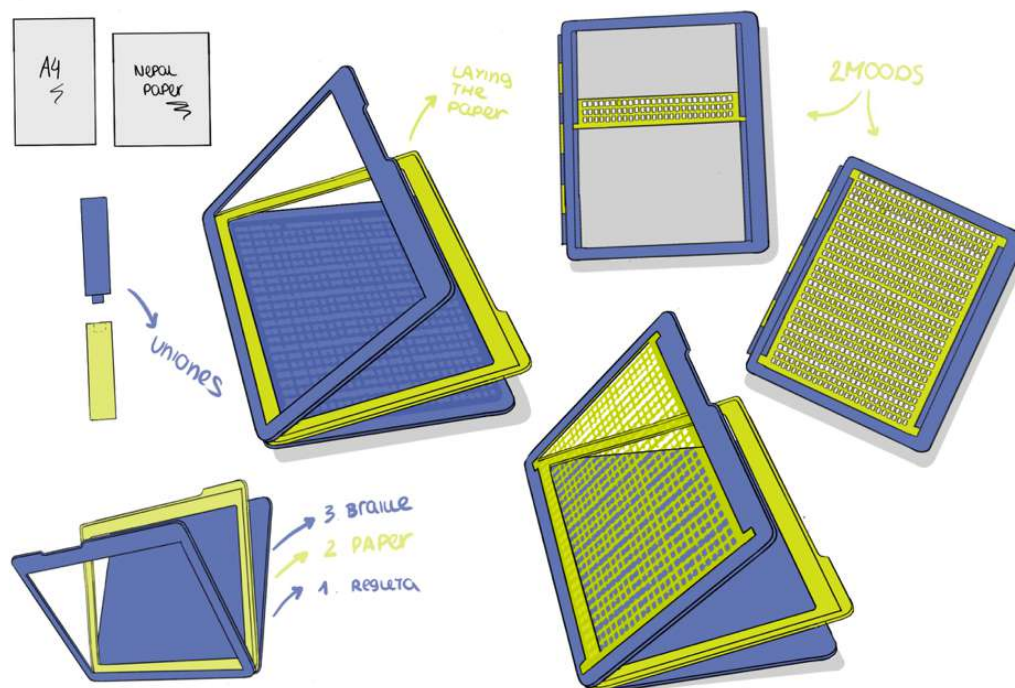


Figura 31. Propuesta C.1. Elaboración propia.

Ambas guías se podrían ensamblar en la estructura según las necesidades de escritura del estudiante. Una vez que el estudiante ha terminado de escribir, se abre la regleta como si fuese una libreta, cogiendo la primera parte azul y la segunda verde. De esta manera, el papel se queda fijo debido a los marcos de la segunda parte y pueden leer el contenido escrito sin necesidad de sacarlo del producto.

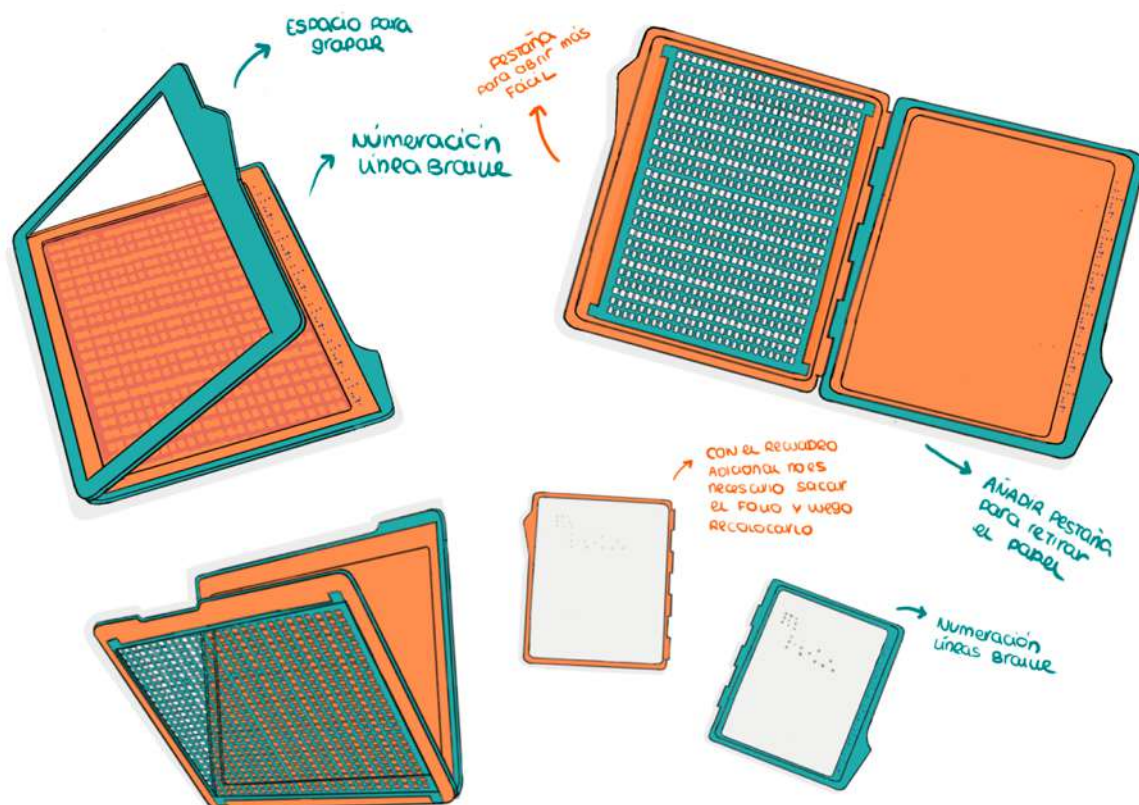


Figura 32. Propuesta C.2. Elaboración propia.

La propuesta C.2 es similar a la C.1, sin embargo, en esta se reduce el número de partes a dos y solo incorpora una guía que va fija. En esta alternativa, el papel se sitúa en los marcos de la regleta de la misma manera con el fin de que no se mueva ni durante el uso ni el momento de sacar el papel. Es un detalle muy sencillo que facilita la lectura y la colocación del papel sin perturbar a los estudiantes y eliminando los problemas que se crean con las regletas actuales.

Finalmente, se eligió la propuesta C.2, debido a que los usuarios consideraban necesario dos guías. Para ellos es más sencillo y ergonómica la regleta grande y solo usan la pequeña en caso de que no haya más opciones. Por otro lado, al tener la segunda propuesta menos partes, resulta más familiar a lo que usan actualmente y dado que está pensando para imprimirse en la máquina de 3D, se ahorraría resina.

A pesar de ser una idea muy acertada que resuelve problemas reales que tienen los niños en su día a día, se modeló la propuesta en 3D para las clases de modelado con los estudiantes de St. Xavier y se comprobó que las dimensiones eran demasiado grandes para imprimirse con la impresora de la que disponen. Se intentó dividir en dos cada parte de la regleta, sin embargo, se consideró que las uniones podrían molestar a los niños durante la escritura y se decidió abandonar la idea y no terminar de desarrollarla para impresión.

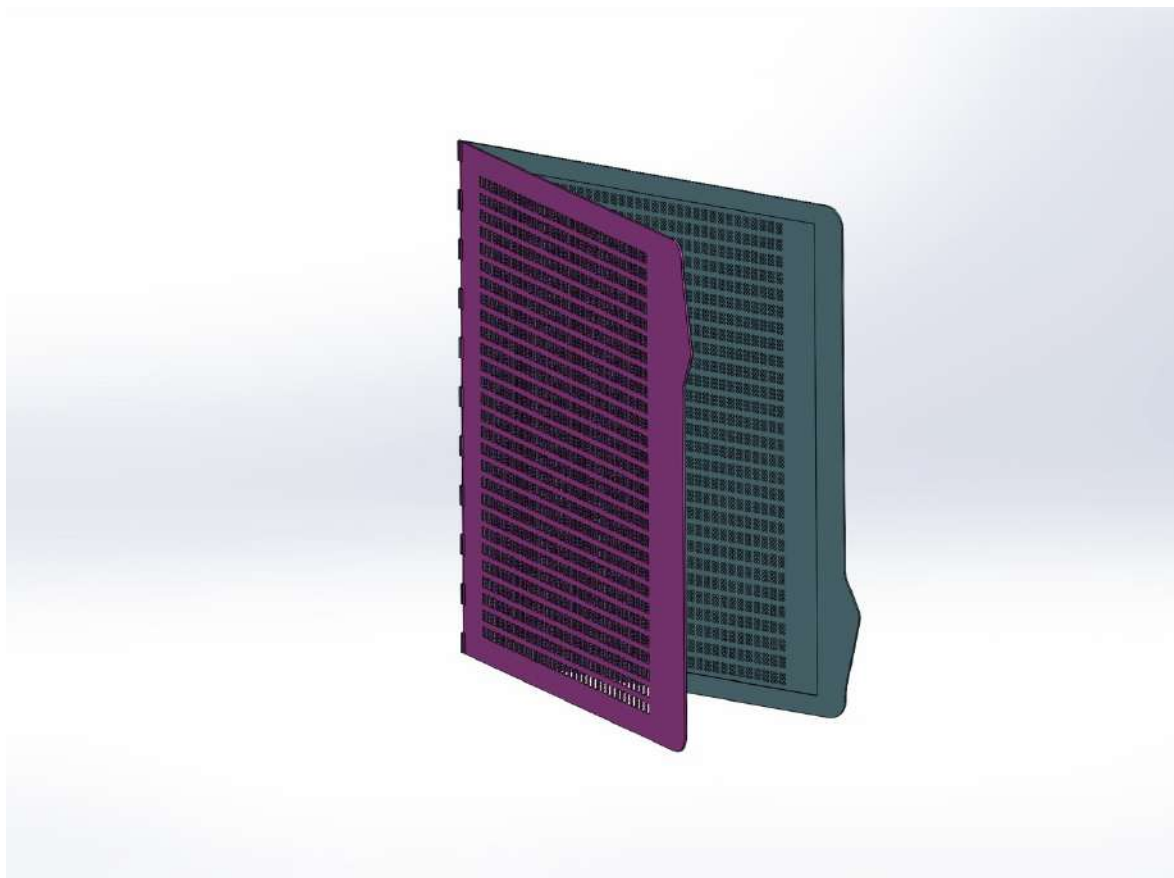


Imagen 86. Modelado propuesta B. Elaboración propia

5.4.4 Propuesta D: Círculo Matemático

La enseñanza de matemáticas para personas ciegas puede parecer fácil usando la creatividad y aunque es cierto que se pueden crear soluciones que les faciliten el aprendizaje, la realidad es que solo se aplica a conocimientos básicos. Sigue siendo un reto explicar matemáticas cuando se trata de contenidos complejos.

Diseñar algo relacionado con las matemáticas era necesario debido a los escasos recursos que tenían disponibles. Tras asistir a las clases de los estudiantes de LAB School y observar los materiales de los que disponían para impartir las clases, se concluyó que en las matemáticas habían muchas necesidades. Además, una de las profesoras de matemáticas en Saint Xavier está vinculada al proyecto, por lo que encontrar los puntos débiles que existían era más sencillo. Los alumnos tienen una media de 10 años, por lo que los aprendizajes todavía no son demasiado elevados.

Uno de los problemas detectados fue en el aprendizaje del círculo, por lo que se realizó una propuesta en la que se incorporase braille en las descripciones y otra parte en la que se pudiesen construir formas a partir de cuerdas y pines. A partir de este primer boceto, la idea fue madurando gracias a la creación de más ideas que estuviesen relacionadas con el círculo.

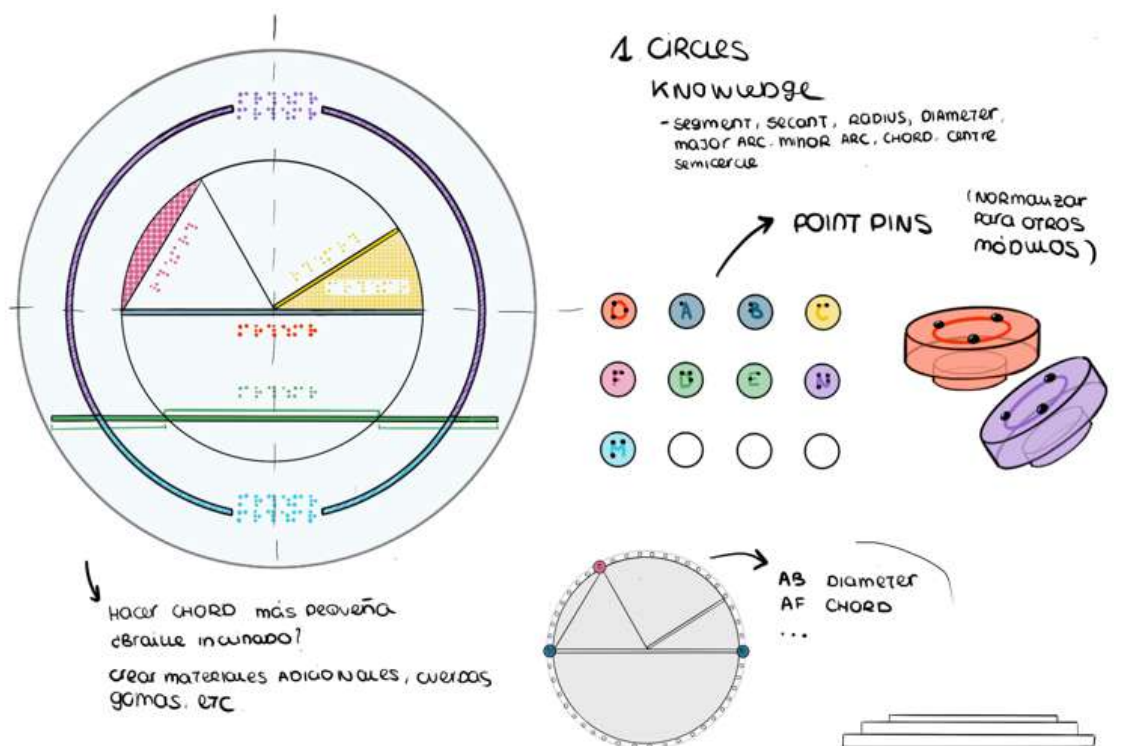


Figura 33. Parte 1 de la propuesta D. Elaboración propia.

Buscando entre los libros de los alumnos, se encontró información sobre las fracciones y al hablar con los estudiantes, ninguno terminaba de entender prácticamente para qué podían usarse. Por ello se realizaron propuestas en las que las fracciones incluyesen braille y que los niños fuesen capaces de leer y tocar cómo son las proporciones.

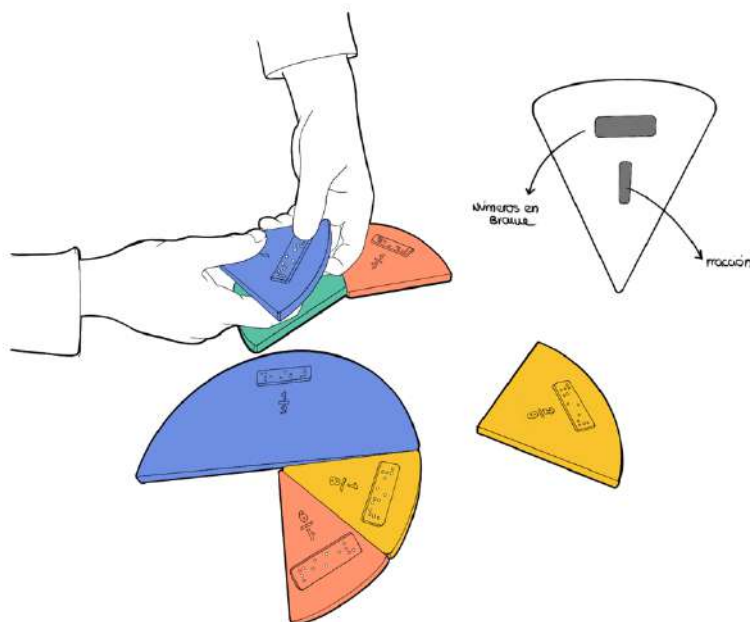


Figura 34. Parte 2 de la propuesta D. Elaboración propia.

En el estudio de mercado, se identificó un producto que dispone LAB School, sin embargo, no hacen uso de él debido al estado en el que está y el peligro que puede suponer por los materiales que lo componen.

Sin embargo, se considera un producto con muchas posibilidades y de alguna forma, a través de otros materiales, se podría usar más eficientemente.

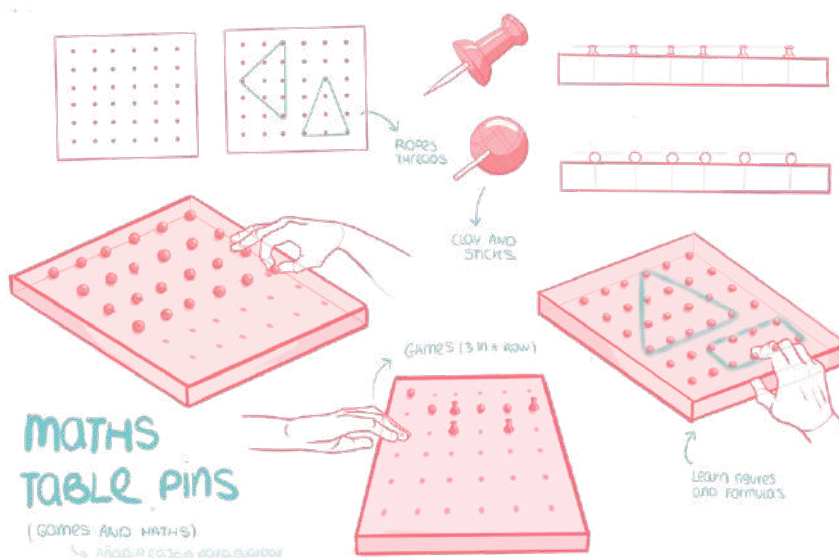
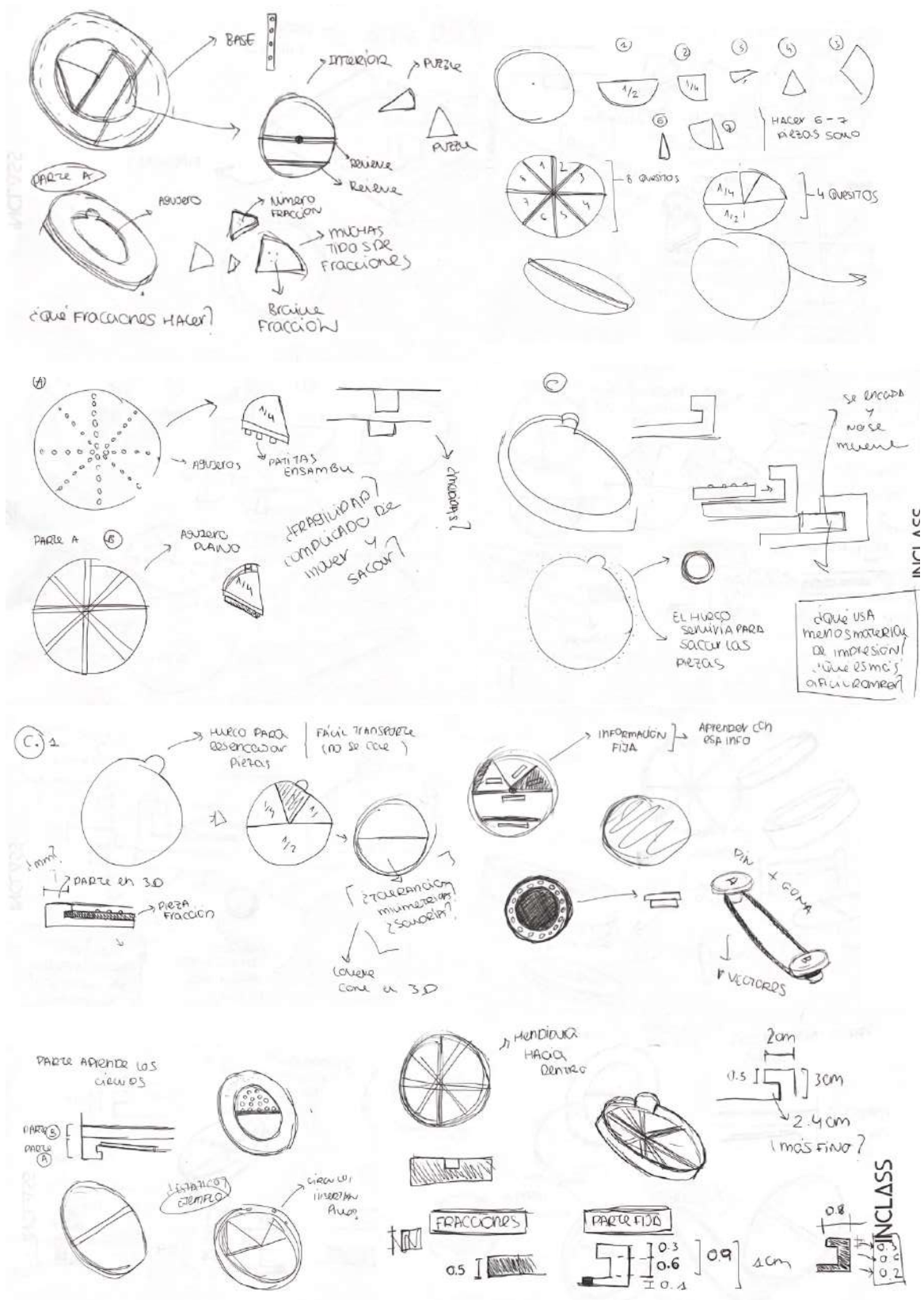


Figura 35. Parte 3 de la propuesta D. Elaboración propia.

Todas las soluciones se consideraron viables y útiles para los estudiantes, por lo que se continuó trabajando sobre una solución compacta que contemplase los diferentes métodos de aprendizaje.



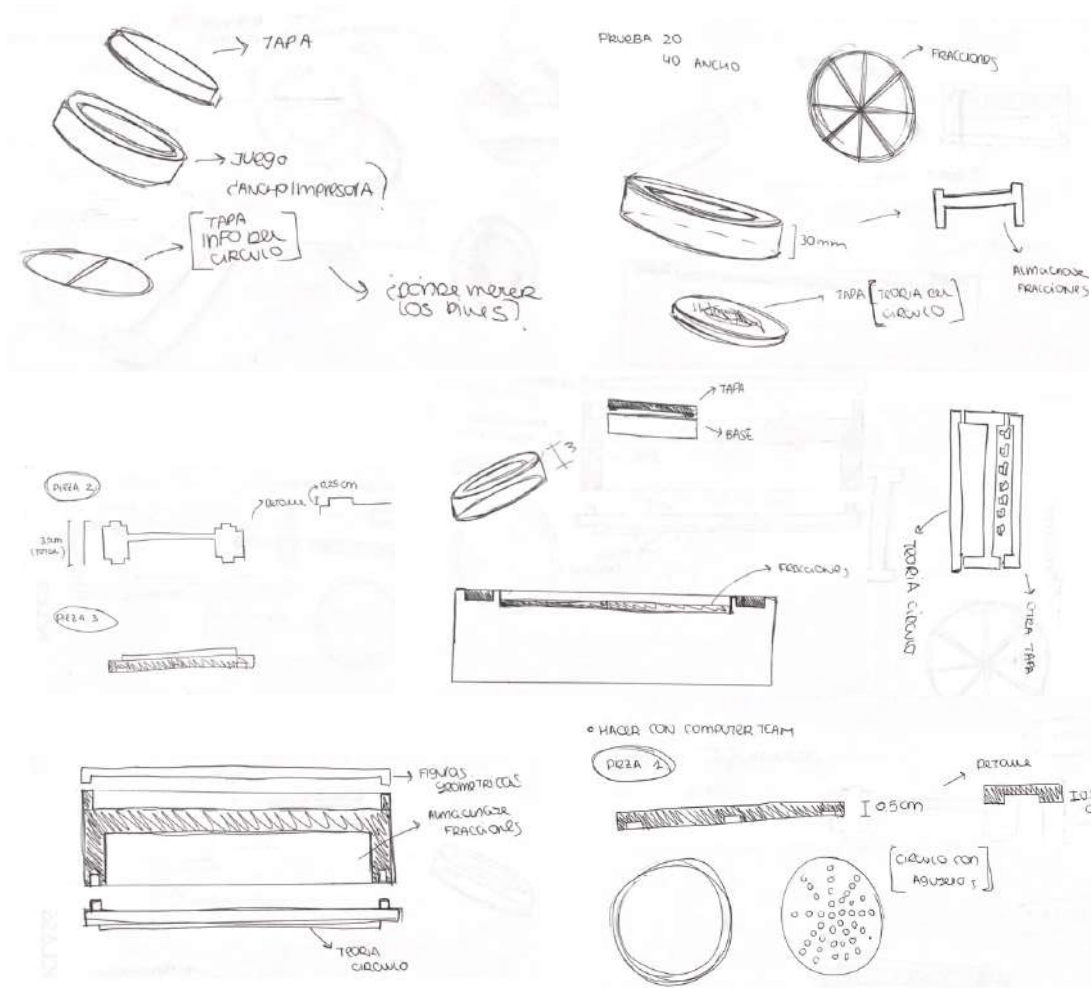


Figura 36. Conjunto de bocetos rápidos de la propuesta D. Elaboración propia

Después de la realización de diferentes bocetos que contemplasen las tres propuestas en un mismo producto, se diseñó un modelo compuesto por 3 partes principalmente. En la primera cara del producto se encuentra la parte teórica sobre las diferentes partes del círculo. En esta, se pueden diferenciar las diferentes partes con diversas texturas y el nombre de cada una de ellas escritas en braille. La parte central del producto se trata del cuerpo del producto, ya que sirve también como almacenaje. En el interior de este se encuentran diferentes fracciones que poseen su nombre en braille para que los niños puedan entender de una forma más práctica las diferentes operaciones que se pueden realizar con las fracciones. En la otra parte de la figura central se guardan los pines que sirven para el último juego. Estos pines tienen un cabezal distinto con el fin de que los niños puedan distinguirlos por sí mismos al tocarlos. Estos pines se introducen en la parte del producto que posee círculos. Gracias a esta figura, pueden crear diferentes formas geométricas posicionando los pines en diferentes agujeros y con una goma. Además, pueden aprender diferentes otros conceptos matemáticos como vectores, alturas, lados etc.

