



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y
Desarrollo del Producto**

**Sistematización del vínculo entre color y textura
para personas invidentes, aplicado en la
accesibilidad a la cultura.**

Autor:

Flores de Castro, Lucía

Tutores:

Fernández Villalobos, María de las Nieves

Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos

Valladolid, julio 2024

“

La voz posee para un ciego
una infinidad de delicados matices
que se nos escapan,
porque no tenemos
el mismo interés que él
en apreciarlos.

”

(Pallasmaa, 1996)

Gracias **mamá** por animarme y creer en mí
más de lo que yo lo hago.

Gracias **papá** por enseñarme a tomarme la
vida con alegría y humor. Gracias por dármele
todo, por vuestro apoyo, esfuerzo y cariño.

Os quiero.

Gracias **Clara** por enseñarme a valorarme, a mejorar y por estar siempre.

Gracias **Ire** por buscar siempre lo positivo de todo y alegrarte por todos mis triunfos; gracias **Eva** por ser pura vitamina y animarme; gracias **Blanca** por verme como la mejor; gracias **Enma** por entenderme y nunca juzgarme; gracias **Alba** por darme esa paz y tranquilidad que a veces me falta; gracias **Laura** por ayudarme a relativizar las cosas y darle la importancia que merecen; gracias **Carla** por escucharme siempre con toda atención; gracias **Sofía** por enseñarme a luchar por lo que quiero; gracias **Nora** por tu ayuda incondicional.

Gracias **Laura, Marta, Alba, Guti y María** por enseñarme sobre diseño y arte, pero sobre todo por hacerme disfrutar tanto estos cuatro años.



RESUMEN

El presente Trabajo de fin de grado busca la vinculación entre color y textura con el fin de facilitar la accesibilidad de los espacios culturales a personas con discapacidad visual. A través de un proceso de prueba y error se pretende determinar una representación háptica de diez colores, pudiéndose sistematizar y aplicar a más campos para acercar la cultura y el arte a los discapacitados visuales.

Ante la carencia de información entorno a las texturas y a su relación con el color, resulta fundamental la realización de una fase de investigación sobre la discapacidad visual, el color y la textura. Se realizan unos diseños hápticos como resultado de la vinculación entre el color y la textura a través de las emociones y los sentimientos, que serán probados con usuarios videntes e invidentes para definir una propuesta final comprobada y validada con discapacitados visuales.

PALABRAS CLAVE

Háptico >> Discapacidad visual >> Color >> Textura >> Accesibilidad

ABSTRACT

The present thesis project searches for a strong link between colour and texture due to providing approachability to cultural spaces for visual disabled people. It is pursued the haptic representation of ten different colours through a trial and error process, allowing to be systematized and applied to many other different areas.

The lack of information about texture and its connection with colour founds essential the realization of a preliminary study about visual disability, colour and texture. Having done that there will be developed some haptic designs as the result of the connection between colour and texture through feelings and emotions. Once it gets tested with both sighted and blind people, it will be delivered a proved and final design.

KEYWORDS

Háptic >> Visual Disability >> Colour >> Texture >> Accessibility



Contenidos



01

Presentación 22-31

I. INTRODUCCIÓN	24
II. OBJETIVOS	27
III. METODOLOGÍA	28
IV. JUSTIFICACIÓN DE LA MAQUETACIÓN	30

02

Memoria 32-203

I. MARCO TEÓRICO	34
I.1. Discapacidad visual	35
I.1.1. - Tipos de discapacidad visual	37
I.1.2. - Grados de discapacidad visual	38
I.1.3. - Dioptrías	38
I.1.4. - Causas de discapacidad visual	39
I.1.5. - Discapacidad visual a nivel mundial	41
I.2. Percepción y neuroplasticidad	43
I.3. Los sentidos	45
I.3.1. - La vista	45
I.3.2. - El tacto	47
I.3.2.1. - Tipos de tacto	47
I.3.2.2. - Sentido háptico	47
I.3.2.3. - Estrategias exploratorias	48
I.3.2.4. - Sentido cinestésico y vestibular	49
I.3.2.5. - La temperatura	50
I.3.2.6. - El dolor	50
I.3.3. - El olfato	51
I.3.4. - El oído	52
I.3.4.1. - Orientación de una persona invidente	53
I.4. La ONCE	54
I.4.1. - Tecnologías para ciegos	54
I.4.2. - Recursos técnicos adaptados	56
I.4.2.1. - Cultura y ocio	56
I.4.2.2. - Patrimonio cultural y natural	56
I.4.2.3. - Promoción artística	57
I.5. Glosario de discapacidad visual	58
II. ESTADO DEL ARTE	60
II.1. El color	61
II.1.1. - Comprensión del color para una persona invidente	62

II.1.2. - Aprendizaje de los colores para una persona invidente	66
II.1.2.1. - Estrategias de aprendizaje	66
II.1.3. - Métodos de adaptación del color a la discapacidad visual	69
II.1.3.1. - Sistema Constanz	69
II.1.3.2. - Método Feelipa	71
II.1.3.3. - Aromarte	73
II.1.4. - Teorías del color	74
II.1.4.1. - Psicología del color	74
II.1.4.2. - El color según Kandinsky	78
II.1.4.3. - El color según Itten	81
>> Rueda del color	81
>> Los siete contrastes del color	82
II.1.4.4. - Teoría de la Gestalt	83
>> Principios de la Gestalt	86
II.1.4.5. - Colores en la señalización	87
II.1.4.6. - Tablas de los colores	88
II.2. Las texturas	101
II.2.1. - El sentido del tacto: la percepción de la realidad	102
II.2.1.1. - Proceso de aprendizaje infantil	103
II.2.1.2. - Desarrollo del tacto	104
II.2.1.3. - Reconocimiento de formas y objetos	105
II.2.2. - Claves para el disfrute de la pintura para personas invidentes	107
II.2.3. - Lectura de texturas podotáctiles	109
II.2.4. - El mundo háptico	110
II.2.4.1. - Estrategias en el aprendizaje de los colores para niños invidentes	111
II.2.4.2. - Experiencias hápticas	112
>> Proyecto Unseen Art	112
>> Proyecto Didú	113
>> Proyecto GuiaHme	114
>> Modelos hápticos con PLA	115
>> Escultura háptica	117
>> Proyecto Shapereader	118