Se diseñaron diferentes formas de los pines con el fin de encontrar la que fuese más ergonómica para el usuario y más fácil de insertar en el tablero, para saberlo, se imprimieron varios ejemplos y se realizaron las pruebas correspondientes. De estos testeos se concluyó que la pieza más ergonómica era la tercera contando desde la izquierda en las imágenes inferiores. Posteriormente, se añadieron diferentes formas geométricas en la cabeza del pin con el fin de mejorar su usabilidad a la hora de crear figuras geométricas u otros ejercicios.

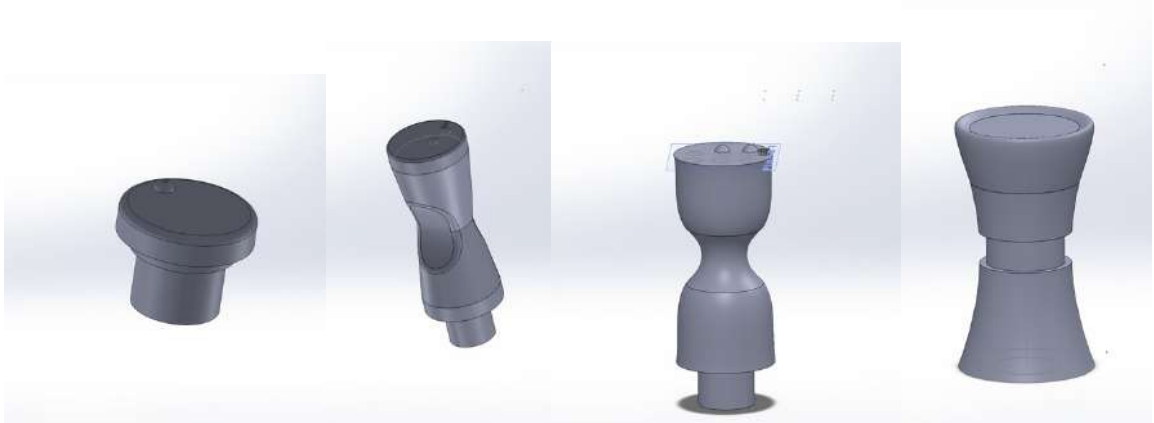


Imagen 87. Propuestas de diferentes geometrías para los pines. Elaboración propia

Esta propuesta se ha modelado en SolidWorks y las dimensiones máximas las ha marcado la dimensión máxima de la impresora y dada la forma de esta propuesta, es importante cuadrar bien la posición del modelo dentro del programa de rebanado para garantizar una buena impresión.

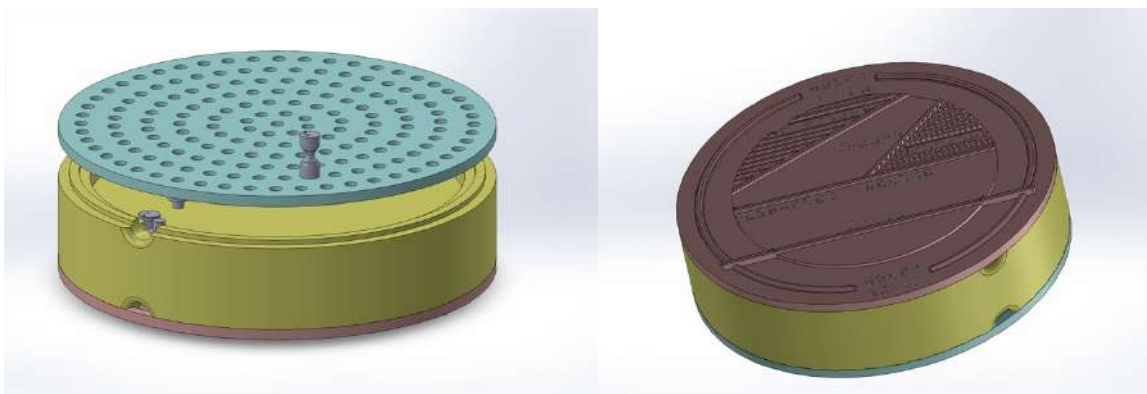


Imagen 88. Modelado propuesta D. Elaboración propia

6 La impresión 3D para el desarrollo de productos educativos

Para el buen entendimiento de los puntos que siguen se va a empezar detallando las características de la impresora 3D empleada, para seguir en detalle de la importancia de esta tecnología como herramienta de cambio

La impresora 3D es la Anycubic Photon Mono X2, se trata de una impresora de resina muy competente en el mercado. Su pantalla tiene una resolución de 4096x2560px con una calidad 4k píxeles. El detalle al que se puede llegar con esta impresora es de muy buena calidad ya que tiene precisión de un solo píxel de hasta 48µm.



Imagen 89. Impresora Anycubic Photon Mono X2. Elaboración <https://www.anycubic.es>

Este modelo tiene más pantalla que su predecesora, 9,1 pulgadas, lo que significa que puede imprimir objetos más grandes o varios modelos pequeños a la vez. Con esta impresora solo se puede imprimir en un color .

La Elaboración de luz matricial es la Anycubic LightTurbo, que proyecta luz UV en paralelo y en perpendicular a la pantalla LCD, esto hace que la exposición de luz sea más uniforme en los modelos y que por tanto se mejora la calidad de los mismos.

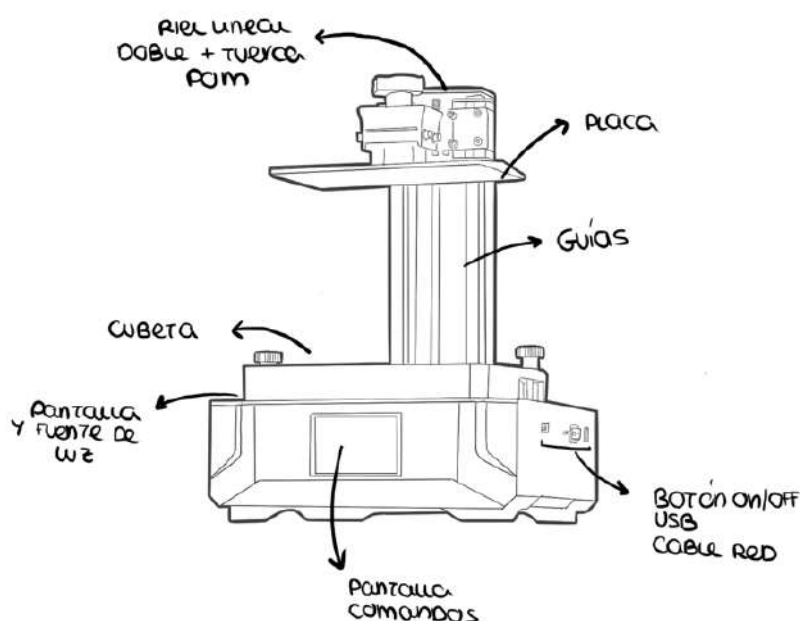


Figura 37. Esquema de las partes de la impresora. Elaboración propia

Las guías lienales del doble de su estructura, las tuercas y la estructura propia de la máquina, son capaces de absorber las vibraciones que se crean, garantizando el correcto funcionamiento del eje z y eliminando las líneas de capa, lo que se traduce en una mayor precisión en el acabado de las piezas.

La placa de construcción tiene un patrón con textura grabado en láser que proporciona una mayor adhesión de la resina a la misma en las impresiones.

La impresora contiene un protector de pantalla para evitar rayaduras y que se dañe la pantalla LCD.

Para poder imprimir los archivos es necesario disponer de softwares de rebanado que puedan traducir los archivos para la impresora, algunos de ellos son Photon Workshop, CHITUBOX y Lychee. En este caso se usará CHITUBOX ya que es uno de los más intuitivos y se tiene experiencia previa manejándolo.

Las especificaciones de la impresora son:

Tabla 5. Especificaciones de la impresora. <https://www.anycubic.es/products/photon-mono-x2>

Peso de la máquina	15.6 lb./7kg	Dimensiones de la máquina	16.4x11.4x10.2in./ 417x290x260mm(HWD)
Volumen de impresión	162oz./4.8L	Dimensiones de impresión	7.8x7.7x5in./ 200x196x122mm(HWD)
Velocidad de impresión	≤60mm/hr. or 2.36in./hr.	Nivelación de máquinas	Nivelación manual de 4 puntos
Fuente de luz	≤27,320 densidad de potencia lux	Eje Z	Liners dobles con precisión de 10 μm
Tanque de resina	Diseño unibody con líneas a escala	Pantalla de exposición	9.1" monocromo 4K+(4,096 x 2,560px)resolución Relación de contraste 350:1 5% de transmisión luminosa 2.000 horas de vida útil típica
Plataforma de construcción	Grabado por láser de aleación de aluminio	Panel de control	Control táctil TFT de 3.5"

Tapa extraíble	Bloquea eficazmente el 99,95 % de la radiación UV	Película de protección	Película antiarañazos sustituible
Fuente de alimentación	Potencia nominal de 100W	Entrada de datos	USB Type-A 2.0

6.1 Montaje y funcionamiento de la impresora

El primer paso que se realizó con los estudiantes de St. Xavier's fue el desembalaje y montaje de la impresora. Para ello se desembalaron todas las partes y componentes de la impresora, comprobando que estuviesen todos tal y cómo se solicitó el pedido.

Para el montaje de la impresora se les enseñó a los estudiantes diferentes tutoriales de Youtube con el fin de que visualizasen cual sería el procedimiento a seguir para el montaje de la máquina. Gracias a los tutoriales y a los manuales, se montó la impresora.

Se sacaron los cables de conexión a la red eléctrica y se procedió a conectarlo para la puesta en marcha de la impresora. Una vez colocado el papel protector en la pantalla se procedió a la calibración de la placa. Previamente a esose aflojaron los tornillos para que la máquina pueda bajar y subir de forma automática hasta calibrarse. Tras esto, se apretaron los tornillos para su fijación. Finalmente, la cubeta con la resina se colocó encima de la pantalla con las dos perillas de estrella.



Imagen 90. Montaje de la impresora en St. Xavier's College. Elaboración propia.



Imagen 91. Montaje y funcionamiento de la impresora. Elaboración propia.



Imagen 92. Preparación para despegar el modelo 3D impreso de la impresora. Elaboración propia.

Después de esto, se encendió la impresora y se explicaron los diferentes botones y partes de la misma, así como su funcionamiento y objetivos. Tras el montaje de la impresora y para su correcto uso, se hizo hincapié en la importancia de los siguientes aspectos:

- Uso de guantes y mascarilla para la impresión
- Revisión de la cantidad de resina durante la impresión
- Comprobación del buen ajuste de los tornillos en las diferentes partes de la impresora.
- Comprobar que la bandeja de resina no tiene ningún desperfecto.
- No sobrepasar el máximo de resina de la cubeta.

La impresora funciona con resina, en este caso se optó por resina lavable al agua por el impacto medio ambiental que suponía. Este tipo de resinas son menos contaminantes debido a su composición. Para comenzar con las impresiones es necesario disponer de los archivos a imprimir. En el proyecto se ha trabajado con los programas de modelado de SolidWorks y Rhinoceros. Cada uno de ellos posee una extensión distinta, por lo que es necesario exportarlos en una extensión legible por el software de rebanado Chitubox. Los archivos se exportaban a .STL para poder ajustar la escala y la colocación de los objetos dentro de la cama de impresión del programa de rebanado. El programa es muy intuitivo y visual, por lo que se aprendizaje también es rápido. Es importante visualizar que todo el material a imprimir quepa dentro de la cama de impresión, es decir, dentro de las dimensiones máximas que la impresora es capaz de imprimir.

Sin embargo, en el caso de este proyecto había que revisar no modificar la escala, ya que la mayoría de modelos tienen texto en braille y al estar normalizado, se debían mantener las normas y tamaños mínimos.

Una vez ajustado los modelos en el programa, es necesario colocar los soportes para que los modelos puedan imprimirse. Es crucial colocar los modelos con la menor superficie posible en contacto con la placa de construcción. La impresora funciona de abajo hacia arriba, por lo que a la hora de colocar los soportes también se ha de tener esto cuenta. El programa ofrece poner los soportes de forma automática o manual. En cualquier caso siempre se pueden añadir, eliminar o modificar. De la misma manera también se pueden ajustar especificaciones más concretas sobre los soportes, así como su grosor, diámetro, sección etc. Esta personalización dependerá del modelo a imprimir, de su complejidad y de la experiencia de la persona a cargo de realizar esta parte del proceso de impresión. Después de ello, debe revisar que todos los puntos del modelo puedan imprimirse correctamente, es decir, que el programa no notifique ningún error o posible fallo de impresión. En el caso de que algún soporte o parte de la pieza se saliese de la cama de impresión, se debe eliminar o posicionar en

otro punto dentro de las posibilidades. En este punto también se revisa la cantidad de resina que se va a necesitar y el tiempo que se va a necesitar la impresora para finalizar la impresión.

Una vez finalizado este proceso se exporta el archivo .STL al archivo legible por la impresora, que en este caso es .pmx2. Una vez exportado se transfiere a un USB que luego se conectara a la impresora.

Para comenzar con la impresión se debe encender la impresora, seleccionar el apartado "Printing" y buscar el archivo que se desee imprimir. Una vez encontrado se pulsa el botón de "Play" y habrá comenzado la impresión. En esta pantalla también aparece un tiempo de impresión. Puede que este sea distinto al marcado por el programa de rebanado, por lo que hay que tomar precauciones y asegurar que se disponga de la suficiente resina en el tanque.

A día de hoy, hay pocos cortes de luz en Kathmandú. La mayoría de ellos suceden en épocas monzónicas o de lluvia. La impresora se apaga en caso de corte luz, pero vuelve a renaudar la impresión en cuanto la luz vuelve desde el mismo punto por el que se pausó, por lo que no hay riesgo de que la impresión salga defectuosa por este motivo. Esto se confirmó a base de pruebas durante las impresiones.

6.2 Tratado y curación de las piezas



Imagen 93. Limpieza de la placa de la impresora 3D. Elaboración propia

Una vez la impresora ha finalizado la impresión, se pasa a la fase de post producción de las piezas. Para ello, es necesario tener en cuenta el material con el que se ha impreso. En el caso de este proyecto, se han usado dos tipos de resinas diferentes, aún así, ambas comparten algunas cuestiones a tener en cuenta. Para despegar las piezas de la placa, es necesario utilizar las herramientas correspondientes, esto incluye cuchillas, tenazas diagonales, pinzas, recipientes y guantes. Es importante que estas herramientas siempre estén limpias con agua.

Los pasos a seguir para llevar a cabo el postprocesamiento son:

- Apagar la impresora
- Retirar el modelo impresora de la placa con una cuchilla. En el proyecto se ha usado siempre la de plástico.
- Una vez despegado, en el caso de las resinas lavables, se introducirá el modelo en agua, sumergiendo la pieza, limpiándolo y eliminando los restos de resina.
- En el caso de las resinas estándar, el producto tendrá que sumergirse en alcohol isopropílico
- Tras esto, se deben quitar los soportes, con ayuda de los alicantes, pinzas y otras herramientas que ayuden a arrancarlos.
- Se ponen a secar las piezas al sol.
- El acabado generado en las impresiones siempre ha sido muy positivo, por lo que no ha sido necesario pulir en la mayoría de las piezas.
- Una vez las piezas pulidas, puede pasarse al coloreado de estas.

Existen máquinas, como por ejemplo, Anycubic Wash and Cure, que se encarga del tratado y curado del material, pero solamente de la limpieza con líquido de la pieza. El resto de cuidados se debe hacer manual. Chain for Change no disponía de esta máquina, por lo que todos los procesos se han realizado manualmente.

Es importante, destacar que las aguas residuales tengan un buen tratado, es decir, no se deben descargar directamente en el alcantarillado para evitar contaminar las aguas subterráneas. La opción óptima para el correcto tratado de estos líquidos es el de calentarnos hasta que se llegue a la evaporación y la mayor parte del contenido se evapore. En cuanto a los residuos que se generan después del curado deben introducirse en la máquina curado o con dosis de luz solar, tras esto, pueden tirarse.

Por otro lado, es recomendable almacenar la resina sin curar en un lugar fresco y oscuro, a temperatura ambiente, y protegerla de la luz para evitar altas temperaturas o la exposición directa a la luz solar. En el caso de que no se haya gastado el bote entero de resina, es recomendable no mezclarlas, aún así, en el proyecto si se ha hecho ya que tras pruebas, el único cambio que se identificaba era un pequeño cambio de color al imprimir, lo cual era irrelevante para este proyecto.



Imagen 94. Piezas impresas en resina en post procesamiento. Elaboración propia



Imagen 95. Manipulación con los modelos 3D impresor. Elaboración propia.

Es importante que el modelo no permanezca demasiado tiempo sumergido debido a las propiedades de la resina. Para garantizar las propiedades mecánicas del modelo, se ha de realizar el post procesamiento a tiempo después de limpiar y secar.

Para obtener un rendimiento óptimo del material curable, es esencial controlar la intensidad y el tiempo de exposición a la Elaboración de luz durante el curado. En el caso aplicado al proyecto, se ha tenido en cuenta que la exposición al sol debe ser de aproximadamente 1 hora. En el caso de que se utilizasen lámparas de mercurio o Elaboraciones de luz, la duración no debe exceder de 1 hora. Siguiendo con esta línea, es aconsejable imprimir en una habitación oscura o cubrir el proceso con una tapa, ya que la resina es fotosensible.

6.3 Aprendizaje activo

La impresión 3D es una tecnología casi desconocida para los estudiantes nepalís y muchos de ellos la conocen teóricamente debido a que cursan estudios cercanos a la tecnología. Sin embargo, ninguno de ellos conocía el procedimiento de la misma, cómo funciona, qué hay que tener en cuenta para mandar los archivos a imprimir. Desde luego para mí también era todo un nuevo aprendizaje. Este aprendizaje constante y de experimentación ha llevado en muchas ocasiones a éxitos en la impresión y en muchas otras, a fallos y errores durante el proceso lo que ha supuesto un aprendizaje compartido muy valioso.

A lo largo del período de impresiones, se han guardado muchas preocupaciones para tratar de ahorrar el máximo contenido de resina posible. Aún siendo conscientes de la importancia de ser cuidadosos con el material, han habido fallos inexplicables en el proceso de los que se han aprendido y no se han repetido en las siguientes impresiones. Lo importante de este proyecto era aprender de forma activa y práctica, por lo que hay que ser conscientes de que todas estas fases van incluidas en el correcto aprendizaje de la herramienta y del proceso en un proyecto.

El primer modelo que se imprimió fue la tapa del mapa de Nepal. Con esta prueba se pudo comprobar si el braille se leía correctamente y si las texturas podían diferenciarse lo suficiente. Dicha pieza tardó en imprimirse 16 horas. A pesar de ser la primera impresión que se realizaba en el proyecto es destacable que no hubo ningún fallo de impresión.



*Imagen 96. Primera impresión realizada.
Elaboración propia*

La segunda parte para imprimir si tuvo diversos problemas a la hora de imprimirse. Fue necesario realizar varias pruebas de impresión hasta conseguir la definitiva. También se realizaron pruebas para intentar ahorrar material vaciando las piezas interiormente. Sin embargo, esta prueba era demasiado ligera y difícil de manipular, además, también era más débil y por tanto podía romperse con más facilidad. Una vez decidido que las piezas debían ser compactas, el siguiente problema detectado fue que el peso era demasiado y que los soportes no eran suficientes para que se imprimiese correctamente. Otro problema con esta parte fueron las tolerancias, dado que existe un ensamble macho-hembra, era necesario ser preciso con las medidas.

El origen de los fallos cometidos han sido muy diversos y ahora se conocen algunos debido a la falta de limpieza de alguna parte de la impresora. El no asegurarse de que la impresora estuviese completamente limpia para pasar de una impresión a otra en cadena llevó a que parte de resina se posase encima de la pantalla LED y que la impresión no saliese correctamente y quedase como una fina capa en el tanque de impresión.

Otra impresión fallida tiene que ver con la falta de soportes o delgadez de los mismos. Si las piezas son muy pesadas es necesario aumentar manualmente el grosor de las piezas en el programa ChituBox. También es necesario revisar la altura a la que los soportes se conectan con el modelo. El proyecto de la ONG también incluye una parte relacionada con la accesibilidad en la que Valeria Müller ha modelado los edificios de St. Xavier's College para recrear una maqueta a pequeña escala y que los niños puedan identificar las diferentes partes de su colegio, cómo son los edificios, el número de pasos, el recorrido que pueden hacer por ellos, etc. Se ha contribuido a este proyecto como apoyo en las impresiones, exportando y preparando los archivos para mandar a imprimir. Al ser piezas más compactas y pesadas que lo impreso hasta el momento, se tuvo que modificar más parámetros en el programa para que las impresiones fuesen exitosa y no se repitieran problemas.

Los errores también sucedieron con el cambio a la nueva resina, la que es lavable en alcohol isopropílico (IPA), ya que en algunas ocasiones se adhirió demasiado a la placa y era muy complejo despegarla, a pesar de disponer de las herramientas, no se conseguía separar el material restante de la impresión de la placa. Tras investigar y realizar diferentes pruebas, finalmente se encontró la solución de que hirviendo agua y después sumergiendo esta parte, se podía separar el material de la otra parte.

Una de las cosas a tener en cuenta con la impresora y con el programa de Chitubox, es que no coinciden en las horas de duración de las impresiones, por lo que es muy importante revisar que el tanque disponga de material durante todo momento para que la impresora funciona y no detenga el proceso.

El aprendizaje con impresión 3D no se limita únicamente al uso de la impresora; también implica la realización de una adecuada curación y tratamiento de las piezas impresas. En fases anteriores, se ha detallado el proceso completo de esta parte crucial. Sin embargo, para garantizar un acabado óptimo o ajustar las tolerancias entre las piezas impresas, se llevó a cabo un proceso adicional: el lijado de las piezas.