III. MARCO EXPERIMENTAL

123

III.1. Primera experimentación	124
III.1.1. - Texturas propuestas	125
III.1.2. - Resultados de la experimentación	129
III.1.3. - Conclusiones obtenidas	131
III.2. Segunda experimentación	133
III.2.1. - Estudios realizados	133
III.2.1.1. - Vinculación de color y sentimientos	133
III.2.1.2. - Vinculación de textura y sentimientos	135

III.2.2. - Resultados de la experimentación	138
III.2.2.1. - Vinculación de color y sentimientos	138
III.2.2.2. - Vinculación de textura y sentimientos	140
III.2.3. - Proceso de experimentación	142
III.2.4. - Conclusiones generales	145
III.2.4.1. - Conclusiones de cada color	146
III.3. Tercera experimentación	150
III.3.1. - Texturas propuestas	150
III.3.2. - Resultados de la experimentación	151
III.3.3. - Proceso de experimentación	154
III.3.4. - Conclusiones obtenidas	157
III.4. Cuarta experimentación	160
III.4.1. - Texturas propuestas	160
III.4.2. - Resultados de la experimentación	161
III.4.3. - Proceso de experimentación	167
III.4.4. - Conclusiones obtenidas	170
III.5. Quinta experimentación	172
III.5.1. - Texturas propuestas	172
III.5.2. - Resultados de la experimentación	174
III.5.3. - Proceso de experimentación	174
III.5.4. - Conclusiones obtenidas	177
III.6. Sexta experimentación	178
III.6.1. - “Les lunettes de simulation”	178
III.6.1.1. - Tipos de gafas	178
III.6.2. - Texturas propuestas	181
III.6.3. - Resultados de la experimentación	181
III.6.4. - Proceso de experimentación	184
III.6.5. - Conclusiones obtenidas	185

IV. DISEÑO FINAL 186

IV.1. Explicación de la propuesta final	187
IV.1.1. - Especificaciones técnicas	190
IV.2. Presentación de la propuesta final	191
IV.3. Aplicación real en la accesibilidad a la cultura	194
IV.3.1. - Identificación de los colores	195
IV.3.2. - Vinculación de color y textura	196
IV.3.3. - Aplicación a las formas	197
IV.3.4. - Resultado final	202
IV.3.5. - Conclusión final	203

Referencias bibliográficas

204-212



Índice de figuras



Figura 1: Fotografía de unas frambuesas.

Figura 2: Proporción de personas con discapacidad visual en la población española según un estudio realizado por el INE en 2008.

Figura 3: Porcentajes de personas que padecen discapacidad visual, baja visión y ceguera absoluta en España según un estudio realizado por el INE en 2008.

Figura 4: Iconos explicativos del gráfico seguido en la maquetación del proyecto.

Figura 5: Fotografía de pintura roja sobre fondo blanco.

Figura 6: Fotografía de frambuesas.

Figura 7: Fotografía de diseño abstracto.

Figura 8: Fotografía de pintura roja sobre fondo blanco

Figura 9: Fotografía de una personas invidente caminando con el bastón blanco.

Figura 10: Ilustración explicativa del concepto de campo visual y baja visión.

Figura 11: Ilustración de la prevalencia media de ceguera legal en España por comunidades autónomas.

Figura 12: Ilustración de un ojo con cataratas.

Figura 13: Ilustración de un ojo con glaucoma.

Figura 14: Diagrama circular sectorial de las causas de ceguera a nivel mundial.

Figura 15: Tabla comparativa del número de usuarios que han padecido discapacidad visual, baja visión y ceguera absoluta a nivel nacional y mundial según un estudio realizado por la OMS en 2020.

Figura 16: Fotografía de una mujer con lentes.

Figura 17: Fotografía de un ojo.

Figura 18: Icono de temperatura.

Figura 19: Ilustración representativa del dolor.

Figura 20: Fotografía de una nariz.

Figura 21: Fotografía de dos personas comunicándose a través de lengua de signos.

Figura 22: Fotografía de una persona invidente con bastón blanco siendo guiada.

Figura 23: Imagotipo de la ONCE.

Figura 24: Fotografía de un dispositivo tecnológico con un sistema de lectoescritura braille.

Figura 25: Fotografía de un sistema de comprensión visual del entorno, que envía señales eléctricas al cerebro sobre las propiedades espaciales de los objetos, desarrollado por el equipo de "Eyesynth".

Figura 26: Fotografía de una actividad de accesibilidad a la cultura, el ocio y el arte organizada por la ONCE

Figura 27: Fotografía del detalle de la reproducción en relieve de la obra "La Fragua de Vulcano", de Diego Velázquez, perteneciente a una exposición accesible a personas con algún tipo de discapacidad visual realizada en el Museo del Prado, con la Fundación AXA y en colaboración con la ONCE.

Figura 28: Icono de una persona con discapacidad visual.

Figura 29: Ilustración del lóbulo temporal.

Figura 30: Fotografía de pruebas de visión.

Figura 31: Esquema del proceso de vinculación seguido en el proyecto.

Figura 32: Representación de los colores primarios según el sistema Constanz.

Figura 33: Representación de los colores secundarios según el sistema Constanz.

Figura 34: Fotografía de una persona invidente experimentando una obra representada a través del sistema constanz.

Figura 35: Fotografía de las representaciones de algunos colores según el sistema Constanz

Figura 36: Representación de los colores primarios y secundarios según el sistema Feelipa.

Figura 37: "Formas y colores elementarios" de Wassily Kandinsky, (1922-1933).

Figura 38: Fotografía de un usuario experimentando el método "aromarte".

Figura 39: Fotografía de una obra realizada por una persona con discapacidad visual según el método "aromarte".

Figura 40: Fotografía de un niño pintando.

Figura 41: Fotografía de Wassily Kandinsky.

Figura 42: "Tensión suave nº85" de Wassily Kandinsky

Figura 43: "Ineinander" de Wassily Kandinsky, (1928).

Figura 44: "Color Study, Squares with Concentric Circles" de Wassily Kandinsky (1913).

Figura 45: Fotografía de Johannes Itten.

Figura 46: Rueda del color de Johannes Itten.

Figura 47: Ilustración del contraste de color puro.

Figura 48: Ilustración del contraste claro-oscuro.

Figura 49: Ilustración del contraste de color cálido y color frío.

Figura 50: Ilustración del contraste de los complementarios.

Figura 51: Ilustración del contraste simultáneo.

Figura 52: Ilustración del contraste cualitativo.

Figura 53: Ilustración del contraste cuantitativo.

Figura 54: Fotografía de ejemplo de los principios de la Gestalt.

Figura 55: Fotografía del principio de proximidad de la Gestalt.

Figura 56: Fotografía de ejemplo de los principios de la Gestalt.

Figura 57: Fotografía de ejemplo de los principios de la Gestalt.

Figura 58: Fotografía del principio de simetría de la Gestalt.

Figura 59: Ilustración del principio de proximidad de la Gestalt.

Figura 60: Ilustración de la señalítica amarilla.

Figura 61: Ilustración de la señalítica roja.

Figura 62: Fotografía de la señalítica verde.

Figura 63: Fotografía de la señalítica naranja

Figura 64: Ilustración de la señalítica azul.

Figura 65: Ilustración de los receptores hápticos de la piel denominados "corpúsculos de Meisser".

Figura 66: Fotografía de un niño con discapacidad visual.

Figura 67: Fotografía de un niño pintando con los dedos.

Figura 68: Fotografía de un niño realizando actividades escolares de punzado de figuras.

Figura 69: Fotografía de cartulinas de colores.

Figura 70: Fotografía de una persona palpando con guantes una escultura en relieve.

Figura 71: Fotografía de una persona invidente experimentando hápticamente una obra de arte adaptada en relieve.

Figura 72: Fotografía de la página de audioguías de las obras artísticas del Museo Nacional Thyssen-bornemisa, Madrid.

Figura 73: Icono de baldosas lineales longitudinales.

Figura 74: Icono de baldosas rectas con giro.

Figura 75: Icono de baldosas con formas circulares.

Figura 76: Icono de una banda de seguridad lateral.

Figura 77: Fotografía de dos manos juntas.

Figura 78: Fotografía de una escultura del proyecto "Unseen Art".

Figura 79: Fotografía de una escultura háptica del proyecto "Unseen Art".

Figura 80: Fotografía de una persona invidente experimentando a través del tacto una obra del proyecto "Didú".

Figura 81: Fotografía de modelos hápticos fabricados en PLA.

Figura 82: Fotografía de una figura fabricada en PLA.

Figura 83: "Salomé Mantis", de César Delgado.

Figura 84: "Petrus", de César Delgado.

Figura 85: Fotografía del tablero de texturas del proyecto “Shapereader”.

Figura 86: Fotografía del tablero de texturas “Shapereader” probadas hápticamente

Figura 87: Fotografía del proyecto “Shapereader” siendo testado.

Figura 88: Fotografía de un tablero “Shapereader” para la serie “Metopa”.

Figura 89: Tableros de comunicación del proyecto “Shapereader”.

Figura 90: Fotografía de los talleres del proyecto “Shapereader”.

Figura 91: Fotografía de los talleres del proyecto “Shapereader” en Castilla y León.

Figura 92: Fotografía del taller “Tel Aviv” de Shapereader en la galería Binyamin.

Figura 93: Icono de la textura representante del color rojo en la primera experimentación.

Figura 94: Icono de la textura representante del color gris en la primera experimentación.

Figura 95: Icono de la textura representante del color marrón en la primera experimentación.

Figura 96: Icono de la textura representante del color verde en la primera experimentación.

Figura 97: Icono de la textura representante del color amarillo en la primera experimentación.

Figura 98: Icono de la textura representante del color azul en la primera experimentación.

Figura 99: Icono de la textura representante del color rojo en la primera experimentación.

Figura 100: Icono de la textura representante del color naranja en la primera experimentación.

Figura 101: Icono de la textura representante del color negro en la primera experimentación.

Figura 102: Icono de la textura representante del color azul en la primera experimentación.

Figura 103: Icono de la textura representante del color gris en la primera experimentación.

Figura 104: Icono de la textura representante del color rojo en la primera experimentación.

Figura 105: Icono de la textura representante del color blanco en la primera experimentación.

Figura 106: Icono de la textura representante del color verde en la primera experimentación.

Figura 107: Icono de la textura representante del color amarillo en la primera experimentación.

Figura 108: Icono de la textura representante del color amarillo en la primera experimentación.

Figura 109: Icono de la textura representante del color blanco en la primera experimentación.

Figura 110: Icono de la textura representante del color negro en la primera experimentación.

Figura 111: Icono de la textura representante del color marrón en la primera experimentación.

Figura 112: Icono de la textura representante del color rojo en la primera experimentación.

Figura 113: Icono de la textura representante del color marrón en la primera experimentación.

Figura 114: Icono de la textura representante del color amarillo en la primera experimentación.

Figura 115: Icono de la textura representante del color amarillo en la primera experimentación.

Figura 116: Icono de la textura representante del color azul en la primera experimentación.

Figura 117: Icono de la textura representante del color rojo en la primera experimentación.

Figura 118: Icono de la textura representante del color rojo en la segunda experimentación.

Figura 119: Icono de la textura representante del color morado en la segunda experimentación.

Figura 120: Icono de la textura representante del color naranja en la segunda experimentación.

Figura 121: Icono de la textura representante del color marrón en la segunda experimentación.

Figura 122: Icono de la textura representante del color amarillo en la segunda experimentación.

Figura 123: Icono de la textura representante del color gris en la segunda experimentación.

Figura 124: Icono de la textura representante del color verde en la segunda experimentación.

Figura 125: Icono de la textura representante del color blanco en la segunda experimentación.

Figura 126: Icono de la textura representante del color azul en la segunda experimentación.

Figura 127: Icono de la textura representante del color negro en la segunda experimentación.

Figura 128: Pruebas de la segunda experimentación recién sacadas de la impresora 3D.

Figura 129: Fotografía del “focus group” de la segunda experimentación.

Figura 130: Fotografía del “focus group” de la segunda experimentación.

Figura 131: Fotografía del “focus group” de la segunda experimentación.

Figura 132: Fotografía de las texturas probadas en la segunda experimentación.

Figura 133: Fotografía del “focus group” de la segunda experimentación.

Figura 134: Fotografía del “focus group” de la segunda experimentación.

Figura 135: Iconos de las texturas propuestas para la tercera experimentación.

Figura 136: Fotografía de las texturas impresas para la tercera experimentación.

Figura 137: Fotografía del “focus group” de la tercera experimentación.

Figura 138: Fotografía del “focus group” de la tercera experimentación.

Figura 139: Fotografía del “focus group” de la tercera experimentación.

Figura 140: Fotografía del “focus group” de la tercera experimentación.

Figura 141: Fotografía del “focus group” de la tercera experimentación.

Figura 142: Fotografía del “focus group” de la tercera experimentación.

Figura 143: Iconos de las texturas resultantes de las conclusiones de la tercera experimentación para probar en la cuarta experimentación.