El lijado se convierte en una práctica esencial para solventar pequeños detalles y perfeccionar la calidad final de las piezas impresas. Este paso no solo se centra en la estética, sino que también desempeña un papel fundamental en la funcionalidad y precisión de los modelos. Durante esta etapa, se explicó a los estudiantes la importancia de estas acciones, destacando cómo influyen en la obtención del mejor resultado posible. El lijado es importante debido a:



Imagen 97. Conjunto de fallos en las impresiones. Elaboración propia

- **Ajuste de tolerancias:** En ocasiones, las piezas impresas pueden tener tolerancias ajustadas que requieren una precisión extra. El lijado permite ajustar estas tolerancias para lograr un ensamblaje más preciso y sin fricciones.
- **Ajuste de superficies de encastre:** Para piezas que necesitan ensamblarse entre sí, el lijado puede ayudar a ajustar las superficies de encastre para lograr un ensamblaje más preciso y estable.
- **Mejora de la apariencia:** El lijado ayuda a suavizar las capas impresas, eliminando las marcas de capa visibles y proporcionando un acabado más pulido y estético.
- **Eliminación de imperfecciones:** Pequeñas imperfecciones como rebabas, hilos de material sobrante o pequeñas irregularidades pueden ser eliminadas mediante el lijado, mejorando la calidad general de las piezas.
- **Preparación para acabados adicionales:** En casos en los que se desee aplicar pintura, recubrimientos o cualquier otro acabado adicional, el lijado proporciona una superficie uniforme que mejora la adherencia y la apariencia del acabado final.



Imagen 98. Estudiantes de St. Xavier's School lijando prototipos impresos en 3D. Elaboración propia.

Al enseñar a los estudiantes sobre este proceso, se les brinda una comprensión completa del proceso integral de la impresión 3D, desde la creación del modelo hasta la finalización y preparación de las piezas impresas. Este enfoque integral no solo promueve la parte técnica, sino también la apreciación de los detalles y la búsqueda constante a un mejor acabado.

6.4 Parámetros de impresión

En este apartado se comenta los parámetros seleccionados para la impresión de los prototipos diseñados en la impresora Anycubic Photo Mono X2. Las dimensiones de la impresora son 475 mm (alto) x 270 mm (ancho) x 290 mm (profundo). La cama de impresión es 200 mm (alto) x 196 mm (ancho) x 122 mm (profundo). Todos los modelos diseñados caben dentro de estas dimensiones ya que ha sido una medida de referencia en la conceptualización de los mismos, a pesar de ello, han de posicionarse de forma estratégica en la cama de impresión para obtener una impresión exitosa y eficiente.

Se requiere de precisión para la impresión de las piezas debido principalmente al braille, ya que los puntos son pequeños y deben de poder leerse a la perfección.

Los archivos se han exportado en formato "STL" desde SolidWorks y desde Rhinoceros. Se ha exportado en este formato ya que aporta muy buenos resultados en la impresión 3D. Para la preparación de los archivos se ha utilizado Chitubox, el cual permite modificar la orientación de las piezas para imprimir según las preferencias del usuario.

Altura capa:	<input type="text" value="0,050"/>	mm	Bottom Lift Distance:	<input type="text" value="3,000"/>	+	<input type="text" value="4,000"/>	mm
Total capas inferiores:	<input type="text" value="6"/>		Lifting Distance:	<input type="text" value="2,500"/>	+	<input type="text" value="4,500"/>	mm
Exposure Time:	<input type="text" value="2,000"/>	s	Distancia de ...aer inferior:	<input type="text" value="5,000"/>	+	<input type="text" value="2,000"/>	mm
Bottom Exposure Time:	<input type="text" value="25,000"/>	s	Distancia de retracción:	<input type="text" value="5,000"/>	+	<input type="text" value="2,000"/>	mm
Recuento de capas de transición:	<input type="text" value="6"/>		Veloc.elevación inferior:	<input type="text" value="50,000"/>	&	<input type="text" value="240,000"/>	mm/min
Tipo de máquina:	<input type="text" value="Lineal"/>	▼	Lifting Speed:	<input type="text" value="60,000"/>	&	<input type="text" value="240,000"/>	mm/min
Decremento del ...de transición:	<input type="text" value="3,290"/>	s	Velocidad de ...ión inferior:	<input type="text" value="240,000"/>	&	<input type="text" value="60,000"/>	mm/min
			Velocidad de retracción:	<input type="text" value="240,000"/>	&	<input type="text" value="60,000"/>	mm/min

Imagen 99. Ajustes usados en la impresión 3D en el programa Chitubox. Elaboración propia

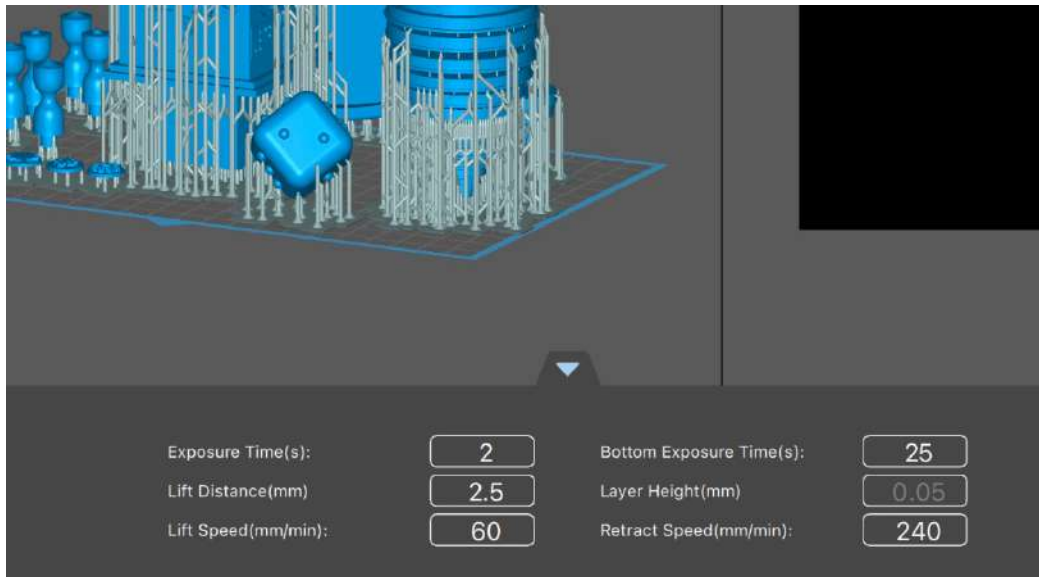


Imagen 100. Parámetros de impresión con soportes colocados en Chitubox.. Elaboración propia

Una de las capas más importantes en la impresión es la inicial, ya que de esta dependerá que la pieza se fije o no en la cama de impresión y que por tanto, la pieza no se despegue durante la impresión. Este error puede suceder si no se tiene en cuenta el tamaño o peso de las piezas a imprimir y no se generan modificaciones en los parámetros de impresión de la misma.

Como ya se ha comentado anteriormente, la resina utilizada en las impresiones ha sido la resina lavable en alcohol isopropílico (IPA), dependiendo de la disponibilidad de las mismas según el punto en el que estuviese el proyecto.

En cuanto a los tiempos de impresión de cada producto, varían dependiendo del tamaño y número de piezas que se coloque. Siempre se ha intentado fabricar varias piezas a la vez, ya que se ahorra más tiempo y energía, aunque es una decisión que ha de meditarse ya que para incluir muchos modelos en una impresión, hay que asegurarse de que esa impresión no va a fallar, de lo contrario, se perdería mucho material, tiempo y otros costes.

Tabla 6. Datos técnicos de las impresiones realizadas. Elaboración propia.

Partes	Tiempo	Volumen(ml)	Peso(g)
Base mapa	9h 53 min 58 s	147,25	162,00
Puzzle mapa	4h 34min 10s	156,92	172,60
Top mapa	9h 53 min 58 s	150,30	165,30
Base estupa	13h 10 min	413,74	455,1
Esfera estupa	9h 53 min 31s	501,58	555,1
Cabeza estupa	4h 55 min 19s	97,44	107,2
Escaleras estupa	4h 14min 12s	59,68	65,6
Detalle estupa	1h 54min 34s	3,65	4
Círculo teoría	9h 53 min 10s	188,43	207,3
Círculo con agujeros	9h 53 min 31s	131,07	144,2
Fracciones	4 h 8 m 43 s	147,54	162,3
Pin	2h 3 m 12 s	80,56	85,62

6.5 Resultados finales

El proceso de aprendizaje de impresión 3D ha proporcionado a los estudiantes una experiencia integral que va más allá de simplemente operar con una impresora. Algunas conclusiones clave de este proceso incluyen:

- **Comprensión del ciclo completo:** Los estudiantes han adquirido conocimientos sobre todo el proceso de la impresión 3D, desde la conceptualización y diseño de modelos hasta la preparación de archivos, la configuración de impresoras y el postprocesamiento de las piezas impresas.
- **Importancia de la preparación de modelos:** Se ha destacado la importancia de una preapreciación adecuada de los modelos antes de la impresión. Esto incluye la orientación correcta en el programa de rebanado, la generación de soportes necesarios y la revisión de la calidad del archivo STL para garantizar resultados exitosos.
- **Tratamiento postimpresión:** La fase de postimpresión, que abarca desde la eliminación de soportes hasta el lijado y otros métodos de acabado, ha demostrado ser crucial para mejorar la calidad y la funcionalidad de las piezas impresas.
- **Resolución de problemas:** Se ha fomentado la capacidad de resolución de problemas al enfrentarse a desafíos comunes en la impresión 3D, como la adhesión a la plataforma, el desplazamiento de capas y la necesidad de otros ajustes.
- **Aplicaciones prácticas y creatividad:** Los estudiantes han explorado diversas aplicaciones prácticas de la impresión 3D, desde el modelado de prototipos hasta la creación de piezas personalizadas. Se ha fomentado la creatividad al permitirles diseñar y materializar sus ideas de manera tangible.
- **Conciencia ambiental:** Se ha promovido la conciencia ambiental al discutir la gestión de residuos generados por la impresión 3D y la consideración de materiales más sostenibles. Además, siempre se ha incentivado a que se piense si el modelo a imprimir podría realizarse con otros materiales que tuviese un impacto más positivo en el medio ambiente.

En resumen, el proceso de aprendizaje de impresión 3D ha proporcionado a los estudiantes habilidades técnicas, creativas y una comprensión completa de los principios fundamentales de esta tecnología cerrando casi por completo el ciclo de vida del diseño de un producto.



Imagen 101. Conjunto de imágenes de la impresión de la propuesta A: Mapa de Nepal. Elaboración propia



Imagen 102. Conjunto de imágenes de la propuesta B: Estupa Swayambhunath. Elaboración propia

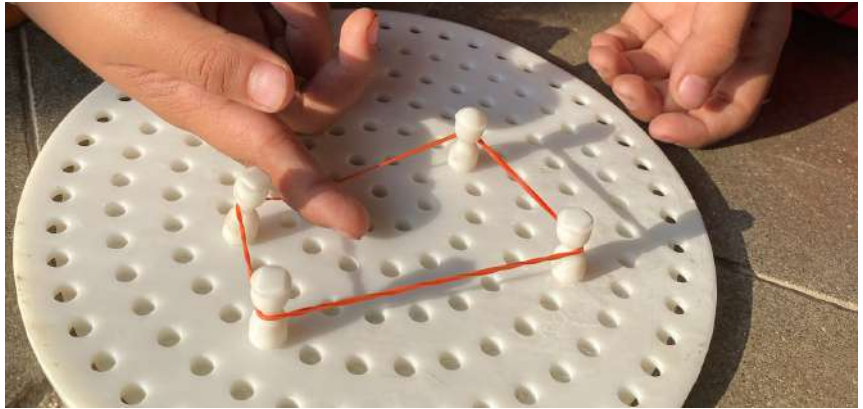


Imagen 103. Conjunto de imágenes de la propuesta D: *Círculo Matemático*. *Elaboración propia*

7 Testeo de los productos

La experiencia en Katmandú concluyó con un último taller en el que se testearon los productos impresos con los niños invidentes del Laboratory School. En esta sesión asistieron la mayoría de los estudiantes de St. Xavier's con el fin de colaborar y apoyar en las dinámicas. Dado que se iban a enseñar cinco productos, era necesario que fuésemos varias personas explicando cada producto. Se llevaron los diseños desarrollados en Nepal, el mapa, la estupa y el círculo matemático. Además, se llevó también el juego del ciclo menstrual desarrollado en la asignatura de Cooperación Universitaria al Desarrollo y los edificios de St. Xavier's School modelados por Valeria Müller.

En este apartado se explicarán las conclusiones relacionadas con los productos diseñados en el presente proyecto. La dinámica del taller se organizó de forma que cada estudiante estuviese con un par de niños. Cada estudiante explicaba un producto o una parte de un producto a una pareja y pasado determinado tiempo, los estudiantes rotaban y pasaban al siguiente grupo. De esta manera, se facilitaba la dinámica, ya que los niños no tenían que moverse por la clase para llegar a la siguiente explicación.



Imagen 104. Testeo de los prototipos. Elaboración propia.



Imagen 105. Testeo del prototipo del puzle del mapa de Nepal. Elaboración propia

En primer lugar, el producto del mapa de Nepal fue todo un éxito ya que resultó ser muy interesante y estimulante para los niños. El braille de este producto se podía leer con facilidad, pero en algunos puntos era más complejo debido a que algunas piezas eran demasiado pequeñas y los nombres demasiado largos, por lo que el braille quedaba a tras de las fronteras y eso hacía que les pareciese más complejo a la hora de leer.

Los niños y niñas comenzaron a identificar rápidamente las formas de cada provincia y las relacionaban con las fronteras de la otra parte del mapa.



Imagen 106. Testeo del prototipo del puzle del mapa de Nepal. Elaboración propia



Imagen 107. Testeo del prototipo de la estupa Swayambhunath.. Elaboración propia

También nos reportaron les gustaría que las fronteras fuesen más notorias, ya que las percibían, pero resultaba un poco costoso. Después de identificar las provincias y conocer sus capitales, debían ensamblarlas en las provincias, para ello podían probar en cuáles encajaban o se saben el nombre de la provincia, ir buscando dónde se encuentra.

En este aspecto, los encajes de unas partes con las otras deberían haber sido más grandes, gruesos o menos delicados, ya que los niños y niñas no sabían si lo iban a romper o no. Además, la tolerancia entre piezas, era demasiado ajustada, los niños y niñas hubiesen preferido menos apriete para que fuese más fácil introducirlos a pesar de luego no ensamblar las tres partes del producto y que se pudiese transportar de una forma compacta. Como puntos a mejorar también, prefieren más diferencia entre las texturas con las que se indica los tres tipos de relieve del país y que se indicase en alguno de estos mapas dónde se encuentra el Everest. La leyenda que indica el significado de las texturas les pareció muy útil aunque la colocación de la misma no les parece cómoda, debido al movimiento que hacen al mapa para leerlo.

El producto que trata de enseñar las diferentes partes de la estupa de Swayambhunath también atrajo rápidamente la atención de los niños y niñas. Al ser un monumento cultural y espiritual tan importante para ello, estaban emocionados de por fin poder comprender cómo eran las formas de una estupa y cuál era el resultado final de la suma de

todas sus partes. El braille en este producto también se podía leer con facilidad y los lugares en los que se situaban tenían sentido para los niños. Algunas piezas quizás eran demasiado pesadas, pero no tanto para que fuese difícil para ellos moverlas. Una de las piezas, la que se sitúa en lo alto del monumento, era demasiado pequeña y frágil debido a la escala, por lo que podían sentirla como pieza aparte, pero no en conjunto con la estupa. Este producto también posee una leyenda en la base del mismo, lo que les resulto también muy útil para poder comprender y conocer cada una de las partes de la figura. A pesar de que sí se pensase añadir un QR en la base del producto, el proyecto ocurrió contrarreloj y no se pudo añadir para el testeo.



Imagen 108. Testeo del prototipo del círculo matemático. Elaboración propia.

encontraba, aunque levantando un poco el espacio dónde está escrito se solucionaría el problema.

Se testeó el círculo con los agujeros en los que se introducen los pines para crear figuras matemáticas con gomas. Este último fue el más complejo de entender y de usar. El grosor de los pines era demasiado fino, por lo que al insertarlos, no quedaban completamente fijos y eso dificultaba la conexión entre puntos. Dependiendo de las tolerancias entre los agujeros, los pines funcionaban mejor o peor. Aunque en este aspecto el producto fuese mejorable, encontrando los pines adecuados, los niños consiguieron construir formas y entender el uso del tablero.

Aún así, tampoco fue necesario ya que los estudiantes estábamos para explicar las partes del producto.

En el caso del producto del círculo matemático, comentaron que al principio era un poco complejo de entender debido a que había numerosas piezas. Por un lado, el aprendizaje de las fracciones les pareció muy útil, ya que podían leer el braille perfectamente y entendían las dimensiones de la fracción. Muchos de ellos no tenían las bases de las fracciones, por lo que les costó más entender en que ayudaba el producto. Por suerte nos acompañó durante la sesión la profesora de matemáticas, por lo que les pudo explicar a la perfección los conceptos teóricos y cómo podían ayudarse de estas piezas para comprenderlos mejor. El único aspecto a mejorar de esta parte fue que necesitarían más piezas para poder realizar más combinaciones y completar todas las partes de un número.

La parte teórica del círculo en la que se indican las partes del mismo, también tenía un braille fácil de leer. Las texturas eran lo suficientemente distintas como para que entendiesen que de una parte se pasaba a otra, y a través del tacto podían entender muy bien los componentes. Solo uno de los nombres costaba más de leer por la posición en la que se



Imagen 109. Conjunto de imágenes de los estudiantes de LAB School testeando los prototipos impresos en 3D. Elaboración propia.



Imagen 110. Conjunto de imágenes de los estudiantes de LAB School testeando los prototipos impresos en 3D. Elaboración propia.

Para detectar las percepciones de los estudiantes, también se les preguntó qué les había parecido y cómo se sentían tras utilizar todos estos productos. Las conclusiones coinciden en gran medida con lo comentado anteriormente. Ellos hablaron el nepalí, pero las conclusiones las tradujeron los estudiantes de St. Xavier's:

Female reproductive organ model

- *All parts are required when teaching otherwise can lead to confusion.*
- *Need numbers to indicate different stages more accurately.*

Map of Nepal

- *The holders need to be more solid.*
- *Puzzle piece could've been more intuitive to place. Students required external help to place the puzzle*
- *Need to include key place like the location of Mt. Everest. This can pique more interest in the students to learn.*

Swyambunath stupa

- *Braille labelling should be clearer.*
- *The model could've been larger to make the details of the model more coherent.*

Circle model

- *Effective. Models about geometry are immensely useful.*
- *Spelling mistake in word 'segment'.*

Fraction model

- *Need to more parts to compare with other pieces. (eg; four $\frac{1}{4}$ = one $\frac{1}{3}$)*

Shapes model

- *The pins need to be more resilient to resist the stretch of the rubber bands.*
- *The rubber back could be replaced by simple threads.*

Todas estas conclusiones forman parte de los comentarios a tener en cuenta en el rediseño de estos modelos. El objetivo de la ONG es tener tres copias del mismo producto para así poder repartirlo entre los colegios con los que colaboran, por lo que la intención es que estas notas sirvan para mejorar el modelo y modificar los detalles para que cada impresión sea mejor que la anterior.

El diseño de productos para niños y niñas discapacidad visual debe abordar aspectos específicos para garantizar la accesibilidad y la utilidad. Por ello, se han analizado los productos en base a los parámetros que se han considerado clave para conocer en dónde pueden mejorar. En este sentido se dan las siguientes recomendaciones:

- **Accesibilidad táctil:**
 - Superficies táctiles y texturas: Los productos deben tener superficies táctiles distintivas y texturas que los niños y niñas con discapacidad visual puedan identificar y explorar fácilmente.
 - Etiquetas en braille: Si es posible, incluir etiquetas en braille para proporcionar información importante sobre el producto.
- **Salida de audio:**
 - Instrucciones y *feedback* auditivo: Los productos deben proporcionar instrucciones y *feedback* auditivo claro para guiar a los niños ciegos en su uso.
- **Contraste y color**
 - Contraste visual: Utilizar colores que contrasten y marcadores visuales para facilitar la identificación de elementos y detalles importantes.
- **Facilidad de uso**
 - Diseño intuitivo: El diseño del producto debe ser intuitivo y fácil de entender sin la necesidad de instrucciones visuales.
 - Ergonomía: Considerar la comodidad y la facilidad de manejo, especialmente para productos que los niños y niñas usarán de forma regular. Intentando promover la autonomía en el aprendizaje y la no dependencia de un acompañante.
- **Seguridad**
 - Bordes redondeados y objetos no punzantes: Evitar bordes afilados y otros elementos que los niños y niñas puedan clavarse o con lo que puedan herirse.
- **Adaptabilidad**
 - Ajustes personalizables: Permitir ajustes o personalizaciones según las preferencias individuales de los niños ciegos.
 - Compatibilidad con tecnología asistencial: Diseñar productos que sean compatibles con tecnologías asistenciales comunes utilizadas por niños ciegos.
- **Estímulo sensorial**
 - Estímulos multisensoriales: Incorporar características que estimulen otros sentidos además del tacto y el oído, como el olfato o el gusto, cuando sea apropiado.
- **Durabilidad y mantenimiento**
 - Materiales duraderos: Utilizar materiales de calidad que soporten el uso frecuente y el desgaste.
 - Diseñar productos con espesores y nervaduras que aseguren su durabilidad, además de seleccionar los materiales de mejor resistencia y calidad
 - Fácil mantenimiento: Diseñar productos que sean fáciles de limpiar y mantener.
- **Tecnologías propias del país**
 - Hacer uso de aquello que se disponga en el propio país para no crear dependencia de herramientas ni de fungible.

Para el siguiente análisis, existen las siguientes relaciones, 0 no lo presenta, 1 muy poco, 2 poco, 3 intermedio, 4 buena y 5 muy buena.

*Tabla 7. Evaluación del prototipo en base al testeo con los usuarios: Puzle del mapa de Nepal.
Elaboración propia*

Mapa de Nepal	1	2	3	4	5
Accesibilidad táctil					
Salida de audio					
Contraste y color					
Facilidad de uso					
Seguridad					
Adaptabilidad					
Estímulo sensorial					
Durabilidad y mantenimiento					
Tecnologías propias del país					

*Tabla 8. Evaluación del prototipo en base al testeo con los usuarios Estupa Swayambhunath.
Elaboración propia*

Estupa	1	2	3	4	5
Accesibilidad táctil					
Salida de audio					
Contraste y color					
Facilidad de uso					
Seguridad					
Adaptabilidad					
Estímulo sensorial					
Durabilidad y mantenimiento					
Tecnologías propias del país					

Tabla 9. Evaluación del prototipo: Círculo matemático. Elaboración propia

Círculo matemático	1	2	3	4	5
Accesibilidad táctil					
Salida de audio					
Contraste y color					
Facilidad de uso					
Seguridad					
Adaptabilidad					
Estímulo sensorial					
Durabilidad y mantenimiento					
Tecnologías propias del país					

La participación de personas con discapacidad visual en el proceso de diseño y pruebas es crucial para evaluar la efectividad y la usabilidad de los productos. Además, la retroalimentación continua y la adaptabilidad del diseño son fundamentales para crear productos que realmente satisfagan las necesidades de los estudiantes con discapacidad visual. Los productos adaptados para niños y niñas con discapacidad visual desempeñan un papel crucial en facilitar el acceso a la educación, el entretenimiento y el desarrollo personal. Es esencial que estos productos sean diseñados teniendo en cuenta las necesidades específicas de los usuarios y que se realicen pruebas para garantizar su efectividad.

Su participación directa en el diseño de los productos garantiza un punto de partida esencial y necesario para ofrecer un recurso de utilidad. Disponer además de la herramienta que nos permite rediseñar y plantear constantemente mejoras de los productos es un *must have* esencial en este proyecto planteado desde un inicio para lograr la independencia en el diseño y generación de productos educativos.

8 Conclusiones

8.1 Conclusiones técnicas

Tras completar el proyecto, es necesario evaluar si se ha logrado alcanzar los objetivos generales y concretos propuestos.