Figura 144: Icono de una textura para la representación del naranja.

Figura 145: Icono de una textura para la representación del morado.

Figura 146: Icono de una textura para la representación del verde.

Figura 147: Icono de una textura para la representación del morado.

Figura 148: Icono de una textura para la representación del morado.

Figura 149: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 150: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 151: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 152: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 153: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 154: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 155: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 156: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 157: Iconos de las texturas obtenidas como definitivas en base a la cuarta experimentación.

Figura 158: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 159: Iconos de nuevas propuestas de textura para el color verde.

Figura 160: Icono de nueva propuesta de textura para el color rojo.

Figura 161: Icono de nueva propuesta de textura para el color negro.

Figura 162: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 163: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 164: Fotografía de las experimentaciones con usuarios de la ONCE.

Figura 165: Fotografía de un usuario de la ONCE en la quinta experimentación.

Figura 166: Fotografía de un usuario de la ONCE en la quinta experimentación.

Figura 167: Fotografía de la sesión de “focus group” de la quinta experimentación.

Figura 168: Iconos de las texturas definitivas obtenidas en la quinta experimentación para los colores verde y negro.

Figura 169: Icono de nueva propuesta de textura para el color rojo.

Figura 170: Ilustración explicativa de las gafas grises del proyecto “Las gafas de simulación”.

Figura 171: Ilustración explicativa de las gafas azules del proyecto “Las gafas de simulación”.

Figura 172: Ilustración explicativa de las gafas rojas del proyecto “Las gafas de simulación”.

Figura 173: Ilustración explicativa de las gafas verdes del proyecto “Las gafas de simulación”.

Figura 174: Ilustración explicativa de las gafas amarillas del proyecto “Las gafas de simulación”.

Figura 175: Ilustración explicativa de las gafas naranjas del proyecto “Las gafas de simulación”.

Figura 176: Ilustración de las gafas amarillas.

Figura 177: Ilustración de las gafas rojas.

Figura 178: Ilustración de las gafas verdes.

Figura 179: Ilustración de las gafas azules.

Figura 180: Ilustración de las gafas naranjas.

Figura 181: Ilustración de las gafas grises.

Figura 182: Fotografía del “focus group” de la sexta experimentación con el proyecto de “Las gafas de simulación”.

Figura 183: Fotografía del “focus group” de la sexta experimentación con el proyecto de “Las gafas de simulación”.

Figura 184: Icono del diseño final de la textura para el color rosa.

Figura 185: Icono del diseño final de la textura para el color rojo.

Figura 186: Icono del diseño final de la textura para el color naranja.

Figura 187: Icono del diseño final de la textura para el color amarillo.

Figura 188: Icono del diseño final de la textura para el color verde.

Figura 189: Icono del diseño final de la textura para el color azul.

Figura 190: Icono del diseño final de la textura para el color morado.

Figura 191: Icono del diseño final de la textura para el color gris.

Figura 192: Icono del diseño final de la textura para el color blanco.

Figura 193: Icono del diseño final de la textura para el color negro.

Figura 194: Acotación de las dimensiones de la ficha.

Figura 195: Fotografía de la maqueta final.

Figura 196: Fotografía de las texturas impresas de los colores rosa, rojo, naranja, amarillo y verde.

Figura 197: Fotografía de las texturas impresas de los colores azul, morado, gris, blanco y negro.

Figura 198: “El caracol” de Henri Matisse, (1952).

Figura 199: Identificación de los colores del cuadro “El caracol” de H. Matisse.

Figura 200: Iconos de la representación de los colores identificados del cuadro “El caracol” de H. Matisse.

Figura 201: Aplicación a la forma de los colores morado y negro.

Figura 202: Aplicación a la forma de los colores rosa y azul-verdoso.

Figura 203: Aplicación a la forma de los colores azul-verdoso, amarillo y naranja.

Figura 204: Aplicación a la forma de los color naranja..

Figura 205: Aplicación a la forma de los colores rojo, azul y verde.

Figura 206: Resultado de la aplicación de las texturas al cuadro “El caracol” de H. Matisse.

Figura 207: Fotografía de diseño abstracto.





Fig. 1



La discapacidad visual plantea
unas barreras sociales
que trascienden más allá
de la propia discapacidad.

(Pallasmaa, 1996)



I. PRESENTACIÓN

Este Trabajo Fin de Grado (TFG) se lleva a cabo dentro del ámbito del proyecto de investigación (Convocatoria 2020 Proyectos de I+D+i – RTI Tipo B) sobre Accesibilidad y diseño inclusivo en paisajes patrimoniales, análisis, estrategias de actuación y modelos de diseño de información. Acrónimo: ACCEDIPPAT. PID2020-118216RB-I00/ AEI/10.1309/501100011033. (IP1: Nieves Fernández Villalobos, IP2: Darío Álvarez Álvarez).

El objetivo del presente TFG es hacer más accesibles todos los paisajes patrimoniales, es decir, de alguna manera aproximar la cultura al mayor número de personas posible, independientemente de sus habilidades y capacidades. Esto supone también prestar atención a personas con discapacidad.

El término “discapacidad” hace referencia a una deficiencia física, mental o sensorial, bien permanente o temporal, que provoca una limitación en la realización de actividades esenciales de la vida cotidiana.

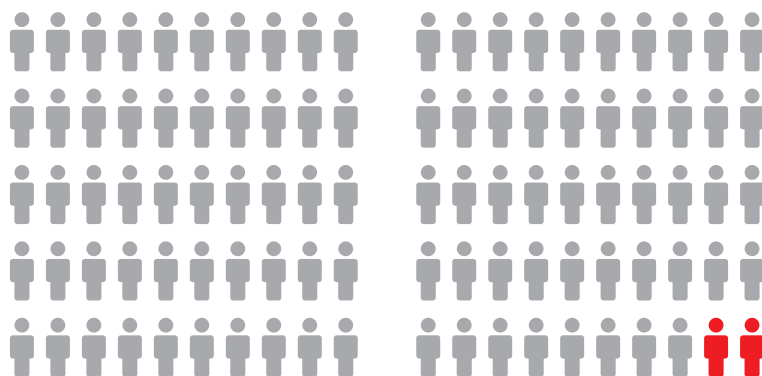


Fig. 2

Un 2,14% de la población española padece algún tipo de discapacidad visual. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), existen en España más de 4 millones de personas con algún tipo de discapacidad, de los cuales 1 millón padecen discapacidad visual. (INE, 2008)

Debido al elevado valor de esta cifra, resulta evidente que a lo largo de la historia se hayan implementado modificaciones en todos aquellos ámbitos que afecten a una persona invidente para poder mejorar su accesibilidad a los mismos.

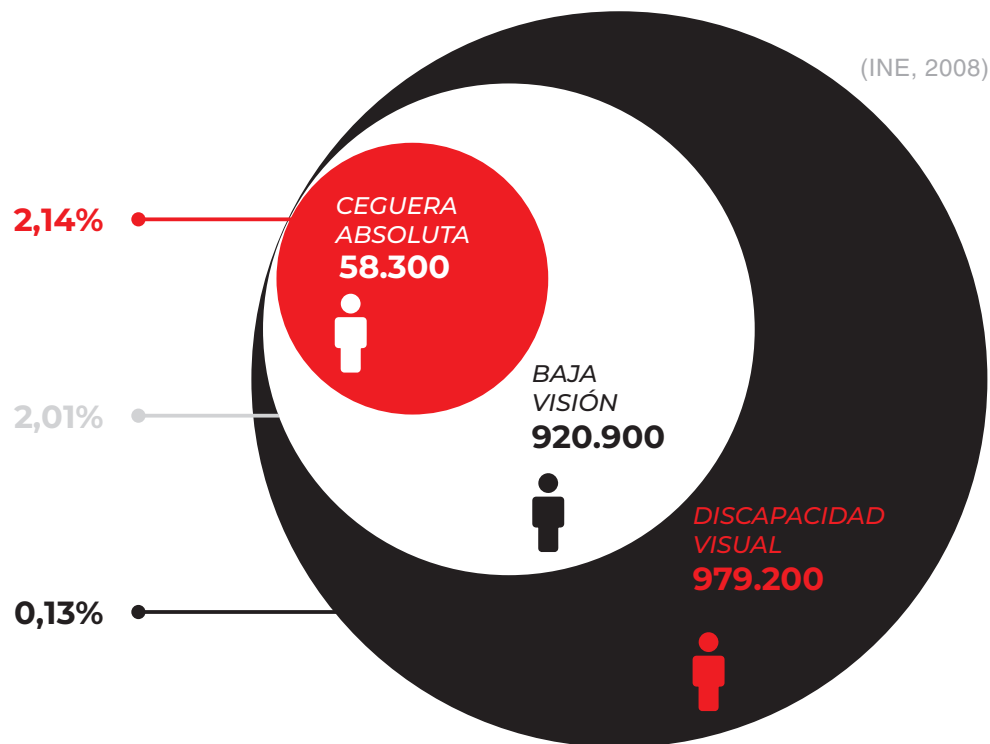


Fig. 3

Sin embargo, como afirma Pallasmaa en “la discapacidad visual plantea unas barreras sociales que trascienden más allá de la discapacidad”, la sociedad genera más dificultades para la discapacidad que la discapacidad en sí misma. El diseño inclusivo sigue una metodología que persigue la mejora de las situaciones que experimentan aquellas personas con dificultades físicas, sociales o culturales de modo que una modificación o propuesta del diseño añada valor facilitando la experiencia. A su vez, un diseño accesible no sólo se consigue añadiendo valor, sino disminuyendo el riesgo cumpliendo con las normativas establecidas y mejorando el grado de satisfacción de las personas con los servicios ofrecidos.

Con el fin de convertir los espacios patrimoniales en espacios accesibles para personas con discapacidad, este proyecto busca la adaptación de los mismos para acercar el arte y la arquitectura al mayor número de personas posibles, siguiendo la línea del diseño para todos. En el proceso de diseño inclusivo y accesible de los espacios patrimoniales, a lo largo del tiempo se han ido implementando herramientas para facilitar y acercar estos espacios a las personas discapacitadas, mediante el uso de señalizaciones adaptadas en braille junto con folletos informativos que orienten al usuario, e incluso maquetas manipulables para entender la forma y el volumen, a escala, de las estructuras arquitectónicas.

En relación con esto, y siguiendo la filosofía de un diseño para todos, se desarrolla el siguiente TFG con un enfoque general a la interpretación e información en yacimientos arqueológicos, a la accesibilidad a la cultura y al arte en general.

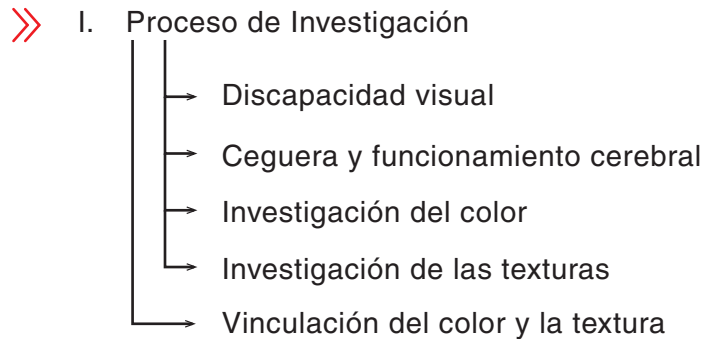
A lo largo del proyecto se realizará una investigación entorno al color, las texturas, y las relaciones entre ambos conceptos a través de las emociones, las sensaciones y lo cognitivo. El proyecto de investigación tiene el fin de encontrar unas relaciones hápticas de los colores que sirvan de referencia para posibles futuros diseños aplicables en el marco de los paisajes patrimoniales o en otros campos de diferente naturaleza que pueda facilitar la vida de las personas invidentes y su acceso a los mismos.

II. OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto consiste en vincular el color y la textura para poder diseñar un conjunto de texturas hápticas para la adaptación de la información y accesibilidad a yacimientos arqueológicos y a la cultura y el arte general a personas invidentes o con discapacidad visual. De esta forma, se busca el diseño de una información inclusiva y accesible a espacios patrimoniales que pueda servir de precedente para futuras aplicaciones de adaptación del color y las texturas para discapacitados visuales. A su vez, en el proceso para conseguir este objetivo, se encuentran también otros objetivos específicos de importancia que también se deben cumplir:

- Estudiar las dificultades, métodos de aprendizaje y comprensión de la realidad de las personas con discapacidad visual.
- Buscar las características generales y más identificativas de los colores, y su relación con las texturas, no solo como conceptos para las personas videntes, sino tal y como se enseñan para los usuarios que nunca las han visto.
- Realizar un estudio significativo entre las relaciones existentes del color con las sensaciones y los sentimientos, y posteriormente con las texturas.
- Sistematizar la textura y el color a través de las emociones y sentimientos para su adaptación en términos de accesibilidad y diseño inclusivo.
- Desarrollar tactigramas que conduzcan a la identificación del color mediante la representación de una textura específica, facilitando la comprensión de cualquier usuario.
- Emplear tecnologías de impresión 3D para desarrollar prototipos que permitan comprobar la funcionalidad de los diseños.
- Corroborar las hipótesis planteadas con usuarios de la ONCE para poder validar las propuestas finales.