Los objetivos generales y concretos del proyecto presente se cumplen en su gran mayoría. Se ha conseguido traspasar conocimientos a los estudiantes para que puedan continuar avanzando con el proyecto, ya sea con la creación de nuevos talleres o con el desarrollo de nuevas propuestas educativas para impresión 3D.

A través de todo ello, se ha conseguido proporcionar a las personas involucradas en el proyecto independencia para generar de forma autónoma sus propios recursos para atender a las necesidades de personas con discapacidad visual.

Hay que remarcar que con este trabajo se inicia este proyecto en Nepal, el cual va a tener continuación, por lo que algunos de los objetivos acaban de empezar a cumplirse, como la colaboración con nuevas organizaciones para un mayor impacto del trabajo. Estas relaciones empezaron a cultivarse durante mi estancia en el país y se espera que con el tiempo se refuercen y surgan nuevas. Lo que se traduce en una mejora en la educación y participación en la sociedad de las personas con discapacidad visual.

Es importante destacar que se ha superado el alcance del proyecto propuesto en la beca del Centro de Cooperación al Desarrollo, ya que se han desarrollado más prototipos, creado talleres y diseñado más materiales de los previstos. Durante el desarrollo de la beca han surgido todo tipo de complicaciones y retos, que han podido ser afrontados gracias a las herramientas y conocimientos adquiridos en la titulación de diseño y en la experiencia coordinando equipos en Generación Espontánea.

“La sociedad piensa y diseña los entornos, productos y servicios en función de lo que cree que es normal en las personas. Solo piensa en personas que caminan, oyen y comprenden sin necesidad de apoyo y no tiene en cuenta a las personas con discapacidad” (El Real Patronato sobre Discapacidad, s.f.)

El papel que posee la ingeniería en el diseño social es clave para cambiar problemáticas actuales. Hacer un proyecto de estas características desde una perspectiva social y sostenible aporta gran experiencia profesional y un gran valor añadido debido a las capacidades técnicas y humanas que se han de emplear.

8.2 Conclusiones humanas

La experiencia en Nepal diseñando productos y realizando talleres para niños invidentes, así como impartiendo clases de modelado en 3D, proceso de diseño y taller a estudiantes de St. Xavier's, ha sido enriquecedora y llena de aprendizajes tanto a nivel profesional como personal.

La interacción directa con niños y niñas invidentes ha fomentado una profunda conexión emocional y ha impulsado el desarrollo de la empatía y de la comprensión de la situación y de las necesidades específicas de este grupo. Trabajar con ellos ha requerido que desarrollase habilidades de comunicación, adaptación y paciencia. Esto no es solo importante en el contexto de diseño, sino también en la vida cotidiana. Este contacto con los estudiantes con discapacidad visual ha sido esencial para diseñar productos y talleres que realmente sean útiles. La experiencia ha resaltado la importancia de la inclusión en el diseño y en la educación. Al adaptar productos y talleres para abordar las diferentes problemáticas se contribuye a la construcción de un entorno más inclusivo y equitativo. Toda la experiencia ha propiciado un aprendizaje mutuo por todas las partes. La diversidad de perspectivas y habilidades en el aula ha permitido que tanto los educadores como los estudiantes se beneficien de nuevas ideas y enfoques. Además, que el proyecto incluyese el diseño y prueba de productos destinados a niños con discapacidad visual, proporcionó un gran valor añadido en el trabajo y en lo personal. Poder testear tus propios diseños con los usuarios y comprobar que realmente son útiles para ellos, es una sensación muy especial. Esta fase de testeo permitió encontrar los puntos de mejora de los productos para así poder modificarlos y adaptarlos de manera óptima a las necesidades de los niños y niñas invidentes en las próximas impresiones, lo que le da continuidad al proyecto.

La contribución con las clases ha dejado un impacto positivo y duradero en el alumnado. No solo a nivel técnico a través de las diferentes herramientas enseñadas en modelado o diseño, sino que también han interiorizado un método de aprendizaje distinto, mostrándoles que la creatividad está implícita en muchas situaciones de la vida. El intercambio de ideas y perspectivas ha llevado a soluciones innovadoras y ha inspirado a los estudiantes a explorar nuevas formas de expresión creativa.

La experiencia en un entorno cultural diferente ha requerido de la superación de barreras culturales y lingüísticas, casi diariamente. La capacidad de adaptación y comunicación efectiva ha sido esencial para el del proyecto en general.

En resumen, la experiencia en Nepal pone en valor la importancia de la empatía, la inclusión y el aprendizaje mutuo en el ámbito del diseño y la educación. Estos elementos no solo enriquecen el trabajo profesional, sino que también contribuyen a la formación de una sociedad más comprensiva y equitativa. A nivel académico y personal, la experiencia ha sido muy positiva y enriquecedora, ha sido un estímulo constante en el que he comprendido la importancia de los enfoques educativos innovadores y de cómo estos pueden adaptarse a las necesidades específicas de los estudiantes.

Referencias

- Alt Studio. (2022). *Alt Studio*. Obtenido de Visual Reference: <https://altstudio.tumblr.com/post/644473725127917568>
- AnyCubic. (s.f.). Obtenido de Resinas: <https://www.anycubic.es/collections/uv-resin/products/anycubic-resina-lavable?variant=41484106530992>
- Baker, N. (18 de Febrero de 2018). *The Scottish Sun*. Recuperado el Junio de 2024, de News: <https://www.thescottishsun.co.uk/news/2210083/what-is-the-braille-alphabet-when-did-louise-braille-create-the-writing-system-and-how-do-you-read-it/>
- Banco Mundial. (03 de Abril de 2023). Recuperado el Agosto de 2023, de La inclusión de la discapacidad: <https://www.bancomundial.org/es/topic/disability#1>
- Behance. (s.f.). Obtenido de Cube for blind People: <https://www.behance.net/gallery/451134/Rubiks-Cube-for-blind-People>
- Blanc, S. (s.f.). *Store Blanc*. Obtenido de Siraya Tech Fast ABS: <https://www.store.blanc.com.np/product/siraya-tech-fast-abs-like-resin-1kg/>
- Caingram. (s.f.). *Caingram*. Recuperado el Agosto de 2023, de Swayambunath: https://www.caingram.com/Nepal/Ktm_htm/swayambunath_1.htm
- Castañeda, V. (9 de Agosto de 2020). *Behance*. Obtenido de Toque mágico: kit para niños invidentes: <https://www.behance.net/gallery/102129453/Toque-magico-kit-para-ninos-invidentes>
- Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. (12 de Diciembre de 2006). Recuperado el Agosto de 2023, de Naciones Unidas: <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-persons-disabilities>
- Dezeen. (s.f.). Obtenido de 3D-printed braille and picture books help blind children to read: <https://www.dezeen.com/2016/02/04/3d-printed-braille-and-picture-books-help-blind-children-to-read/>
- El Real Patronato sobre Discapacidad. (s.f.). *El Real Patronato sobre Discapacidad*. Recuperado el Julio, de Enfoque y datos sobre discapacidad: <https://www.rpdiscapacidad.gob.es/discapacidad-derechos-humanos/enfoque.htm>
- Eustat. (27 de Marzo de 2024). *Eustat*. Recuperado el Junio de 2024, de Índice de desarrollo humano por indicadores según países. 2023: https://www.eustat.eus/elementos/ele0013500/indice-de-desarrollo-humano-por-indicadores-segun-paises/tbl0013566_c.html
- Expansión, D. M. (s.f.). *Datos Macro Expansión*. Recuperado el Junio de 2024, de Nepal - Índice de Desarrollo Humano - IDH: <https://datosmacro.expansion.com/idh/nepal>

- Federación Nacional de Discapacitados - Nepal*. (10 de Agosto de 2015). Recuperado el Agosto de 2023, de Población de discapacitados en el distrito: <https://nfdn.org.np/disability-statistics/district-wise-disability-data/>
- formlabs. (s.f.). *formlabs*. Obtenido de Guía de materiales de impresión 3D: Tipos, aplicaciones y propiedades: <https://formlabs.com/es/blog/materiales-impresion-3d/>
- Ghimire, B. (2020, August 16). *The Kathmandu Post*. Retrieved from Government fails to design courses for children with disabilities“: <https://kathmandupost.com/national/2020/08/16/government-fails-to-design-courses-for-children-with-disabilities>
- Goverment, N. (2006). *Definition and Classification of Disability in Nepal*. Retrieved Julio 2024, from RCRD-Nepal: https://rcrdnepa.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/09/definition-and-classification-of-disability-in-nepal_english.pdf
- Hand Luggage Only. (9 de Mayo de 2024). *Hand Luggage Only*. Recuperado el Junio de 2024, de Exploring Swayambhunath Stupa – The Monkey Temple In Kathmandu, Nepal: <https://handluggageonly.co.uk/exploring-swayambhunath-stupa-monkey-temple-kathmandu-nepal/>
- HappyToyHouse . (s.f.). *Inspire Uplift*. Obtenido de FEMALE FERTILIZATION: <https://www.inspireuplift.com/Female-Fertilization-Human-Anatomy-Educational-Toy-Reproductive-System-Anatomy/iu/48321>
- Hernández, J. P., Arredondo, J. C., & Olvera Bonilla, C. R. (11 de Marzo de 2021). *Behance*. Obtenido de Modulo de Información para Personas Invidentes: https://www.behance.net/gallery/115196255/Modulo-de-Informacion-para-Personas-Invidentes?tracking_source=search_projects%7CINVIDENTES
- Horvat, Z. (29 de Enero de 2016). *Behance*. Obtenido de Tactile Picture Book for Blind Children : https://www.behance.net/gallery/30101433/Tactile-Picture-Book-for-Blind-Children?tracking_source=search%257Cbook
- Impresoras 3D. (26 de Octubre de 2023). *Impresoras 3D*. Obtenido de Impresora 3D Resina vs Filamento ¿Cuál es mejor?: <https://www.impresoras3d.com/impresora-3d-resina-vs-filamento-cual-es-mejor/>
- Kim, E. (2015). *Yanko Design*. Obtenido de The Dot Watch Braille Smartwatch: <https://www.yankodesign.com/2021/01/16/innovative-smartwatch-designs-that-are-the-perfect-culmination-of-form-functionality-and-style/>
- Kurita, A. (s.f.). *Pukkuri*. Obtenido de El trabajo de Kuridon: <https://pukkuri.jimdofree.com>
- Liberating Structures*. (s.f.). Recuperado el Julio de 2023, de Liberating Structures: <https://www.liberatingstructures.com>

Liberation Structures. (s.f.). *Liberation Structures*. Obtenido de 1-2-4-ALL: <https://www.liberatingstructures.com/1-1-2-4-all/>

Liberation Structures. (s.f.). *Liberation Structures*. Obtenido de What, So What, Now What? W³: <https://www.liberatingstructures.com/9-what-so-what-now-what-w/>

Lipmanowicz, H., & McCandless, K. (s.f.). *Liberating Structures*. Recuperado el Agosto de 2024, de What, So What, Now What?: <https://www.liberatingstructures.com/9-what-so-what-now-what-w/>

Lipmanowicz, H., & McCandless, K. (s.f.). *Liberating Structures*. Recuperado el Julio de 2023, de 1-2-4-ALL: <https://www.liberatingstructures.com/1-1-2-4-all/>

Lipmanowicz, H., & McCandless, K. (s.f.). *Liberating Structures*. Recuperado el Agosto de 2023, de 25/10 Crowd Sourcing: <https://www.liberatingstructures.com/12-2510-crowd-sourcing/>

Lipmanowicz, H., & McCandless, K. (s.f.). *Liberating Structures*. Recuperado el Agosto de 2023, de What I need from you: <https://www.liberatingstructures.com/24-what-i-need-from-you-winfy/>

M, A. (20 de Diciembre de 2022). *3D natives*. Recuperado el 2023, de Los diferentes tipos de resinas que existen para la impresión 3D: <https://www.3dnatives.com/es/tipos-resinas-impresion-3d-201220222/#!>

Mattel. (s.f.). *Cool Mom Picks*. Obtenido de The new UNO Braille deck lets sighted and visually impaired families play together: <https://coolmompicks.com/blog/2019/10/01/uno-braille-deck/>

Montesori. (s.f.). *Montesori Choice*. Obtenido de <https://montessorichoice.com/products/moon-phases-puzzle-montessori-learning-by-playing-materials?variant=36403846742168>

Naciones Unidas. (2022). Recuperado el Agosto de 2023, de Factsheet on Persons with Disabilities: <https://www.un.org/development/desa/disabilities/resources/factsheet-on-persons-with-disabilities.html>

Naciones Unidas. (s.f.). *Naciones Unidas*. Obtenido de OBJETIVO 10: REDUCIR LA DESIGUALDAD EN Y ENTRE LOS PAÍSES: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/inequality/>

Naciones Unidas. (s.f.). Recuperado el Agosto de 2023, de Objetivos de Desarrollo Sostenible : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>

Ojha, A. (2019, January 12). *The Kathmandu Post*. Retrieved from Country's only library for visually impaired has no visitors: <https://kathmandupost.com/national/2019/01/12/countrys-only-library-for-visually-impaired-has-no-visitors>

ONCE. (19 de Febrero de 2024). *ONCE*. Obtenido de Documento técnico B 1: Parámetros dimensionales del braille: <https://www.once.es/servicios-sociales/braille/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-el-braille/documentos/b1-parametros-dimensionales-del-braille->

2/@@download/file/B1%20Parámetros%20dimensionales%20del%20braille%20V1.pdf

- ONCE. (s.f.). Recuperado el Agosto de 2023, de La discapacidad visual: <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual>
- Organización Mundial de la Salud. (13 de Octubre de 2022). Recuperado el Agosto de 2023, de Ceguera y discapacidad visual: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Pecora, D. (s.f.). *Yanko Design*. Obtenido de Braille ball for al to learn : <https://www.yankodesign.com/2010/06/30/braille-ball-for-all-to-learn/>
- Sacred Sites. (s.f.). *Sacred Sites*. Obtenido de World Pilgrimage Guide: https://sacredsites.com/asia/nepal/swayambhunath_stupa.html
- Shahi, A. (12 de Agosto de 2023). ROADMAP Resource Center. (V. Olcina, Entrevistador)
- Target. (s.f.). *Target*. Obtenido de Games & Puzzles: https://www.target.com/p/guidecraft-tactile-search-and-match/-/A-85897165?ref=tgt_soc_odp&afid=pin
- The Kathmandu Post*. (s.f.). Obtenido de Whithout fear or favour: <https://kathmandupost.com/opinion/2015/10/18/right-to-read-sdf>
- Touch Mapper*. (s.f.). Obtenido de <https://touch-mapper.org/en/>
- Turner, E. (2023, Febrero 18). *Kim kim*. Retrieved from Ultimate Guide to Kathmandu's Cultural Highlights: <https://www.kimkim.com/c/unique-ways-to-experience-nepal-s-cultural-highlights>
- Valenzuela, B. (15 de Enero de 2024). *Behance*. Obtenido de Empuñadura ergonómica tallada a mano: <https://www.behance.net/gallery/101779851/Punzon-Ergonomico-Braille>
- Victor. (25 de Marzo de 2020). *Creación 3D*. Obtenido de Materiales para Impresoras 3D: Guía de Filamentos: <https://creacion3d.com/materiales-impresoras-3d/>
- YeyuanChen, JiaTian, ZixuanZhao, BinggeYang, & ChunyanHan. (2020). *Asia Design Prize*. Obtenido de Marvel Go: https://asiadesignprize.com/index.php?mid=exhibition&category=84147&page=6&document_srl=84803&ssp_iabi=1677139777471&ckattempt=1

Anexos

Anexo A. Encuesta creada por la clase de cooperación universitaria desarrollo



User Knowledge Survey

victoriaalcina@gmail.com [Cambiar cuenta](#)



Information about you

Name and Surname

Tu respuesta

Gender

- Male
- Female
- Other

Age

- 0-5
- 6-10
- 11-15
- 16-20
- 21-30
- 31-40
- 41-50
- 51-60
- +60

What type of visual impairment do you have ?

- Total
- Partial
- None
- Otros: _____

Tell us your type of visual impairment.

- Blind (A person who cannot see the fingers of hand by both eyes at a distance of 10 feet despite treatment)
- Low Vision (A person who cannot distinguish fingers of a hand from a 20 feet distance despite treatment)

Were you born with this condition?

- Yes
- No
- It got worse through time

How long have you been studying ? In case you have finished your studies, how many years had you been studying?

Tu respuesta _____

What is your favourite subject ?

Tu respuesta _____

Do you receive any assistance/help from someone (for example: a tutor)?

- Yes, always
- Yes, but only at school
- No, never

In case you receive assistance/help, who helps you?

Tu respuesta _____

What level of English do you have ??

- Beginner
- Medium
- Fluent
- Otros: _____

Do you speak another language? Which ones?

Tu respuesta _____

Do you have internet connection ?

- Yes
- No
- Sometimes

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

 Página 2 de 3 [Borrar formulario](#)

Questions project related

During the development of our project we needed to contact with a Nepali ONG. So for future projects, What do you prefer to communicate with us ??

- WhatsApp
- E-mail
- Facetime(Teams, Skype...)
- Otros: _____

In case the product contains info, how would you like it to be reflected ?

- Braille
- QR (audio)
- Both
- Otros: _____

Could you give us an example of the smallest object/detail that you can perceive with your fingers?

Tu respuesta _____

How do you feel about introducing textures in an object that includes info in Braille? Do you think textures would make reading Braille more difficult?

Tu respuesta _____

What unit of measure do you use ?

- Imperial
- Meters, centimeters, milimeters...
- Otros: _____


Is there anything that you want to share, add or tell us any other info that you think that we should take into account?

Tu respuesta _____

Enviarme una copia de mis respuestas

[Atrás](#)

[Enviar](#)

 Página 3 de 3

[Borrar formulario](#)


Anexo B. Encuesta creada por la clase de cooperación universitaria al desarrollo

Testeo del producto

Este formulario se ha realizado con el objetivo de crear la mejor versión de un producto didáctico para personas con visión reducida. Gracias a la ONG Chain for change, desde la asignatura de Cooperación Universitaria al Desarrollo, se ha podido llevar una impresora 3D a Katmandú, Nepal. A través de ella se imprimir allí. Este producto se centra en enseñar el funcionamiento del aparato reproductor femenino y el ciclo menstrual.

victoriaalcina@gmail.com [Cambiar cuenta](#)



 No compartido

*** Indica que la pregunta es obligatoria**

¿Resulta fácil entender el funcionamiento? Si no es así, *
qué explicación resultaría útil añadir.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni si ni no
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo
- Otros: _____

¿Es cómodo de trabajar? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni si ni no
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Aporta información de interés? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni si ni no
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Hay partes incómodas al tacto? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni si ni no
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

En el caso en que cuente con visión reducida, ¿los colores *
resultan cómodos para visualizar?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni si ni no
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿El tamaño es adecuado? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni si ni no
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Hay conceptos que te resultarían interesantes añadir?

Tu respuesta

¿Cambiarías algo? (p.e. color, textura, tamaño, información que contiene...)

Tu respuesta

¿Te resulta útil esta manera de aprender sobre un tema como para llevarla a más temas didácticos? *

Sí

No

Enviar

Borrar formulario

Anexo C . Manual inclusivo

El objetivo del manual es sensibilizar y concienciar a las personas videntes para que normalicen las situaciones del día a día de los invidentes. En muchas cosas, las personas videntes sienten incomodidad o no saben cómo deben reaccionar ante muchas de las realidades de las personas con discapacidad visual. Por ello, este manual sirve como apoyo para saber qué hacer en las situaciones que se exponen.

Este manual se ha llevado a cabo con Valeria Müller y parte del equipo de estudiantes de Saint Xavier School. Tras realizar varias sesiones de brainstorming sobre las diferentes situaciones a las que se podían enfrentar las personas ciegas en Nepal, se contrastaron con personas sin visión para comprobar que eran parte de su realidad. Finalmente, se concluyeron en seis. Por un lado, se han realizado diferentes ilustraciones con el fin de crear un manual dinámico y divertido, que pueda entenderse sin necesidad de mucho texto. Por otro lado, Valeria se ha encargado de la redacción de las situaciones y los consejos a seguir para normalizarlas.

C.1 Identidad gráfica

La creación de una identidad gráfica forma parte del proyecto para así dar mayor uniformidad a los contenidos creados. La toma de decisiones en cuanto a las paletas de colores propuestas ha sido tomada por parte de los estudiantes con baja visión del LAB School, ya que ellos son los usuarios de gran parte de los materiales y era de vital importancia que todos los contenidos y aspectos estuviesen diseñados a su medida para facilitar la utilización de los mismos en la mayor medida posible.

La identidad diseñada posee los colores de la propia ONG, a estos colores se les han unido cuatro más con el fin de conseguir una paleta más colorida que refleje diversión y alegría. Los productos son especialmente para niños, por lo que es importante que los colores representen energía y dinamismo.

En cuanto a la tipografía, se han elegido dos, Adieu Bold para los títulos y subtítulos. Para el cuerpo de todos los textos, se ha elegido Poppins Regular, debido a que el proyecto está directamente relacionado con niños y se trata de una tipografía con formas redondeadas. En cuanto a la paleta de colores, se han elegido colores vivos que pudiesen ser reconocidos por personas con residuo visual.

Guía de estilo

Paleta de colores primaria

#2E4A9A

CMYK C:93 M:75 Y:0 K:0
RGB R:46 G:74 B:154
HSB H:223° S:69 B:60

#E63C11

CMYK C:0 M:87 Y:100 K:0
RGB R:230 G:60 B:17
HSB H:11° S:92 B:90

#009672

CMYK C:87 M:12 Y:67 K:1
RGB R:0 G:150 B:114
HSB H:165° S:100 B:58

#F8AA00

CMYK C:0 M:38 Y:100 K:0
RGB R:248 G:170 B:0
HSB H:40° S:100 B:97

Paleta de colores secundaria

#F8BDAC

CMYK C:0 M:34 Y:30 K:0
RGB R:248 G:189 B:172
HSB H:12° S:30 B:97

#748BC1

CMYK C:62 M:42 Y:0 K:0
RGB R:0 G:139 B:75
HSB H:221° S:39 B:75

#78BAA4

CMYK C:62 M:0 Y:45 K:0
RGB R:120 G:186 B:164
HSB H:159° S:35 B:72

#E49178

CMYK C:0 M:55 Y:53 K:0
RGB R:228 G:145 B:120
HSB H:12° S:47 B:89

#F0C450

CMYK C:3 M:25 Y:87 K:0
RGB R:240 G:196 B:80
HSB H:42° S:66 B:94

Estilo de ilustraciones



Títulos

**Adieu
Black**

Subtítulos

**Adieu
Bold**

Cuerpo

Poppins
Regular

Imagen 111. Guía de estilo para el manual desarrollado. Elaboración propia

C.2 Contenido e ilustraciones

Se hizo una investigación de los diferentes tipos de ilustraciones que podían acercarse a la cultura nepalí para que los estudiantes lo sintieran más cercano. A pesar de que se hayan realizado todas las ilustraciones, los estudiantes han estado presentes en la comprobación de que los detalles que aparecían se correspondían con todo. Todo el manual está escrito en inglés a petición de la ONG Chain for Change.



Imagen 112. Moodboard ilustraciones

Se propusieron varios estilos de ilustraciones, pero junto con el equipo se decidió el que resultaba más aplicable al proyecto y que luego ellos serían capaces de replicar en el caso de mantener el estilo para los próximos manuales. Para ello, se realizaron varias dinámicas con el grupo de maquetas. Ellos crearon sus propios *moodboards* de inspiración, buscando referencias para comenzar con sus dibujos, cada estudiante debía escoger una situación que apareciese en el manual y dibujarla.



Ilustración 1. Ilustraciones de los estudiantes de St. Xavier's

Finalmente, se escogió mi propuesta, ya que por un lado, en esta primera edición yo iba a realizar todas las ilustraciones y también debido a la claridad del trazo y de cómo se entendía el dibujo.