III. METODOLOGÍA



I) Marco teórico

La metodología seguida para la realización de este TFG comienza llevando a cabo un estudio entorno a la discapacidad visual, los diferentes tipos de discapacidad que existen, la comprensión del funcionamiento cerebral de las personas invidentes, y a mayores, su comprensión de los colores. Cada color evoca unas sensaciones, emociones y sentimientos distintos, en algunas ocasiones influenciados culturalmente y en otras, marcados por una concepción internacional, además de las variaciones individuales derivadas de nuestras vivencias y la memoria selectiva de ellas.

- En una **primera etapa**, se investigan los diferentes estudios que vinculan el color con las sensaciones. A lo largo de esta primera etapa resulta fundamental conocer las metodologías de aprendizaje que siguen las personas invidentes, los conceptos a través de los cuales aprenden sobre cada color, los estímulos que permiten obtener la información sensorial necesaria a través de estímulos no visuales y los métodos elaborados a lo largo de la historia para acercar el color a las personas con discapacidad visual.
- En una **segunda etapa**, se profundiza en el uso de las texturas y su relación con las sensaciones y las emociones. La importancia del sentido háptico y la transmisión de la información a través del tacto resulta fundamental en este proceso, dado que dos texturas pueden evocar sentimientos y emociones contrarias.

Comprendiendo así el término de la discapacidad visual, del color y de la textura, se continúa con una vinculación entre los dos estudios previos, buscando la similitud de ambos en las emociones, los sentimientos y las relaciones generadas por un color y una textura.

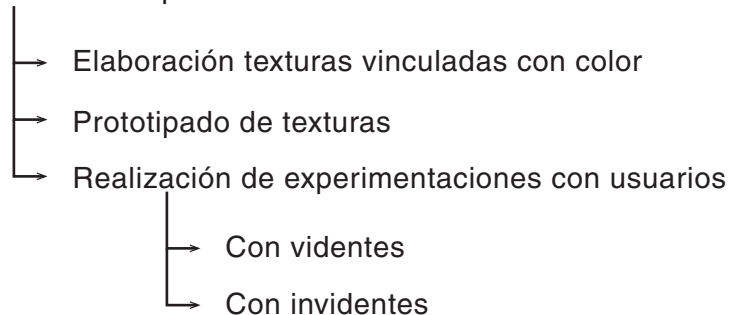
II) Marco experimental

Una vez comprendido el marco teórico del proyecto resulta inevitable valerse de un marco experimental, que permita llevar a cabo una etapa de prueba y error, tanto con usuarios videntes (para las primeras fases de experimentación y prototipado) como con usuarios con discapacidad visual. Todo lo elaborado anteriormente es la base necesaria para corroborar la hipótesis planteada sobre el establecimiento de la sistematización del color y la textura definidas bajo términos de accesibilidad y diseño inclusivo. Para realizar las experimentaciones se ha usado “focus group” para cada experimentación.

FOCUS GROUP

Método de investigación cualitativa que consiste en reunir a diferentes participantes para realizar pruebas o entrevistas en las que éstos exponen sus opiniones sobre unos productos o servicios. El objetivo de este método es analizar y captar “feedback” para conseguir nuevos puntos de vista que sirvan de mejora para los productos, por lo que resulta ideal que los participantes expresen sus ideas con total sinceridad. Es una herramienta de trabajo muy útil tanto para la fase de diseño como para la fase de validación. (Saul, 2020)

» II. Proceso de experimentación



A través de las pruebas con usuarios en creadas en base a una investigación previa se busca la sistematización de la vinculación entre color y textura para adaptar la cultura a las personas invidentes. Cabe destacar que no se persigue únicamente la aplicación a obras pictóricas o mosaicos, sino que se trata de una sistematización aplicable a cualquier aspecto cultural que acerque estos espacios a las personas con discapacidad visual en términos generales.

IV. JUSTIFICACIÓN DE LA MAQUETACIÓN

Para la maqueta del presente TFG se ha buscado seguir una misma línea estética que genere una cohesión visual del mismo. Se han buscado colores que evoquen un contraste, para los que se han elegido el rojo, blanco y negro. Como se verá en los posteriores estudios del color, el rojo se caracteriza por ser un color que implica fuerza e intensidad, es decir, se trata de un color ardiente y vivo. Es el color del poder, la emoción y la pasión, características que se ha buscado transmitir. Este color primario contrasta a su vez con el blanco y el negro, contrarios también entre ellos.

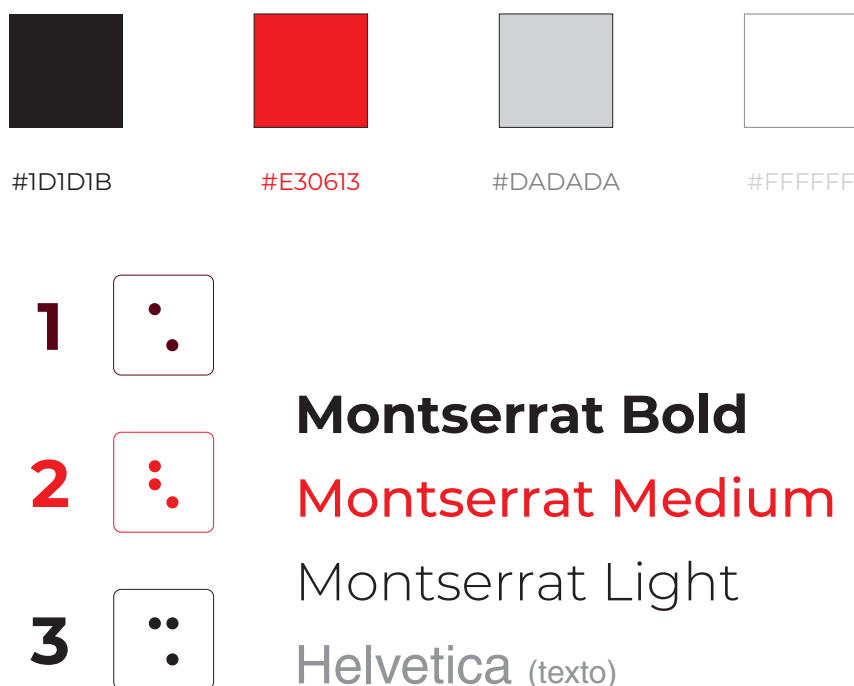


Fig. 4

La tipografía escogida destaca por ser de fácil lectura, siguiendo la línea de adaptabilidad con el usuario que se mantienen presente a lo largo de todo el estudio. Para las portadas se ha incluido como parte gráfica y comunicativa, numeraciones en braille. A pesar de tratarse de un braille que no cumple con su función como tal, debido a su imposibilidad de leerse en relieve (principal rasgo de esta tipografía) se persigue la intención de mantener en la maqueta una asociación rápida y evidente con la ceguera y la discapacidad visual.



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

Para la inclusión de fotografías como portadas, se buscan elementos que guarden un relación gráfica con los tres colores principales (rojo, blanco y negro) y en las que se puedan apreciar no solo el color sino la textura representada en los mismos, de tal forma que se haga constantemente alusión a través del gráfico al concepto y tema principal del presente trabajo.



Fig. 8

“

La visión revela
lo que el tacto ya conoce.

(Pallasmaa, 1996)

”



MARCO TEÓRICO



ESTADO DEL ARTE



MARCO EXPERIMENTAL



DISEÑO FINAL

I. 1. DISCAPACIDAD VISUAL

Cuando hablamos de discapacidad visual, hablamos de un amplio abanico de tipos de ceguera o deficiencia visual, pues no todos implican la incapacidad absoluta del uso de la vista. La deficiencia visual sucede cuando una enfermedad ocular afecta al sistema visual y una o más de sus funciones. El término “discapacidad” se refiere a las deficiencias y restricciones a las que se somete una persona que padece una enfermedad ocular al interactuar con el entorno.

La ceguera no implica exclusivamente una pérdida de la visión, sino que también afecta al desarrollo personal, la calidad de vida, la independencia y autonomía y el bienestar social de quien la padece. Las personas con discapacidad visual sufren dificultades para efectuar actividades de la vida cotidiana y para su movilidad diaria. También afecta a la salud mental de los pacientes (la rápida aparición de un deterioro grave de la visión está asociado con la aparición de síntomas depresivos).

La ceguera es una discapacidad visual que afecta a un 0,7% de personas en el mundo, destacando una fuerte presencia en países en vías de desarrollo, en el envejecimiento de la población y en el aumento de enfermedades crónicas, como por ejemplo la diabetes. Esta última ha resultado en un aumento de la ceguera en países más desarrollados. En España hay aproximadamente un millón de personas con discapacidad visual, de las cuales se estima que más de 70.000 de ellas padecen ceguera absoluta o legal; es decir, un 2,14% de la población española padece algún tipo de discapacidad visual. (OMS, 2020)

Fig. 9



Cuando hablamos de discapacidad visual, tendemos a asociarlo con personas que padecen una ceguera absoluta, cuando esta afirmación es completamente errónea. A la hora de medir la definición visual de un usuario, se toman en cuenta dos factores:

- **Agudeza visual:** la capacidad de distinguir las formas de los elementos a una distancia moderada (se suele medir con pruebas de letras o figuras, conocidas como “optotipos”, que tienen tamaños decrecientes en un 10% de agudeza visual por línea). Según la ONCE, la agudeza visual en España tienen una media de 0,1 (1/10 de la escala francófona).
- **Campo visual:** el máximo ángulo de visión que tiene el ojo. Para entender esto, se establece que una persona con una visión normal es capaz de ver objetos y percibir estímulos visuales con una amplitud de 180° en horizontal y 170° en vertical. Según la ONCE, en España hay un campo visual reducido a 10° o menos.

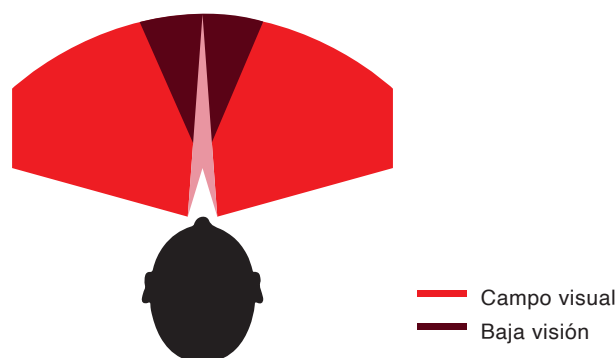


Fig. 10

Sabiendo esto, ¿cómo definimos la discapacidad visual?. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define para la discapacidad visual una agudeza visual menor a 3/10 (0,33), y para la ceguera una agudeza visual menor a 1/20 (0,05).

También es importante definir la baja visión. Se trata de una pérdida de la capacidad visual, que es inmejorable ante el uso de lentes correctoras, tratamientos farmacológicos e incluso cirugías. Cuando hablamos de baja visión nos referimos a una incapacidad de la realización de tareas diarias que supone un impedimento en la vida diaria de quién lo padece (lectura, escritura, reconocimiento de elementos visuales, reconocimiento de rostros, movilidad por los espacios, etc). Respecto a porcentajes, cuando decimos que alguien tiene baja visión nos referimos a un perfil con una agudeza visual inferior a 0,3, es decir, que cuentan tan solo con un 30% de visión, o cuenta con un campo visual inferior a 20°.

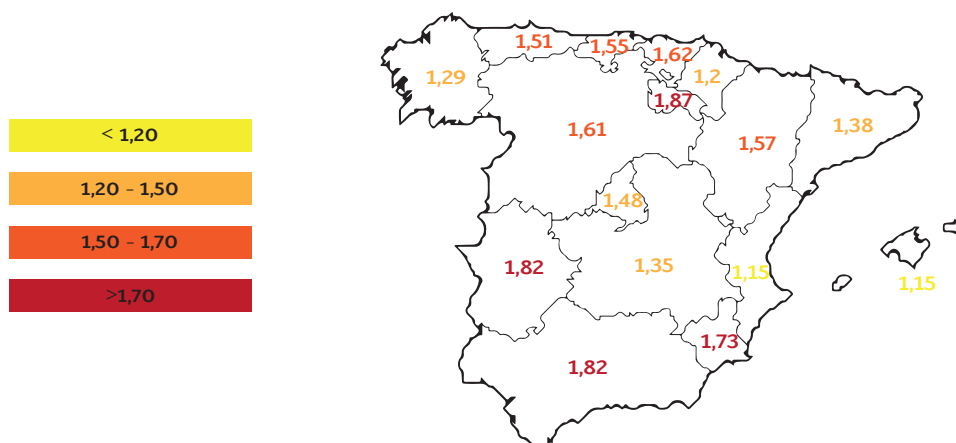


Fig. 11

Según la ONCE, la prevalencia media de ceguera legal en España se sitúa entorno a 1,50 personas por cada 1000 habitantes. (ONCE, 2011)

I. 1.1. TIPOS DE DISCAPACIDAD VISUAL

De una manera general, se pueden diferenciar tres categorías para enmarcar el tipo de discapacidad visual:

- **Categoría B1:**

Enmarca a aquellos usuarios que, a pesar de utilizar correcciones ópticas, cuentan con una agudeza visual superior al 50% e inferior a 100%. Estas personas son capaces de llevar una vida normal.