Ilustración 2. Conjunto de ilustraciones. Elaboración propia

Todos las ilustraciones se realizaron en lápiz o boli sobre el papel y una vez decidido el estilo, se comenzó a dibujar en el Ipad con la herramienta Procreate. Era importante que los nepalís se sintiesen representados e identificados con las ilustraciones del manual, por lo que siempre se ha tratado de tomar referencia la forma típica de vestir, el estilo de los nepalís, así como su arquitectura, calles y otros detalles para conseguir que el manual conectase culturalmente con los ciudadanos, tratando de mostrar respeto hacia su cultura y otras tradiciones. Esto permite que el público se identifique más fácilmente con el contenido, facilitando la comprensión y la aceptación del manual. Al ver representados elementos familiares, los usuarios sienten que sus experiencias y tradiciones son valoradas y respetadas, lo que aumenta la efectividad del manual y fomenta un sentido de pertenencia y conexión con el material presentado.

Se ha buscado representar la diversidad entre los personajes, mostrando distintos tonos de piel, géneros y la inclusión de personas con discapacidades.



Ilustración 3. Presentación de ilustraciones sin color. Elaboración propia

En las siguientes ilustraciones, (Ilustración 3 e Ilustración 4) se muestran las modificaciones que se han realizado a lo largo del desarrollo y diseño de este manual para conseguir lo comentado en el párrafo anterior.



Ilustración 4. Comparación entre ilustraciones. Elaboración propia

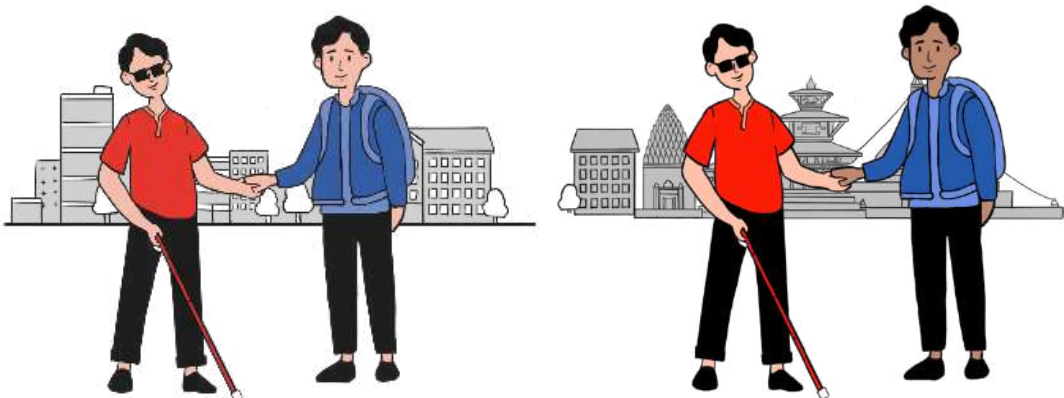


Ilustración 5. Comparación entre ilustraciones. Elaboración propia.

. Se puede observar la diferencia entre la imagen de la izquierda y la derecha, primera y segunda iteración respectivamente. Se puede encontrar variación en los tonos de piel, rasgos faciales y arquitectura de fondo en ambas comparaciones. Este cambio de detalles ha nacido del constante trabajo con el usuario final y de la propia observación de otras referencias del país, así como revistas, libro, dibujos animados, entre otros. Con todo ello, se presentan los personajes del manual:

Para la portada del manual, se ha hecho un esfuerzo consciente por reflejar la diversidad entre los personajes, incluyendo una variedad de tonos de piel, géneros y la representación de personas con diferentes discapacidades. Esta inclusión no solo promueve la igualdad y la representación justa, sino que también permite que más personas se vean reflejadas y se sientan comprendidas. Al visibilizar esta diversidad, se enriquece el contenido del manual, haciéndolo más inclusivo y accesible para una audiencia amplia y diversa, promoviendo así una mayor aceptación y comprensión del material.



Ilustración 6. Portada del manual. Elaboración propia

Las diferentes ilustraciones que se han diseñado representan situaciones del día a día en la ciudad. La primera de ellas es al encontrarse o conocer a una persona. Dado que las personas ciegas no ven, puede parecer incómodo para las personas ciegas saber si deberían darle dos besos como saludo o no. En el caso de Nepal, no ocurre exactamente así ya que saludan juntando las dos palmas, pero aún así, las personas ciegas no son capaces de verlo. Por ello, prefieren que primero la persona se presente y luego les den su mano. Este gesto significa mucho para ellos, ya que de alguna manera pueden conectar con la otra persona.



Ilustración 7. Escena primera. Elaboración propia.

La segunda situación que aparece en el manual representa la mala concepción que tienen las personas con visión sobre que los ciegos necesitan ayuda constantemente. Es por ello que si crees que alguna persona ciega necesita ayuda, siempre hay que preguntar antes de actuar, ya que en muchos de los casos suelen no necesitar la ayuda. En el caso de que la necesite, hay que ofrecer la mano y permanecer en el lado derecho.

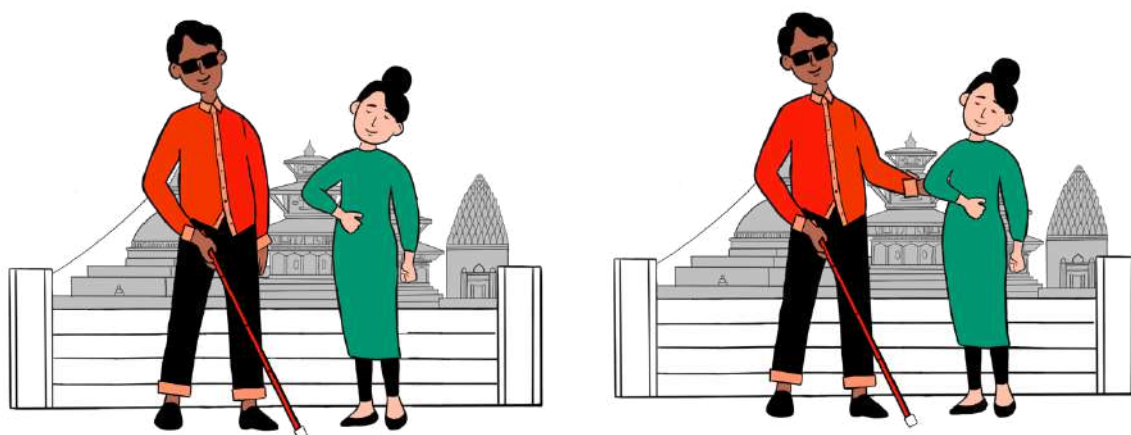


Ilustración 8. Escena segunda y tercera. Elaboración propia

La tercera situación que se expone es al cruzar las calles, ya que el caótico tráfico de Katmandú hace que esto sea una tarea muy compleja. En Nepal, es muy complicado cruzar las calles hasta para una persona vidente, por lo que es casi impensable para una persona invidente. Por ello, si se ve a una persona ciega tratando de cruzar, está bien preguntarle si necesita ayuda para llegar a la otra calle. Siempre hay que preguntar antes, después hay que ofrecer el brazo para que la otra persona pueda agarrarse y cruzar.



Ilustración 9. Escena cuarta. Elaboración propia.



Ilustración 10. Escena quinta. Elaboración propia

Durante el trayecto, es importante avisar de las posibles irregularidades que hayan por el camino, por ejemplo si hay algún bache, agujero o escalón.

La siguiente escena tiene mucho que ver con esto último, pues cuando guías a una persona ciega y esta te agarra del brazo o del hombro, pasa a notar cada movimiento que realizas, tanto si paras, como si giras, si bajas o subes. Por ello, hay que ser consciente y anticipar los movimientos o los diferentes obstáculos que pueden encontrarse en la calle. Al subir o bajar escalones, tienes que indicar cuando comienzan y cuando finalizan las escaleras. En el caso de que haya cerca alguna baranda, es muy importante guiarlos hasta ella para que les sirva de ayuda para el tramo.



Ilustración 11. Escena quinta. Elaboración propia

En la parte central del manual se encuentra la Ilustración 12, en la que se puede observar a bus, dando comienzo a una sección ilustrativa sobre este medio de transporte. Esta escena quiere transmitir que a través de la cooperación ciudadana todas las personas pueden hacer uso de medios de transporte públicos para movilizarse por la ciudad.



Ilustración 12. Escena sexta. Elaboración propia.

En Nepal existen diferentes formatos de transporte público. Por un lado, los autobuses, que son muy parecidos a los que se pueden encontrar en España. Aparte de estos, existen micros buses y tuk tuk. Depende del destino, se escogerá uno u otro. El único adaptado para las personas ciegas es el autobús. Aún así, en todos ellos, existe una jerarquía para sentarse en el autobús. La preferencia la tienen las personas con algún tipo de discapacidad, que deben sentarse siempre en las primeras filas del bus, ya que se sale de él por la puerta de delante. A la hora de subir al autobús, es importante ponerle las manos a la persona ciega en los soportes existentes para facilitar su entrada al autobús. Además, es importante contextualizarle con las alturas de las puertas, techos y otros, para así evitar golpes. Una vez dentro del autobús, es importante ayudarle a sentarse mostrándole donde está el asiento.



Ilustración 13. Escena sexta y séptima. Elaboración propia.

Las siguientes escenas, ilustran situaciones que suceden en los restaurantes. Se debe tratar por igual a las personas videntes que invidentes.



Ilustración 14. Escena octava y novena. Elaboración propia.

Siempre deben preguntar directamente a las personas invidentes sobre lo que quieren pedir. Por otro lado, para ello, los acompañantes deberán explicar cuáles son las opciones existentes en el menú para que puedan saber qué pedir. Cuando haya platos, vasos y cubiertos en la mesa, se le pueden indicar dónde está cada uno en el caso de que los necesitase.

Por último, es muy importante mantener el orden en las estanterías y en todos los espacios. Esto es así porque ellos recuerdan donde están las cosas espacialmente sin visualizarlas y si se van moviendo elementos, es más difícil para ellos. De esta manera, garantizamos en cierta medida su independencia para desenvolverse en su día a día.



Ilustración 15. Escena doce. Elaboración propia

C.3 Presentación del manual

Para la creación del manual se ha elegido un formato que pudiese imprimirse en una A4, con el fin de abaratar costes. El manual es un primer volumen de instrucciones que servirá como ejemplo a los estudiantes de la universidad para que sigan creando volúmenes y ampliándolo.

Handbook for inclusivity

Project Wings to Dream



Handbook for inclusivity

Objective

Objective of the manual the aim of this manual is to promote inclusion and empathy. Through illustrations, it provides specific guidelines on how to approach, interact with, and communicate respectfully with individuals with visual impairments within the cultural context of Nepal. Through this resource, we invite readers to explore new perspectives and promote awareness and understanding within the community about the needs and capabilities of individuals with visual impairments, fostering acceptance, support, and active participation in their social inclusion.



Drawings: Victoria Olcina

Texts: Valeria Müller

In collaboration with Supporting Team of Change for Change



Greeting

Address the person in a way that leaves no doubt you are speaking to them. Next, introduce yourself, provide references, and share information about who you are. If you know the person, stand in front of them and place your hand on their arm so they know you are there.

Great the person naturally

The first thing to do is to ask if the person needs help. If the answer is yes, offer your arm, do not take the blind person's arm, but stand on the left side.



Naturallity



Crossing streets

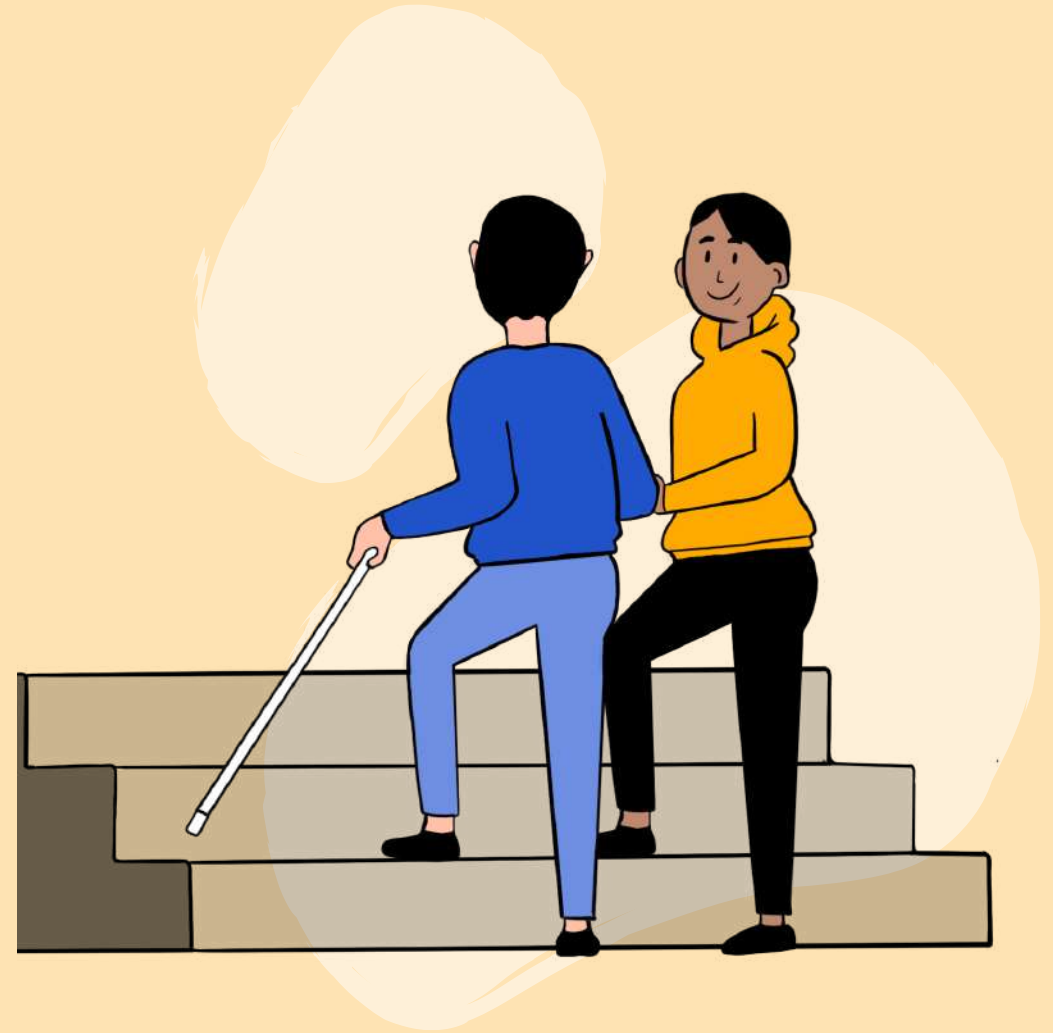
First, inquire if the person would like to cross the road. If their answer is yes, extend your arm to offer assistance, guide them across the street, and inform them of any changes in elevation on the sidewalk or any irregularities in the street.



Obstacles



If you are walking arm in arm with a person with visual impairment and need to navigate a sidewalk or encounter a hole or irregularity, avoid braking suddenly or alarming the person. Instead, use a calm tone to let them know if they are going up or down.



Show the person where the handrail is by placing your hand on it. If there is no change in texture on the stairs, it is not necessary to count how many steps there are; it is enough to let the person know where the first and last step is

Cooperation



Transport

If a visually impaired person asks you for help using transportation, lead the person to the entrance door.



Guide them to place one hand on the railing and the other on the ceiling to provide an idea of the ceiling's height and the location of the seat. Assist them in finding a free seat by showing them.

Everything in its place

For a person with visual impairment, order is fundamental. They know perfectly where everything is. If, for some particular reason, their personal belongings were moved or the arrangement of furniture in a room changed, you should inform them and take a tour with the person so they become familiar with the new location.

The doors of the rooms should always remain either fully open or completely closed. The doors of the closets should always be closed, and no obstacles should be placed in the circulation spaces.



Ordering food

When the food arrives, indicate the location of each item on the plate, describe what is there, and organize everything in an easily accessible place for them to pick up without difficulty.



When going to a public place or dining out, describe the surroundings in detail, including the arrangement of tables and chairs. When sitting down, place the person's hand on the backrest of the chair so they know its location. Read the entire menu in detail and allow the person to place their order based on their preferences; there's no need for you to speak on their behalf.



Encourage the person's independence and decision-making. Offer assistance when needed, but also respect their autonomy and ability to perform tasks on their own.

Be a Volunteer



If you have a peer in college with visual impairment, you can help them by volunteering during exams and making a difference in their educational experience. As a volunteer in the university to assist during exams for people with visual disabilities, your role is crucial in ensuring they have equal opportunities to demonstrate their knowledge. It's important to follow certain rules and procedures established by the educational institution and any relevant organization.

- 1.** The volunteer should not be enrolled in the same course as the person they are assisting.
- 2.** The volunteer should read the exam questions aloud and clearly for the student and write down their answers as needed, ensuring that the student can express their answers clearly and accurately.
- 3.** It's important for the volunteer to read aloud what they write for each question, so the student can be sure that the volunteer understood the answer correctly and what is written is accurate.
- 4.** The volunteer should assist the student in managing their time during the exam, reminding them how much time is left and ensuring they can complete all sections of the exam within the allotted time. In these cases, students have 30 to 60 minutes more than other students.
- 5.** It's important for the volunteer to read all the answers aloud again to ensure that all answers were clearly understood

Remember that each person is unique and may have specific needs and preferences. Open communication and respect for the person's autonomy are fundamental to providing effective, person-centered support for individuals with disabilities.

When offering support to a person with a disability in Nepal, it is important to consider local conditions and challenges, as well as to respect cultural diversity and traditional practices. Empathy and willingness to adapt are essential for providing effective and respectful support.



Pliego de Condiciones



Índice del Pliego de Condiciones

1	Objetivo y alcance.....	196
2	Marco normativo	197
3	Requerimientos técnicos	198
3.1	Materiales para impresión 3D	199
3.2	Montaje de la impresora	200
3.3	Preparación archivos.....	201
3.4	Impresión 3D	202
3.5	Postprocesamiento.....	203

Índice de tablas

Tabla 10. Marco normativo. Elaboración propia.....	197
Tabla 11. Especificaciones de la impresora https://www.anycubic.es/products/photon-mono-x2	198
Tabla 12. Material necesario para Impresión 3D. Elaboración propia.....	199

Índice de imágenes

Imagen 113. Montaje impresora. Elaboración propia	200
Imagen 114. Configuración de la impresora en Chitubox. Elaboración propia.....	201
Imagen 115. Configuración de la impresión en Chitubox. Elaboración propia	201

1 Objetivo y alcance

El presente documento corresponde al Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Está respaldado por Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial (ETSIADI) y el Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) de la Universitat Politècnica de València (UPV), así como por la ONG de Chain for Change de Katmandú, Nepal.

El proyecto desarrollado, "Accesibilidad y educación inclusiva a través del diseño e impresión 3D de recursos didácticos para el empoderamiento de personas con discapacidad visual en Katmandú, Nepal" pretende mostrar cómo a través de la impresión 3D, la cooperación y colaboración entre estudiantes se puede dar solución a problemas que tienen las personas con distintas capacidades visuales en este país.

En el siguiente pliego de condiciones, se reúnen las normativas encontradas referentes al correcto desarrollo del proyecto a la fabricación de los productos. En caso de incongruencia documental prevalece lo indicado en el presente pliego de condiciones.

Con este proyecto se han iniciado las actividades desde cero como prueba piloto y pretende que se mejoren las diferentes tareas y nuevas ideas con impresoras 3D.

2 Marco normativo

En esta sección, se recopilan las normativas relacionadas con el objetivo del proyecto, debido a la carencia de estas en Nepal, este proyecto se basa en la normativa europea y española que establece las medidas de seguridad en impresión 3D y en elementos de juego para personas con discapacidad visual.

Tabla 10. Marco normativo. Elaboración propia

Número de la norma	Nombre
UNE-EN 170001-1	Accesibilidad universal. Parte 1: Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno
UNE 153101	Lectura fácil. Pautas y recomendaciones para la elaboración de documentos
UNE-EN 71-1	Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas
UNE-EN 71-8.	Seguridad de los juguetes. Parte 8: Juegos de actividad para uso doméstico.
Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto	Sobre la seguridad de los juguetes. (BOE, Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes., 2011)
ISO 17351:2013	Envases y embalajes. Braille sobre envases y embalajes para medicamentos.

La información sobre las dimensiones para la escritura en Braille se puede encontrar en la página oficial de la ONCE: <https://www.once.es/servicios-sociales/braille>.

3 Requerimientos técnicos

En este apartado se exponen todos los materiales y herramientas utilizadas y que han sido necesarias para la creación de los productos impresos en 3D. Uno de los materiales más importantes en el proyecto es el material que se utiliza para realizar las impresiones, en este caso, resina, debido al tipo de impresora utilizada. La impresora es la Anycubic Photo Mono x2, que tiene las siguientes especificaciones.

Table 1. Especificaciones de la impresora. <https://www.anycubic.es/products/photom-mono-x2>

Peso de la máquina	15.6 lb./7kg	Dimensiones de la máquina	16.4x11.4x10.2in./ 417x290x260mm(HWD)
Volumen de impresión	162oz./4.8L	Dimensiones de impresión	7.8x7.7x5in./ 200x196x122mm(HWD)
Velocidad de impresión	≤60mm/hr. or 2.36in./hr.	Nivelación de máquinas	Nivelación manual de 4 puntos
Elaboración de luz	≤27,320 densidad de potencia lux	Eje Z	Liners dobles con precisión de 10 μm
Tanque de resina	Diseño unibody con líneas a escala	Pantalla de exposición	9.1" monocromo 4K+(4,096 x 2,560px)resolución Relación de contraste 350:1 5% de transmisión luminosa 2.000 horas de vida útil típica
Plataforma de construcción	Grabado por láser de aleación de aluminio	Panel de control	Control táctil TFT de 3.5"
Tapa extraíble	Bloquea eficazmente el 99,95 % de la radiación UV	Película de protección	Película antiarañazos sustituible
Elaboración de alimentación	Potencia nominal de 100W	Entrada de datos	USB Type-A 2.0

La ONG, Chain for Change, dispone de Anycubic Photo Mono x2 en Katmandú, Nepal y es por ello por lo que todo el análisis se hace específicamente para esta máquina, teniendo en cuenta las resinas que se han utilizado, siendo en este caso, resina lavable y resina estándar y las diferentes modificaciones que se deben considerar dependiendo del uso de una o de otra.

3.1 Materiales para impresión 3D

Para imprimir modelos en 3D hacen falta diferentes materiales que ayuden en alguna de las partes necesarias para la obtención del producto. La siguiente tabla muestra los útiles necesarios para llevar a cabo las impresiones.

Tabla 11. Material necesario para Impresión 3D. Elaboración propia

Material Impresiones	Cantidad	Ud. de medida	Aplicación	Consumible
Botes resina	4	Litros	Impresión de los materiales	Sí
Guantes de silicona	7	Ud.	Manipulación de las impresiones	Sí
Mascarillas	7	Ud.	Utilización durante la manipulación del curado de las piezas	Sí
Alicates	2	Ud.	Eliminación de soportes en las piezas impresas	No
Alcohol	1	Litros	Curación de las piezas impresas con resina	Sí
Papel de servilleta	20	Ud.	Limpieza de las piezas impresas	Sí
Barreño plástico	1	Ud.	Contenedor del alcohol necesario para la curación de las piezas impresas	No
Papel de lija grano grueso	2	Ud.	Retirar material restante de los soportes generados durante la impresión	Sí
Papel de lija grano medio	2	Ud.	Eliminación rayas y marcas en las piezas	Sí
Papel de lija grano fino	2	Ud.	Acabados finales	Sí
Bolsas de basura	4	Ud.	Recogida residuos	Sí
Agua	4	L.	Limpieza modelos 3D	Sí

3.2 Montaje de la impresora

La impresora 3D es la Anycubic Photon Mono X2, se trata de una impresora de resina muy competente en el mercado. Para comenzar a trabajar con ella, se han de seguir los siguientes pasos:

1. Desembalaje de toda la caja con todas las partes de la impresora y sus respectivos cables.
2. Comprobación con el manual de instrucciones y piezas, que todo esté en orden y no falte ninguna parte de la máquina. Es recomendable realizar el desembalaje en una superficie amplia.
3. Lectura del USB con los respectivos PDF y archivos ejecutables que nos facilita. También se hace una búsqueda de tutoriales de YouTube para facilitar la tarea.
4. Montaje de la máquina a partir de toda la información leída proporcionada tanto por el USB como por los manuales de montaje en papel, como por los tutoriales.
 - 4.1. Sacar cables de conexión a la red eléctrica y enchufar la impresora para su encendido.
 - 4.2. Colocar el papel que trae la impresora debajo de la placa y aflojar los tornillos de la placa de impresión para su calibrado (de manera automática bajará hasta calibrarse).
 - 4.3. Una vez calibrada, se aprietan los tornillos para su fijación.
 - 4.4. Subir el eje Z de manera automática con ayuda de la pantalla.
 - 4.5. Colocar la cubeta dónde se verterá la resina a base de agua.
 - 4.6. Fijar la cubeta a la impresora con ayuda de 2 perillas de estrella.
 - 4.7. Colocar la tapa de seguridad.
5. Conectar el USB a la impresora para proceder a realizar una prueba de impresión.
6. Comprobación de la pantalla frontal, de sus botones y modos.



*Imagen 113. Montaje impresora.
Elaboración propia*

Una vez montada la impresora, antes de imprimir, asegurarse de:

- Comprobar que la pantalla táctil funciona correctamente.
- Comprobar que el eje Z sube y baja correctamente.
- Retirar todas las láminas de plástico transparente que protegen a las piezas.
- Comprobar que todos los tornillos estén perfectamente apretados.

3.3 Preparación archivos

En este proyecto se ha trabajado principalmente con los programas de modelado de SolidWorks y Rhinoceros, cada uno de ellos, con una extensión diferente que no es legible para la impresora. Por ello, para poder imprimir archivos, es crucial exportar los archivos en un formato que el programa de rebanado previo a la impresión, pueda leer. En este caso, el formato seleccionado fue .STL. Una vez exportados, los archivos se añaden al programa de rebanado escogido, en este caso Chitubox y es en este mismo, donde se ajusta la escala, la colocación de los modelos etc.

Para realizar las impresiones se ha de personalizar la configuración de los parámetros de impresión en el programa de rebanado, para que este tenga en cuenta las características de la máquina con la que se van a imprimir las piezas.

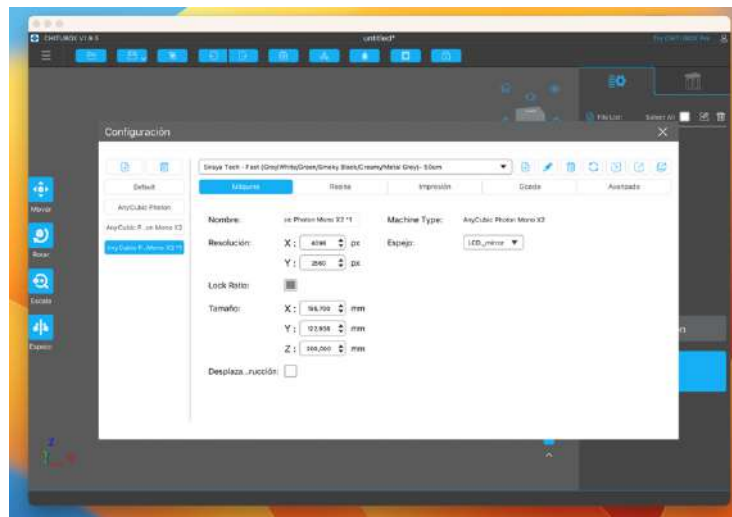


Imagen 114. Configuración de la impresora en Chitubox. Elaboración propia

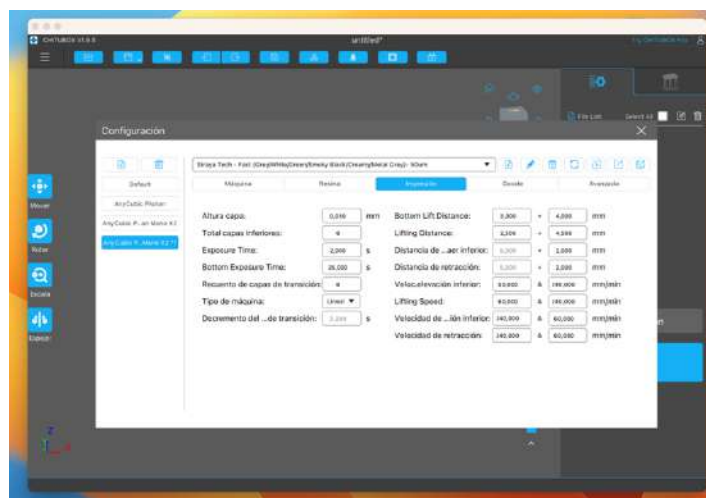


Imagen 115. Configuración de la impresión en Chitubox. Elaboración propia

Los pasos a seguir son:

1. Abrir el programa de Chitubox.
2. Ir a "Configuración" y añadir la impresora con la que se va a trabajar y el nombre del material con el que se va a imprimir.
3. Añadir los modelos que se quieren imprimir.
4. Colocación de los mismos con la menor superficie posible en contacto con la placa de construcción.
5. Presionar el botón de "Slice"
6. Añadir los soportes de forma automática o manual.
7. Exportar el archivo a .pmx2.
8. Transferir al USB que se conectará a la impresora.

Antes de exportar el archivo para imprimir, asegurarse de:

- Comprobar que todo los modelos a imprimir caben dentro de la cama de impresión, incluidos los soportes generados.
 - En el caso de que algún soporte o parte de la pieza se saliese de la cama de impresión, se debe eliminar o posicionar en otro punto dentro de las posibilidades.
- Comprobar que no aparece ningún fallo o aviso de posible fallo de impresión.
- Comprobar que se ha tratado de optimizar al máximo el consumo de resina.
- Revisar que se han vaciado aquellas partes del modelo que se pudiese para ahorrar material de impresión.
- Revisar la cantidad de resina que se va a necesitar y el tiempo que se va a necesitar la impresora para finalizar la impresión.

Se pueden imprimir varios modelos a la vez, siempre y cuando se añadan en la cama de impresión. La impresora funciona de abajo hacia arriba, por lo que a la hora de colocar los soportes también se ha de tener esto cuenta. El programa ofrece poner los soportes de forma automática o manual. En cualquier caso siempre se pueden añadir, eliminar o modificar. De la misma manera también se pueden ajustar especificaciones más concretas sobre los soportes, así como su grosor, diámetro, sección etc. Esta personalización dependerá del modelo a imprimir, de su complejidad y de la experiencia de la persona a cargo de realizar esta parte del proceso de impresión.

3.4 Impresión 3D

Para realizar la impresión de los archivos preparados en el archivo de rebanado escogido se han de seguir los siguientes pasos, teniendo en cuenta el tiempo que tardará la impresión estimado por este programa y la cantidad de resina que se necesitará.

1. Añadir la resina en el tanque de impresión.

2. Cerrar con la tapadera.
3. Conectar la impresora a la luz.
4. Encender la impresora.
5. Seleccionar el apartado "Printing" y buscar el archivo que se desee imprimir.
6. Una vez encontrado se pulsa el botón de "Play" y comenzará la impresión.

En esta pantalla también aparece un tiempo de impresión. Puede que este sea distinto al marcado por el programa de rebanado, por lo que hay que tomar precauciones y asegurar que se disponga de la suficiente resina en el tanque.

Antes de imprimir, asegurarse de:

- Comprobar que la bandeja dónde se posicionará la resina no tiene ningún desperfecto.
- Revisar que la impresora esté limpia.
- Comprobar que todos los tornillos estén perfectamente apretados.
- No sobrepasar con la resina la línea que marca el máximo de la cubeta.
- Usar guantes y mascarilla para la impresión.

3.5 Postprocesamiento

Una vez finalizada la impresión, aparece un mensaje en la pantalla que muestra que la impresión ha terminado y la duración final de la impresión. El tratamiento de curación de las piezas dependerá del tipo de resina empleado. En el caso del proyecto se han usado de dos tipos, por lo que a continuación se especifican las diferencias en el procedimiento al utilizar cada una de ellas. En ambos casos es muy importante la utilización de guantes y de mascarilla durante la realización de todo este proceso.

1. Retirar la tapadera.
2. Desenroscar placa de impresión.
3. Sacar placa con el modelo impreso.
4. Separar el modelo de la placa.
 - 4.1 En caso de resina lavable, introducir el modelo con agua y tratar de separar con una espátula la base de la impresión de la placa.
 - 4.2 En caso de resina ABS, sumergir el modelo en alcohol isopropílico y tratar de separar con una espátula la base de la impresión de la placa.
5. Limpiar los restos de resina.
6. Retirar los soportes con pinzas, alicates o espátulas.
7. Secado del modelo al sol.
8. Curación finalizada.
9. Pulir las piezas con papel de distinto gramaje dependiendo de las necesidades.
10. Coloreado de las piezas.

Existen máquinas, como por ejemplo, Anycubic Wash and Cure, que se encarga del tratado y curado del material, pero solamente de la limpieza con líquido de la pieza. El resto de cuidados se debe hacer manual. Chain for Change no disponía de esta máquina, por lo que todos los proceso se han realizado manualmente.

Es importante, destacar que las aguas residuales tengan un buen tratado, es decir, no se deben descargar directamente en el alcantarillado para evitar contaminar las aguas subterráneas. La opción óptima para el correcto tratado de estos líquidos es el de calentarnos hasta que se llegue a la evaporación y la mayor parte del contenido se evapore. En cuanto a los residuos que se generan después del curado deben introducirse en la máquina de curado o con dosis de luz solar, tras esto, pueden tirarse.

Por otro lado, es recomendable almacenar la resina sin curar en un lugar fresco y oscuro, a temperatura ambiente, y protegerla de la luz para evitar altas temperaturas o la o la exposición directa a la luz solar.



Presupuesto



Índice del presupuesto

1	Cálculo de costes y fabricación	208
2	Costes directos	209
2.1	Coste de la mano de obra.....	209
2.2	Costes de impresión 3D.....	209
2.2.1	Coste materiales no consumibles comprados desde España con dirección a Katmandú	209
2.2.2	Coste materiales consumibles provenientes de España con dirección a Katmandú	210
2.2.3	Coste materiales no consumibles comprados en Katmandú	210
2.2.4	Coste materiales consumibles comprados en Katmandú	211
2.2.5	Costes prototipos impresos en 3D.....	211
2.3	Costes talleres	213
2.3.1	Costes materiales consumibles para los talleres	213
2.4	Coste impresión manual	214
2.5	Costes directos totales.....	215
3	Costes indirectos	216
4	Presupuesto total.....	216

Índice de tablas

Tabla 12. Costes de la mano de obra. Elaboración propia	209
Tabla 13. Coste materiales no consumibles comprados desde España con dirección Katmandú	209
Tabla 14. Coste materiales consumibles compras desde España con dirección Katmandú.....	210
Tabla 15. Coste materiales no consumibles comprados en Katmandú.....	210
Tabla 16. Coste materiales consumibles comprados en Katmandú	211
Tabla 17. Coste impresión propuesta A: Mapa de Nepal.....	211
Tabla 18. Coste impresión propuesta B: Estupa.....	212
Tabla 19. Coste impresión propuesta D: Círculo matemático.....	212
Tabla 20. Costes totales de los prototipos impresos en 3D	212
Tabla 21. Coste de los materiales consumibles para los talleres	213
Tabla 22. Coste total de los talleres	214
Tabla 23. Coste para la fabricación del manual	214
Tabla 24. Costes de maquinaria para la realización del manual	215

1 Cálculo de costes y fabricación

Las tablas de cálculos de presupuesto que se muestran a continuación representan todos los materiales y herramientas que se han comprado para la realización del proyecto durante los meses de duración. Se va a dividir en costes directos e indirectos.

Hay que diferenciar también, los materiales utilizados en los que son consumibles y no consumibles, ya que existen materiales que se agotan con su uso y que serán unos gastos adicionales que se irán asumiendo conforme se siga desarrollando la actividad.

Por otro lado, los materiales no consumibles permanecerán útiles a menos que se rompan o sufran algún defecto y tengan que cambiarse por otros nuevos.

Los materiales se han dividido en varias tablas, según los precios de compra por internet en España y según los precios encontrados por Chain For Change en Katmandú.

El presupuesto presentado incluye el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) en los productos obtenidos en España y el *Value Added Tax* (VAT). Este impuesto se aplica a la venta de bienes y servicios dentro del país. El IVA es del 21%, mientras que el nepalí es del 13%. La tasa del 13% es una tarifa estándar y se aplica de manera general a la mayoría de los productos y servicios. En el momento de realización de este presupuesto 1 rupía nepalí (NPR) tiene una equivalencia en euros de 0,00695 €.

2 Costes directos

Estos costes se dividen en la mano de obra y el material necesario para la fabricación.

2.1 Coste de la mano de obra

El coste respectivo a la mano de obra es correspondiente al de un trabajo de carácter especializado, se ha marcado este coste atendiendo al precio vigente en el mercado actual. El precio corresponde con el de un diseñador novel, teniendo en cuenta su nivel, estudios y experiencia.

Tabla 12. Costes de la mano de obra. Elaboración propia

Mano de obra		
	Horas	Precio (20€/h)
Diseño de producto	300	6.000
Diseño de manual	150	3.000
Talleres	50	100
	Total sin IVA (€)	9.100

IVA (21%) (€)	1.911,00
Total con IVA (€)	11.011,00

2.2 Costes de impresión 3D

Los siguientes cálculos hacen referencia a todos costes relacionados con la impresión 3D, contando la propia impresora, los materiales necesarios para su manipulación y el coste de cada uno de los modelos impresos enmarcados en el proyecto.

2.2.1 Coste materiales no consumibles comprados desde España con dirección a Katmandú

Tabla 13. Coste materiales no consumibles comprados desde España con dirección Katmandú

Coste de Materiales		
	Cantidad ud.	Subtotal (€)
Impresora Anycubic	1	288,43
	Total sin IVA (€)	288,43

IVA (21%)	60,57
Total con IVA (€)	349,00

2.2.2 Coste materiales consumibles provenientes de España con dirección a Katmandú

Tabla 14. Coste materiales consumibles compras desde España con dirección Katmandú

Coste de Materiales		
	Cantidad ud.	Subtotal (€)
Resina lavable	5	33,05
	Total sin IVA (€)	165,29
IVA (21%)		34,71
Total con IVA (€)		200,00

2.2.3 Coste materiales no consumibles comprados en Katmandú

Tabla 15. Coste materiales no consumibles comprados en Katmandú

Coste de Materiales				
	Ud.	Precio ud. (NPR)	Subtotal (NPR)	Subtotal (€)
Barreño de plástico	1	500,00	500,00	3,48
Pinzas	1	200,00	200,00	1,39
Alicates	2	400,00	800,00	5,56
		Total (NPR)	1.500,00	
		Total (€)		10,43
VAT (13%)				195,00
Total con VAT (RPN)				1.695,00

2.2.4 Coste materiales consumibles comprados en Katmandú

Tabla 16. Coste materiales consumibles comprados en Katmandú

Coste de Materiales				
	Ud.	Precio ud. (NPR)	Subtotal (NPR)	Subtotal (€)
Alcohol isopropílico	1	1.000,00	1.000,00	6,95
Guantes de plástico	2	9,00	18,00	0,13
Mascarillas	1	300,00	300,00	2,09
Papel de lija grano fino	1	10,00	10,00	0,07
Papel de lija grano grueso	1	10,00	10,00	0,07
Papel servilleta	1	500,00	500,00	3,48
Resina lavable	0	5.000,00	0,00	0,00
Resina no lavable	4	6.000,00	24.000,00	166,80
		Total (NPR)	25.838,00	
		Total (€)		179,57

VAT (13%)	3.331,94
Total con VAT (NPR)	29.169,94

2.2.5 Costes prototipos impresos en 3D

Los costes se han realizado asumiendo que el litro de resina tiene un coste de 6000 NPR/kg, lo que equivale a 41,7 euro/kg.

Tabla 17. Coste impresión propuesta A: Mapa de Nepal

Coste de Prototipo: Mapa de Nepal				
	Precio/Kg	Peso (kg)	Subtotal (RPN)	Subtotal (€)
Base mapa	6.000	0,16	972	6,76
Puzzle mapa	6.000	0,1726	1.035,60	7,19
Top mapa	6.000	0,17	991,8	6,89
		Total (NPR)	2.999,40	
		Total (€)		20,85

VAT (13%)	389,32
Total con VAT (NPR)	3.389,32

Tabla 18. Coste impresión propuesta B: Estupa

Coste de Prototipo: Estupa				
	Precio/Kg	Peso (kg)	Subtotal (NPR)	Subtotal (€)
Base estupa	6000	0,46	2730,6	18,98
Esfera estupa	6000	0,5551	3.330,60	23,14
Cabeza estupa	6000	0,11	643,2	4,47
Escaleras estupa	6000	0,07	393,6	2,74
Detalle estupa	6000	0,004	24,00	0,1668
Total (NPR)			5.106,47	
Total (€)				35,49

VAT (13%)	663,56
Total con VAT (NPR)	5.770,31

Tabla 19. Coste impresión propuesta D: Círculo matemático

Coste de Prototipo: Círculo Matemático				
	Precio/Kg	Peso (kg)	Subtotal (NPR)	Subtotal (€)
Círculo teoría	6000	0,21	1243,8	8,64
Círculo con agujeros	6000,00	0,1442	865,20	6,01314
Fracciones	6000	0,16	973,8	6,77
Pin	6000	0,09	513,72	3,57
Total (NPR)			3.596,52	
Total (€)				25,00

VAT (13%)	467,55
Total con VAT (NPR)	4.064,07

Tabla 20. Costes totales de los prototipos impresos en 3D

Total prototipos	
Total sin VAT (NPR)	11.702,39
Total con VAT (NPR)	13.223,42

2.3 Costes talleres

2.3.1 Costes materiales consumibles para los talleres

Todos los materiales de los talleres son consumibles y útiles para los colegios y los niños participantes, por lo que se necesitarán nuevos materiales para cada taller. Los dos primeros elementos son esenciales y se incluyen en todos los cálculos individuales.

Tabla 21. Coste de los materiales consumibles para los talleres

Coste de Materiales				
	Cantidad ud.	Precio ud. (NPR)	Subtotal (NPR)	Subtotal (€)
Rotuladores	2	250,00	500,00	3,48
Tijeras	4	300,00	1200,00	8,34
Taller de matemáticas				
Cartulina	15	5,00	75,00	0,52
Palillos de madera	1	150,00	150,00	1,04
Pegamento	1	30,00	30,00	0,21
Plastelina	5	150,00	750,00	5,21
Tablero	1	425,00	425,00	2,95
Total del taller			3.130,00	21,75
Taller del sistema solar				
Bolas de plástico mediana	13	20,00	260,00	1,81
Bolas de plástico pequeña	1	40,00	40,00	0,28
Botes de pintura	10	30,00	300,00	2,09
Cartulina A4	11	5,00	55,00	0,38
Cartulina A0	1	20,00	20,00	0,14
Cola	1	150,00	150,00	1,04
Globos	10	6,00	60,00	0,42
Panel	2	125,00	250,00	1,74
Pinceles	4	80,00	320,00	2,22
Total del taller			3.155,00	21,93
Taller de orientación espacial				
Cuerda	3	390,00	1170,00	8,1315
Goma-eva	10	30,00	300,00	2,09
Total del taller			3170,00	22,03
		Total (NPR)	9.455,00	
		Total (€)		65,71

Tabla 22. Coste total de los talleres

Total talleres	
Total sin VAT (13%)(NPR)	1.225,15
Total con VAT (NPR)	10.680,15

2.4 Coste impresión manual

Para realizar un presupuesto de los costes de fabricación del manual diseñado, se deben aclarar las especificaciones que se han considerado para este:

- Impresión a doble cara en color
- Encuadernación con grapas
- Manual de 16 hojas A5 (8 hojas A4 impresas a doble cara)
- Costes de papel y tinta

Para optimizar el proceso, cada hoja de papel A4 se puede doblar para obtener dos páginas A5 impresas a doble cara.

Tabla 23. Coste para la fabricación del manual

Coste de Maquinaria				
	Cantidad ud.	Precio ud. (NPR)	Subtotal (NPR)	Subtotal (€)
Papel	6	7,00	42,00	0,29
Impresión a color doble cara	6	28,00	168,00	1,17
Grapas	2	0,50	1,00	0,01
Encuadernación (mano de obra y otros materiales)	1	70,00	70,00	0,49
		Total(NPR)	281,00	
		Total (€)		1,95

VAT (13%)	36,53
Total con VAT (NPR)	317,53

El coste total estimado para fabricar un manual a color de 12 páginas A5, impreso a doble cara y encuadernado con grapas, es de 281 NPR (aproximadamente 1,95 RPN) por manual.

Tabla 24. Costes de maquinaria para la realización del manual

Coste de Maquinaria				
	Cantida d ud.	Precio ud. (NPR)	Subtotal (NPR)	Subtotal (€)
Portátil	1	143.952,00	143.952,0	1.600,00
Adobe CC (Photoshop e Illustrator)	1	8.094,60	8.094,60	89,97
Procreate	1	1.340,55	1.340,55	14,9
		Total(RPN)	153.387,15	
		Total (€)		1.704,87

VAT (13%)	19.647,8
Total con VAT (NPR)	173.034,8

Total manual	
Total sin VAT (13%)(NPR)	19.684,33
Total con VAT (NPR)	173.352,33

2.5 Costes directos totales

El precio total de los costes directos es la suma de los costes de todo lo presentado en los apartados previos. Por tanto, realizando todos los cálculos en RPN el total es de 1.891.430,19 NPR. Para entender la dimensión del resultado, la conversión a euros corresponde con 13.145,43 €

Total prototipos	
Total sin VAT (NPR)	324.812,19
Total con VAT (NPR)	1.891.430,19

3 Costes indirectos

Los costes indirectos incluyen los Gastos generales (GG) y el beneficio industrial (BI), que aproximadamente son un 20% del total de los costes:

- Dentro de los gastos generales (GG) se incluye tanto el alquiler y mantenimiento de instalaciones como los costes de servicios, seguros, licencias, materiales de oficina, de marketing y publicidad y de transporte. Normalmente, el porcentaje de gastos generales es de un 13% de los costes directos. En este caso, el valor es de **245.885,92 NPR**
- El beneficio industrial (BI) se trata de la rentabilidad que el empresario va a conseguir y supone un 6% de los costes directos. Su valor es de **113.485,81 NPR**.

Los costes indirectos totales son **359371,73 NPR**, en euros corresponde con **2.497,63 €**

4 Presupuesto total

Si se suman todos los costes directos e indirectos presentados, se obtiene el presupuesto total de la realización del presente proyecto. El coste total del proyecto es de **2.250.801,93 NPR** y en euros corresponde con **15.643,07 €**

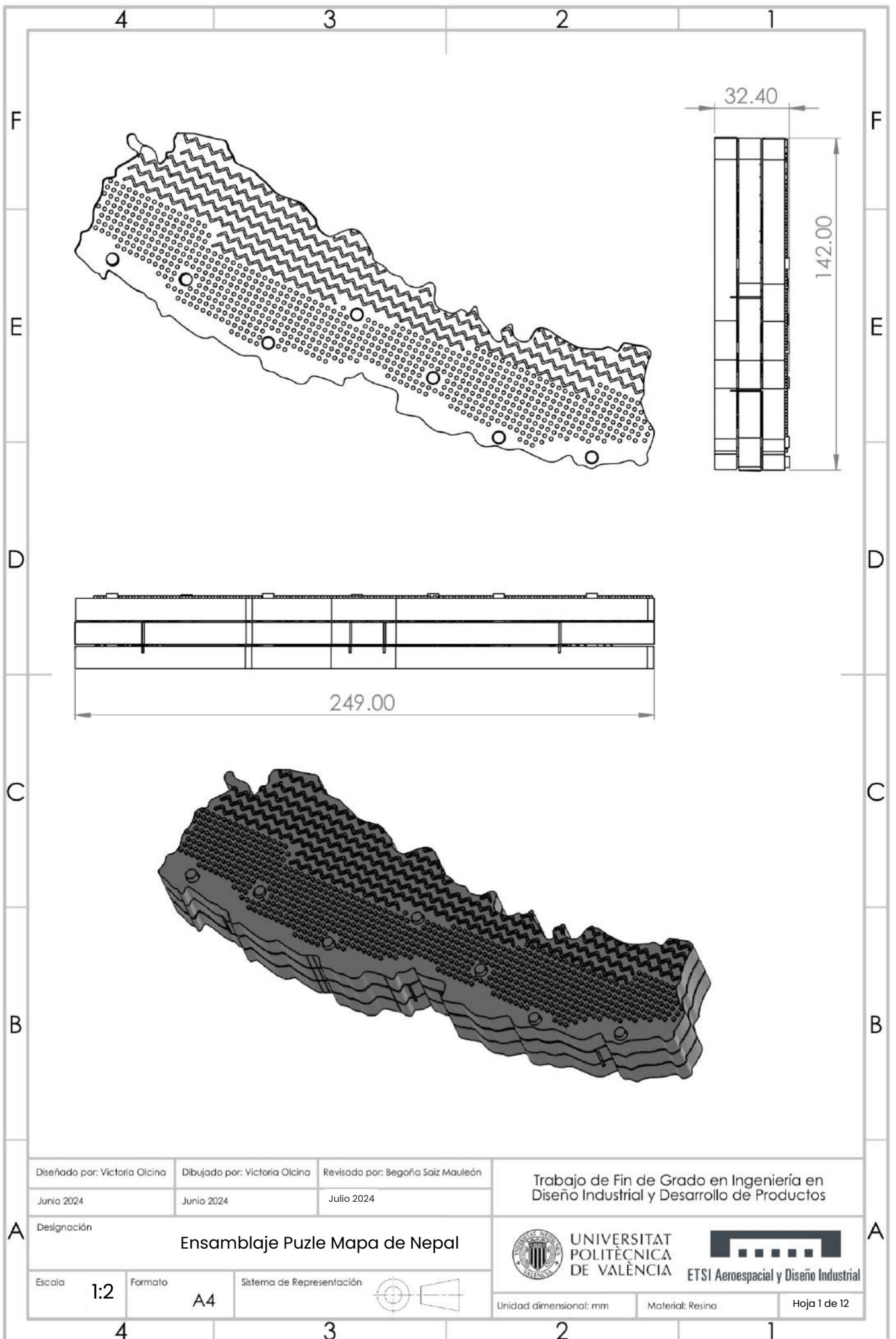


Planos



Índice de planos

Planos	217
1.1 Ensamblaje Puzle mapa de Nepal.....	219
1.2 Explosionado Puzle mapa de Nepal	220
1.3 Top Puzle mapa de Nepal.....	221
1.4 Explosionado parte central.....	222
1.5 Provincia 1.....	223
1.6 Provincia 2.....	224
1.7 Provincia 3.....	225
1.8 Provincia 4	226
1.9 Provincia 5	227
1.10 Provincia 6	228
1.11 Provincia 7.....	229
1.12 Base Puzle mapa de Nepal.....	230



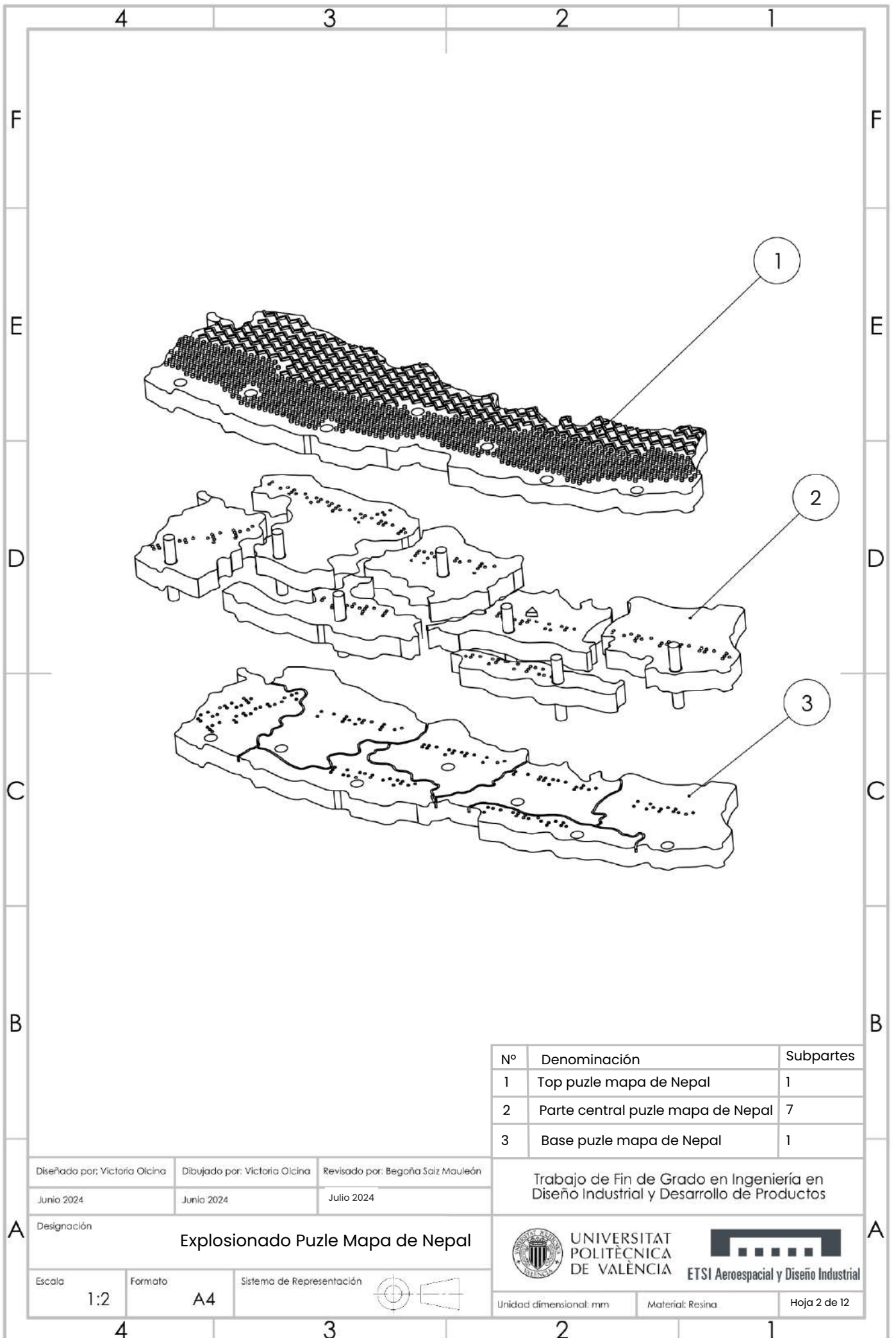
Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación
Ensamblaje Puzle Mapa de Nepal

Escala 1:2	Formato A4	Sistema de Representación
----------------------	----------------------	-------------------------------

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 1 de 12
------------------------	------------------	--------------



Nº	Denominación	Subpartes
1	Top puzzle mapa de Nepal	1
2	Parte central puzzle mapa de Nepal	7
3	Base puzzle mapa de Nepal	1

Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

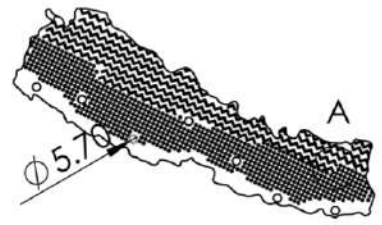
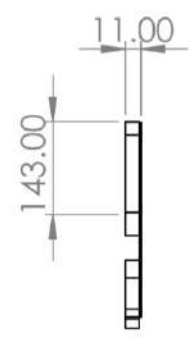
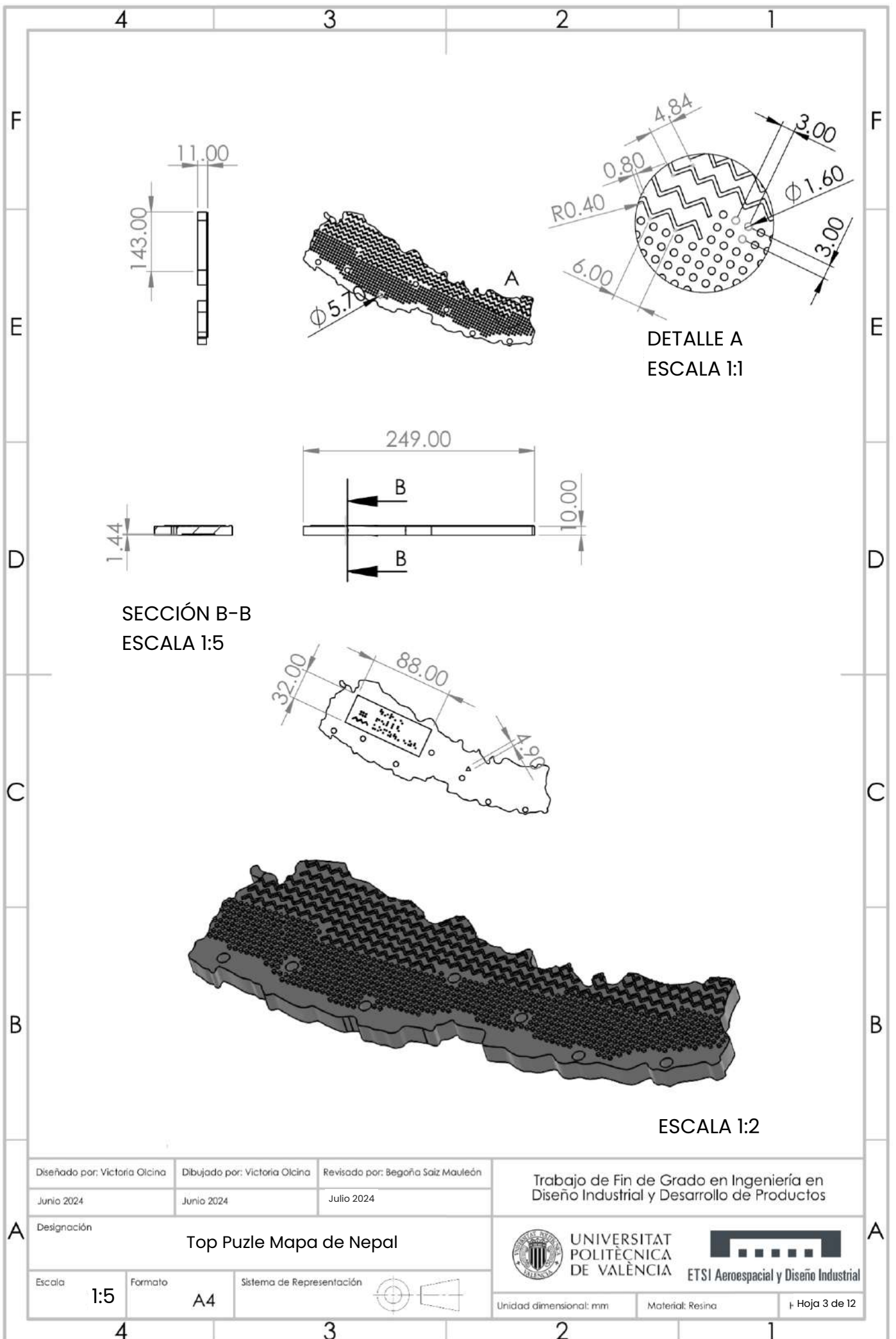
Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación **Explosionado Puzzle Mapa de Nepal**

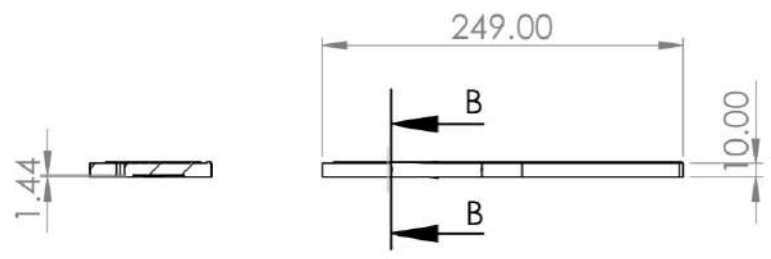


Escala 1:2	Formato A4	Sistema de Representación
---------------	---------------	-------------------------------

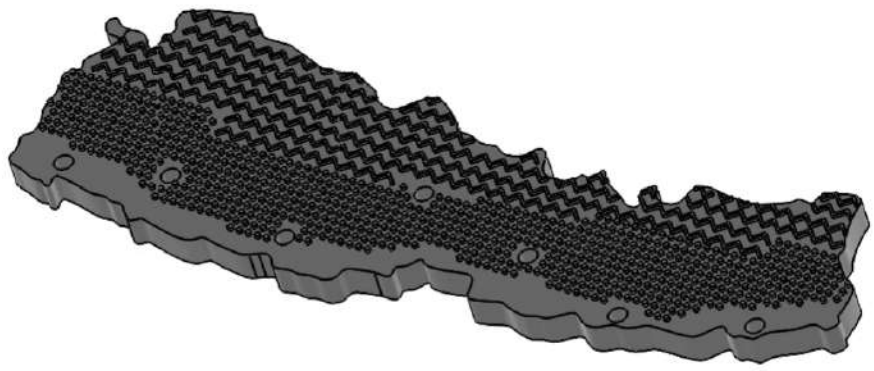
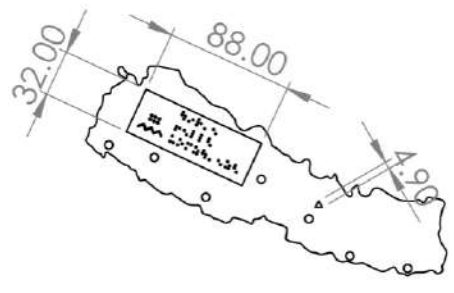
Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 2 de 12
------------------------	------------------	--------------



DETALLE A
ESCALA 1:1



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:5



ESCALA 1:2

Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación	Top Puzzle Mapa de Nepal	
-------------	--------------------------	--



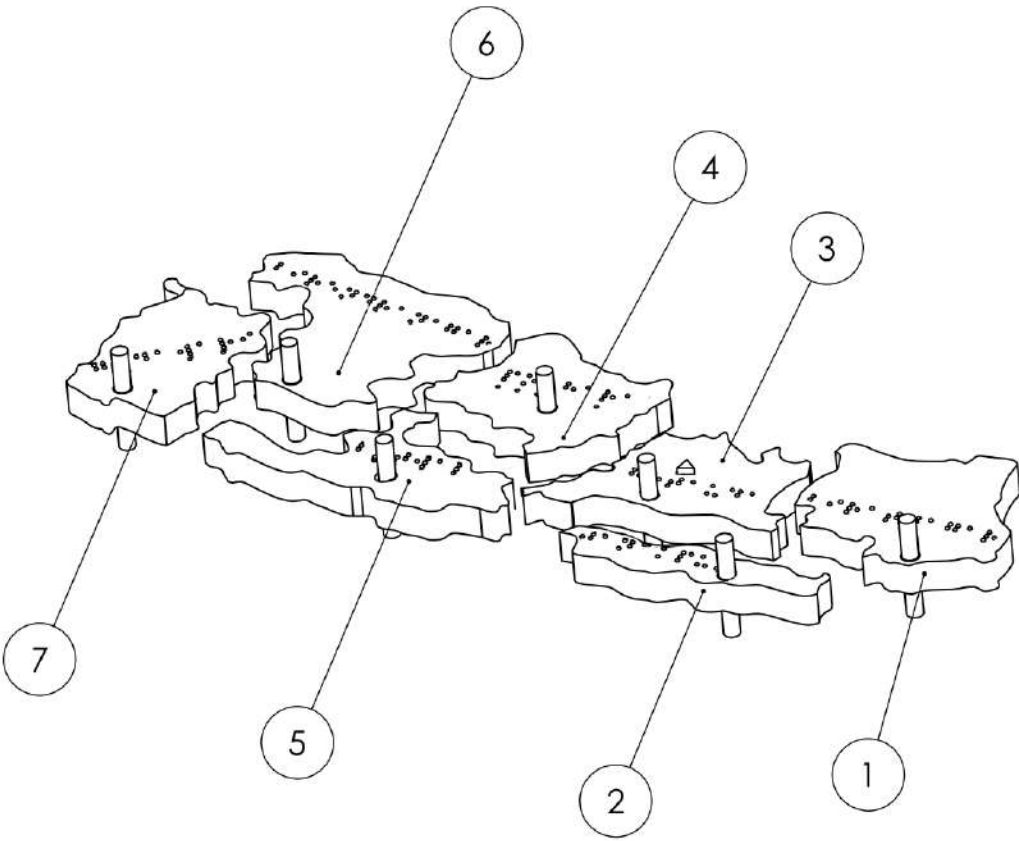
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSIA Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:5	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 3 de 12
------------------------	------------------	--------------



Nº	Denominación	Subpartes
1	Provincia 1	1
2	Provincia 2	1
3	Provincia 3	1
4	Provincia 4	1
5	Provincia 5	1
6	Provincia 6	1
7	Provincia 7	1

Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación **Explosionado parte central**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



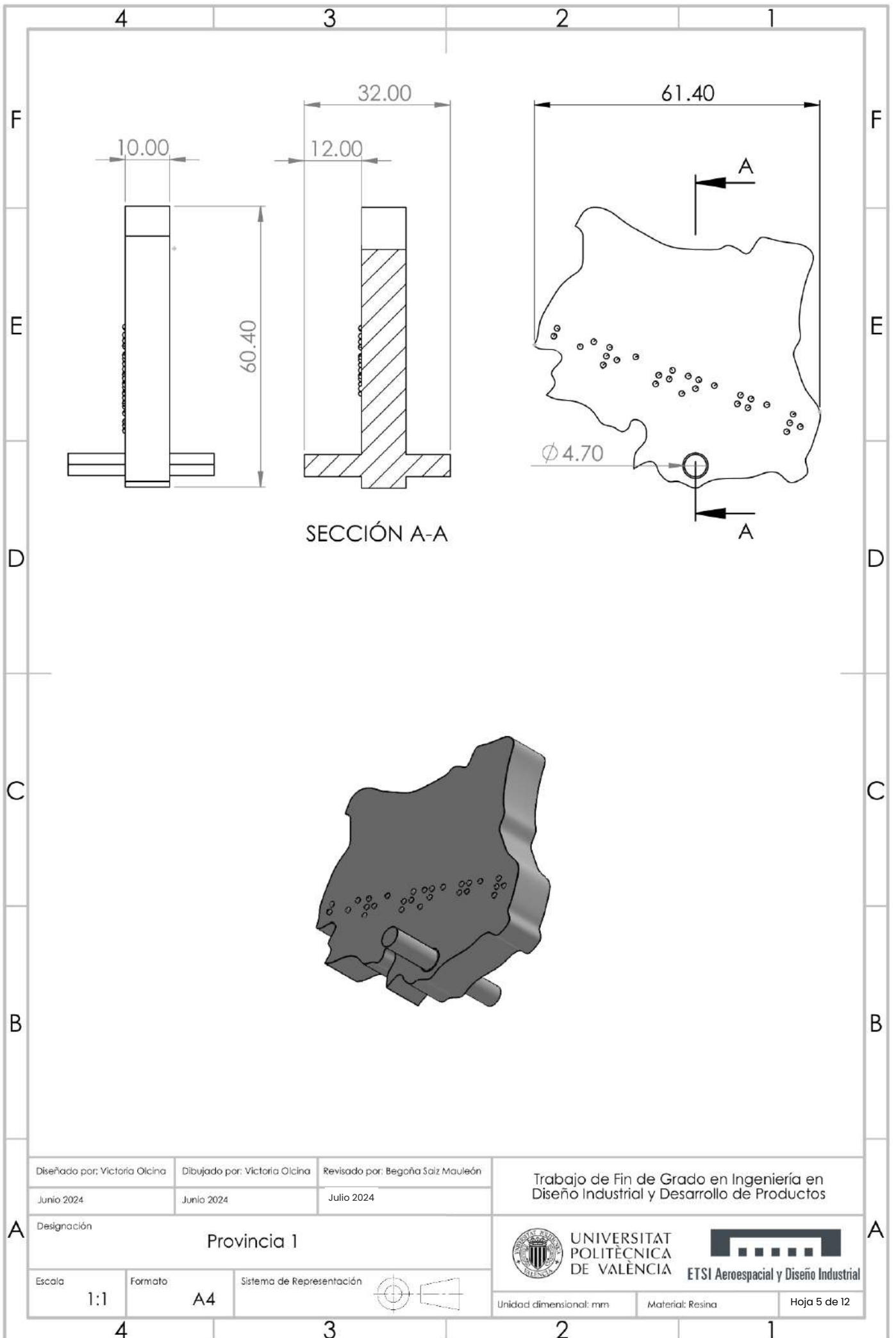
ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala 1:2	Formato A4	Sistema de Representación
-------------------	-------------------	---------------------------

Unidad dimensional: mm

Material: Resina

Hoja 4 de 12



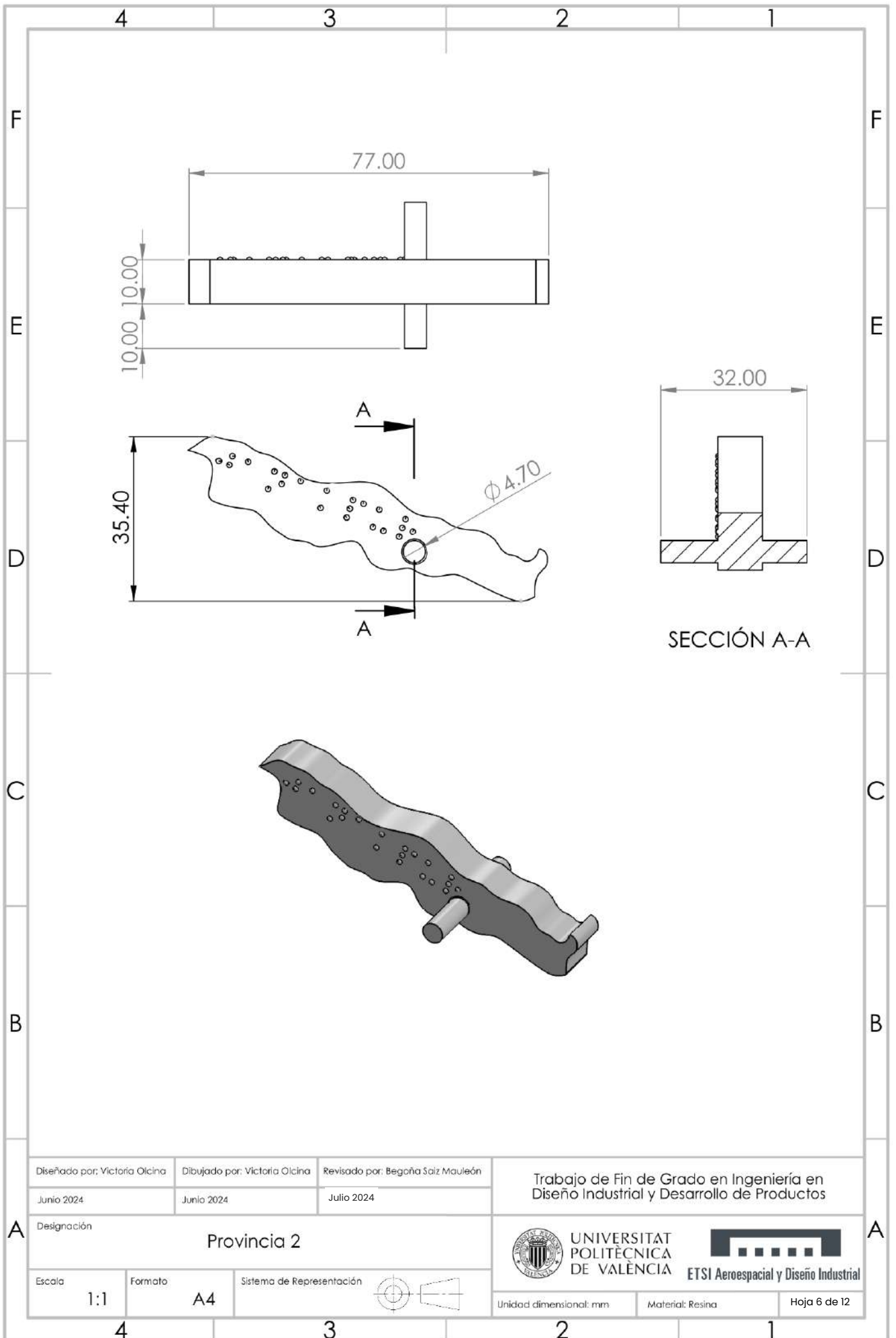
Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación	Provincia 1	
-------------	-------------	--

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:1	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 5 de 12
------------------------	------------------	--------------



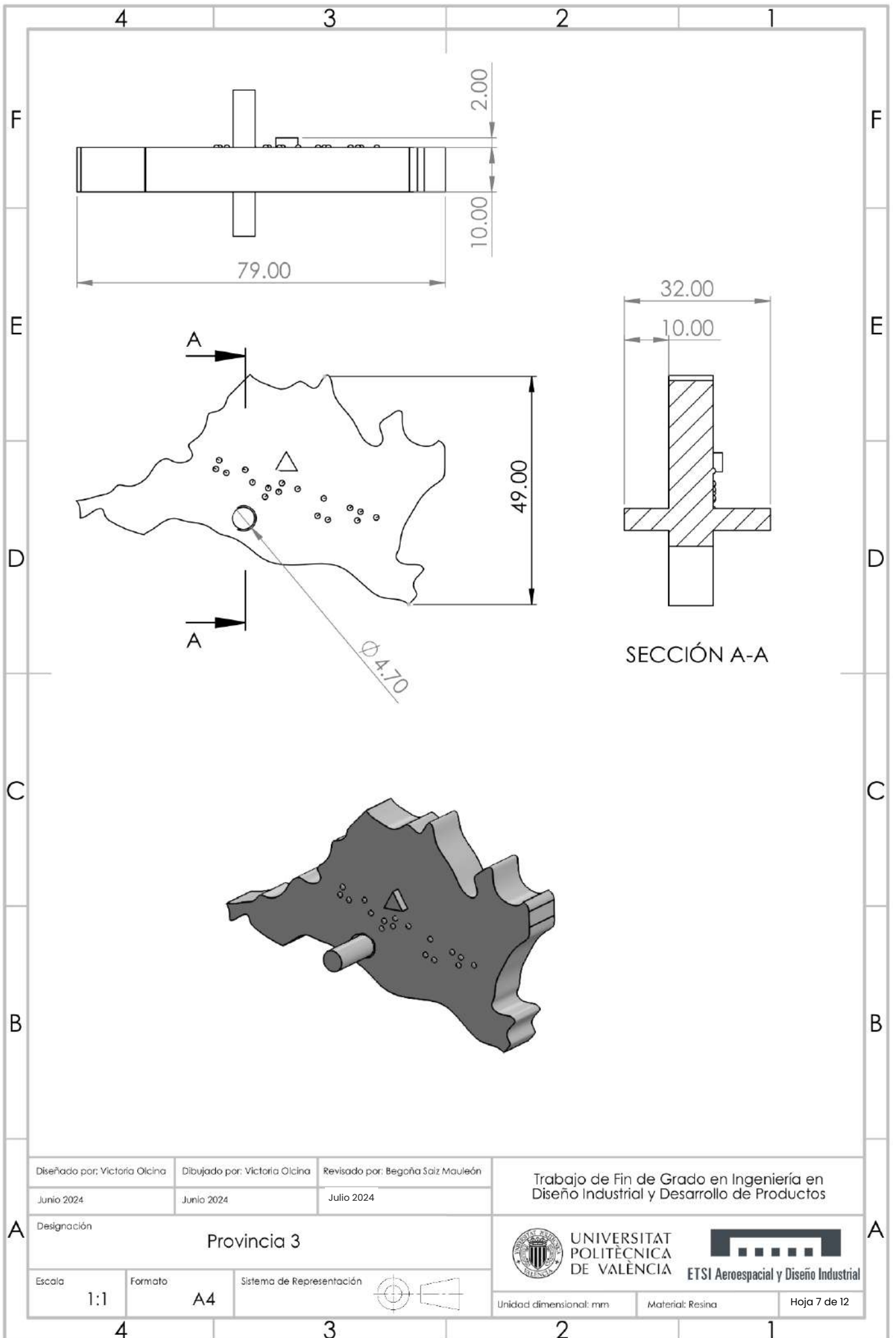
Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación	Provincia 2	
-------------	-------------	--

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:1	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 6 de 12
------------------------	------------------	--------------



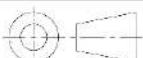
Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

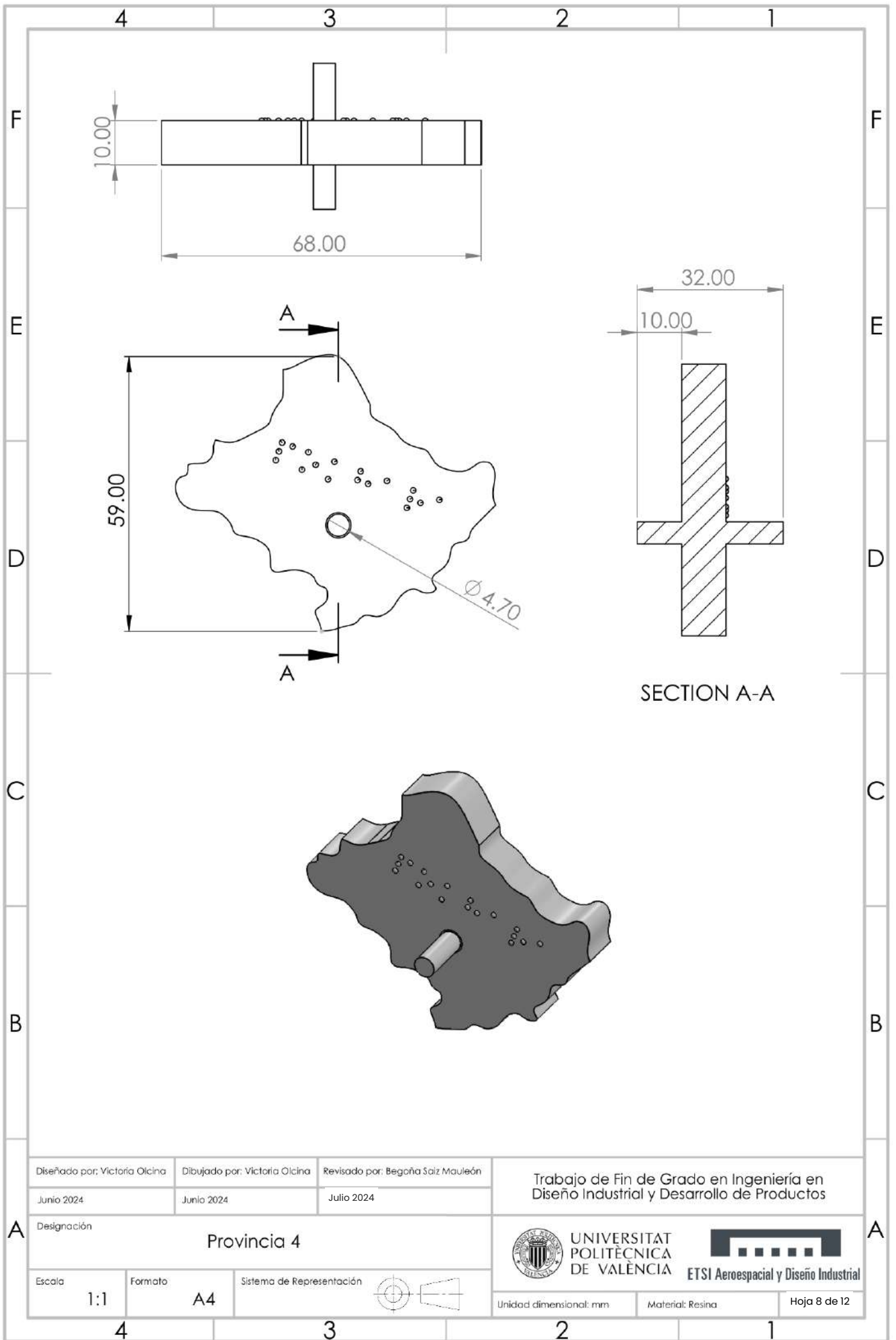
Designación	Provincia 3	
-------------	-------------	--


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:1	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 7 de 12
------------------------	------------------	--------------



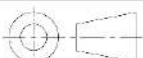
Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

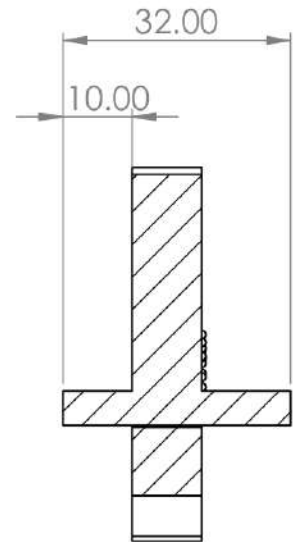
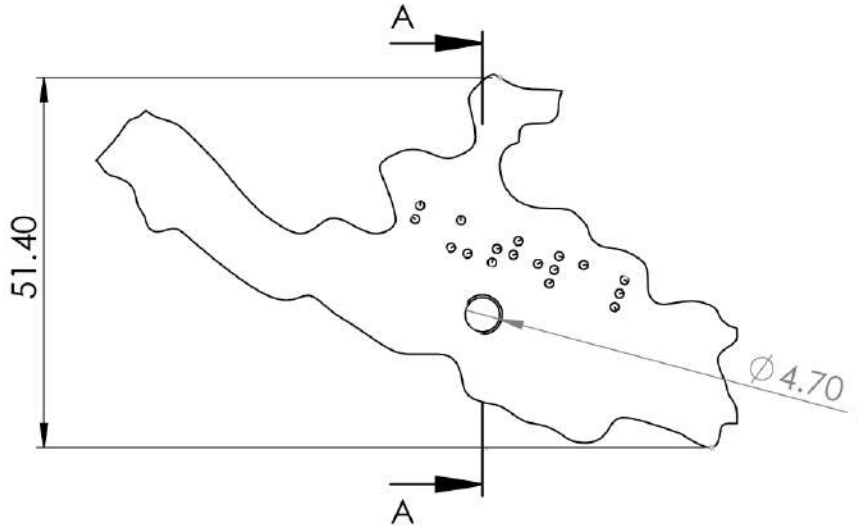
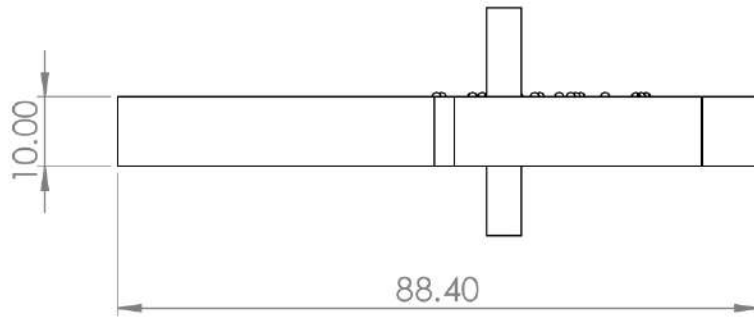
Designación	Provincia 4	
-------------	-------------	--


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

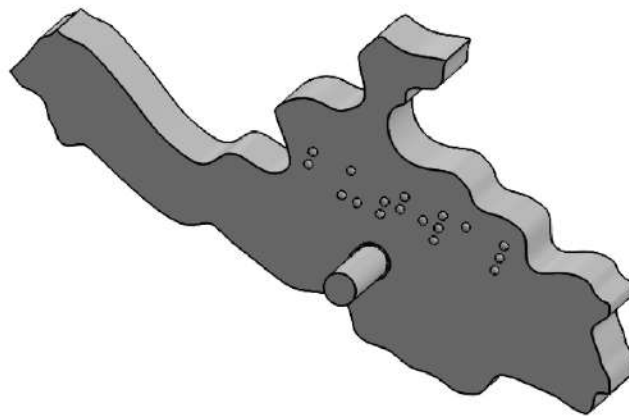
ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:1	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 8 de 12
------------------------	------------------	--------------



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación	Provincia 5	
-------------	-------------	--



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



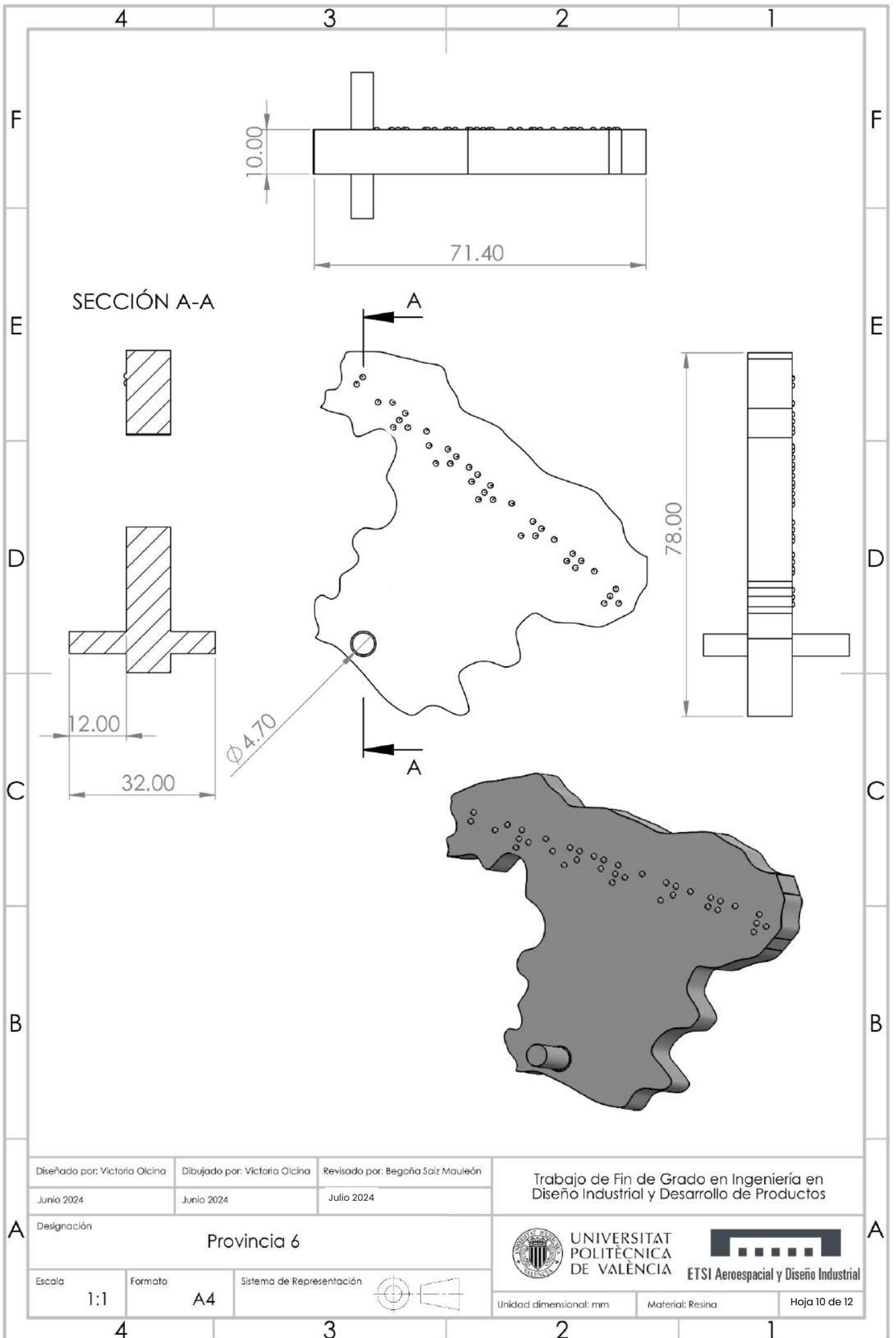
ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:1	A4	

Unidad dimensional: mm

Material: Resina

Hoja 9 de 12



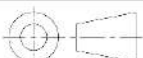
Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

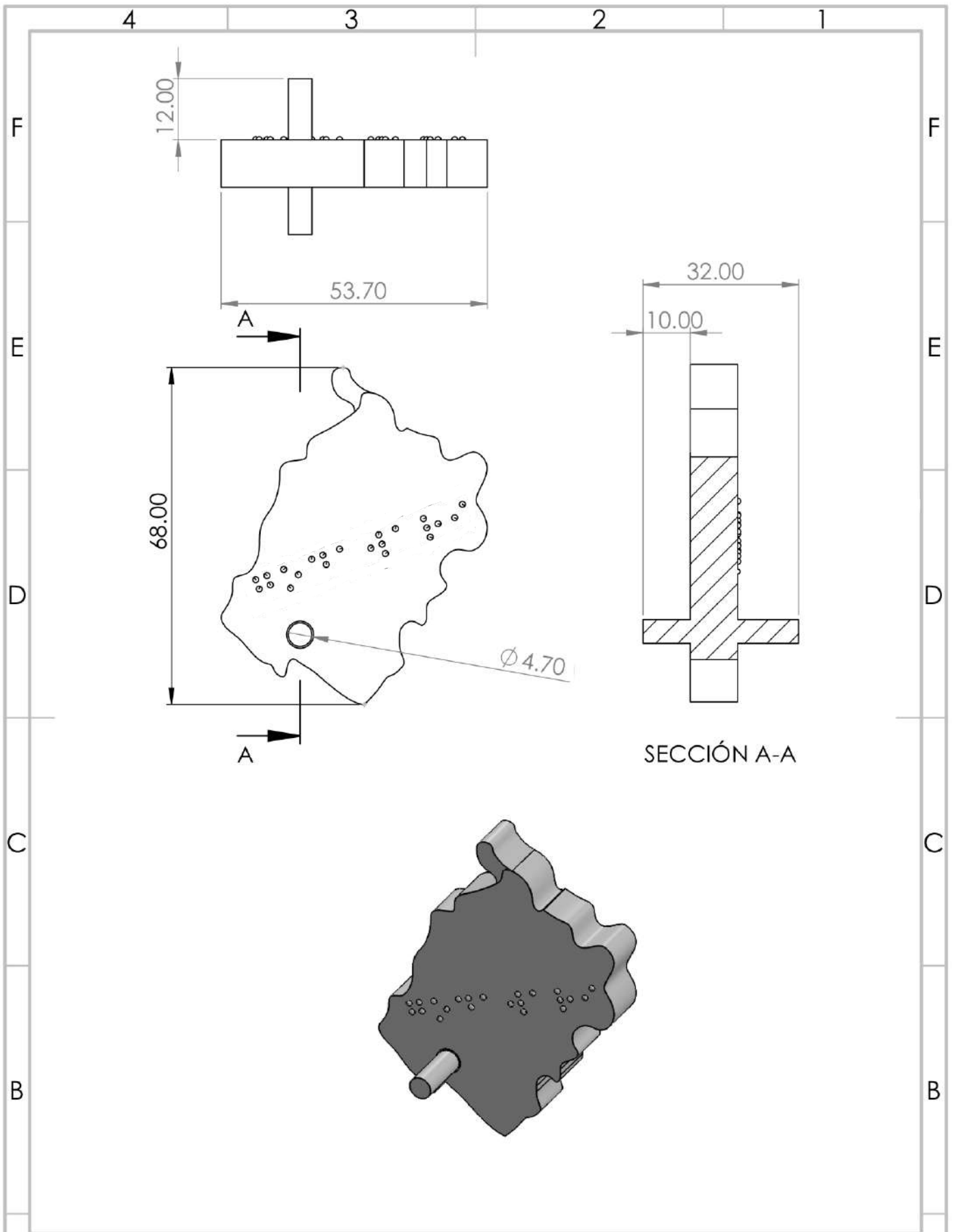
Designación	Provincia 6	
-------------	-------------	--


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:1	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 10 de 12
------------------------	------------------	---------------



Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación	Provincia 7	
-------------	-------------	--

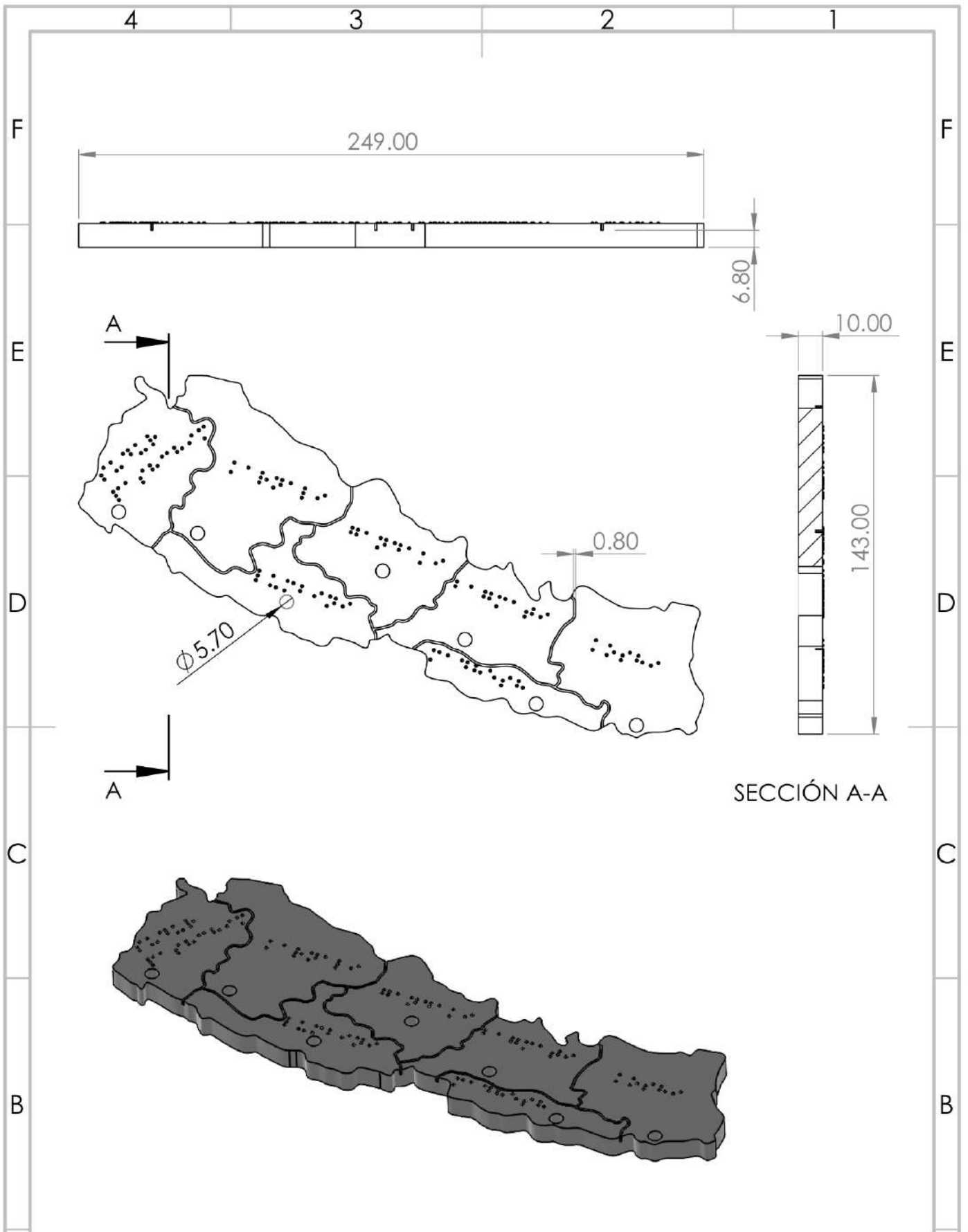
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:1	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 11 de 12
------------------------	------------------	---------------

A

A



Diseñado por: Victoria Olcina	Dibujado por: Victoria Olcina	Revisado por: Begoña Saiz Mauleón
Junio 2024	Junio 2024	Julio 2024

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería en
Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Designación	Base Puzzle Mapa de Nepal	
-------------	----------------------------------	--



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Escala	Formato	Sistema de Representación
1:2	A4	

Unidad dimensional: mm	Material: Resina	Hoja 12 de 12
------------------------	------------------	---------------