- **Categoría B2:**

Hablamos de un usuario en esta categoría cuando su agudeza visual es inferior a 50% pero superior a 10%. Tienen dificultades evidentes de visión, y en estos casos se habla de baja visión.

- **Categoría B3:**

Las personas pertenecientes a este grupo perciben tan solo zonas difusas de sombra y luz, e incluso ni eso, es decir, estamos hablando de una persona con ceguera total o absoluta.

- **Ceguera legal:**

La ceguera legal (una persona “legalmente ciega”) cuenta con una agudeza visual menor o igual a [10/100] y/o un campo visual menor o igual a 10º.

Cuando un usuario no supera una agudeza visual del 10% y/o tan solo cuenta con un campo visual de 10º, hablamos de ceguera legal.

Pero, ¿cuál es la diferencia entre la ceguera total y la ceguera legal?

La ceguera total hace referencia a la completa pérdida de visión, a diferencia de la ceguera legal, que no implica una pérdida completa sino muy acusada. Esto lo que significa es que, muchas personas que son “legalmente ciegas” pueden “ver”, pero con grandes dificultades y limitaciones. (Fideditis, 2021)

I. 1.2. GRADOS DE DISCAPACIDAD VISUAL

La OMS desarrolló la siguiente clasificación para establecer los distintos grados de discapacidad visual: (Fideditis, 2021)

- [20/30 – 20/60]

Pérdida leve de visión o visión prácticamente normal.

- [20/70 – 20/160]

Baja visión o discapacidad visual moderada.

- [20/200 – 20/400]

Baja visión severa o discapacidad visual grave.

- [20/500 – 20/1000]

Ceguera o discapacidad visual prácticamente total.

- Falta de percepción de la luz:

Ceguera total o discapacidad visual absoluta.

I. 1.3. DIOPTRÍAS

La dioptría es la medida que determina la cantidad exacta de corrección que necesita un ojo para poder ver correctamente. Un valor de 6 dioptrías o más de miopía puede implicar una discapacidad visual de mayor o menor gravedad. Por ejemplo, este es el caso de la miopía magna, que no es un mero defecto refractivo, sino una patología visual.

Sin embargo, cabe destacar que la miopía por sí misma no implica discapacidad visual; ésta dependerá del campo visual y de la agudeza visual. (Fideditis, 2021)

I. 1.4. CAUSAS DE LA DISCAPACIDAD VISUAL

Existen numerosas patologías oculares que pueden generar una discapacidad visual e incluso una ceguera, entre ellas destacan las cataratas y el glaucoma. (OMS, 2020).

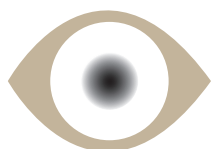


Fig. 12

▪ Cataratas

Opacidad del cristalino, normalmente transparente, del ojo. Para las personas que tienen cataratas, ver a través de cristalinos opacos es algo parecido a mirar a través de una ventana escarchada o empañada.

▪ Glaucoma

Conjunto de enfermedades oculares que pueden generar la pérdida de visión y que se desarrollan cuando el nervio óptico (situado en la parte trasera del ojo) se daña. La única manera de saber si una persona tiene glaucoma es a través de la realización de un examen completo de los ojos dilatando las pupilas. El glaucoma no tiene cura, pero la aplicación de un tratamiento temprano puede frenar el daño y proteger la visión de quien lo padece.

Los riesgos de desarrollar un glaucoma son:



Fig. 13

- Edad superior de 60 años siendo hispano.
- Edad superior de 40 años siendo afroamericano.
- Antecedentes familiares de glaucoma.
- Presión intraocular elevada.
- Diabetes, migrañas, presión arterial alta y anemia de células falciformes.
- Córneas delgadas por la parte central.
- Miopía o hipermetropía extrema.
- Administración de medicamentos con corticoides (especialmente colirios) durante un tiempo prolongado.

Existen diferentes tipos de glaucoma, como glaucoma de ángulo abierto, de ángulo cerrado, de tensión normal o pigmentario entre otros.

Enfermedades degenerativas:

- **Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE):**

Trastorno ocular que destruye lentamente la visión central y aguda, lo cual dificulta la lectura y la visualización de detalles finos.

- **Retinopatía diabética (RD):**

Afección del ojo que puede causar pérdida de visión y ceguera en personas con diabetes. Afecta los vasos sanguíneos de la retina (la capa de tejido sensible a la luz en la parte de atrás del ojo).

- **Miopía patológica, magna o degenerativa:**

Se trata de una miopía que supera las 6 dioptrías.

- **Retinosis pigmentaria (RP):**

Deterioro de las células de la retina que acaba provocando la pérdida de visión.

- **Aniridia:**

Ausencia parcial o total del iris.

- **Enfermedad de Stargardt:**

Enfermedad ocular genética poco común que ocurre cuando se acumula materia grasa en la mácula (la parte pequeña de la retina que se necesita para una visión central nítida).

- **Desprendimiento de retina:**

Separación de la retina de su posición normal debido a un desgarro. Puede sucederles a personas de todas las edades pero es más común en personas mayores de 40. Este problema afecta más a los hombres que a las mujeres y a más blancos que afroamericanos.



Según la OMS, la lucha contra las enfermedades infecciosas que generan la ceguera y la evolución demográfica mundial generaron un cambio en el perfil epidemiológico en todo el mundo. Las afecciones oculares, y la deficiencia visual están muy extendidas, y en numerosas ocasiones quedan sin tratar. En el mundo, por lo menos 2.200 millones de personas padecen deficiencia visual, de las cuales 1.000 millones tienen una deficiencia visual que podría haberse evitado de haberse tratado. (OMS, 2020)

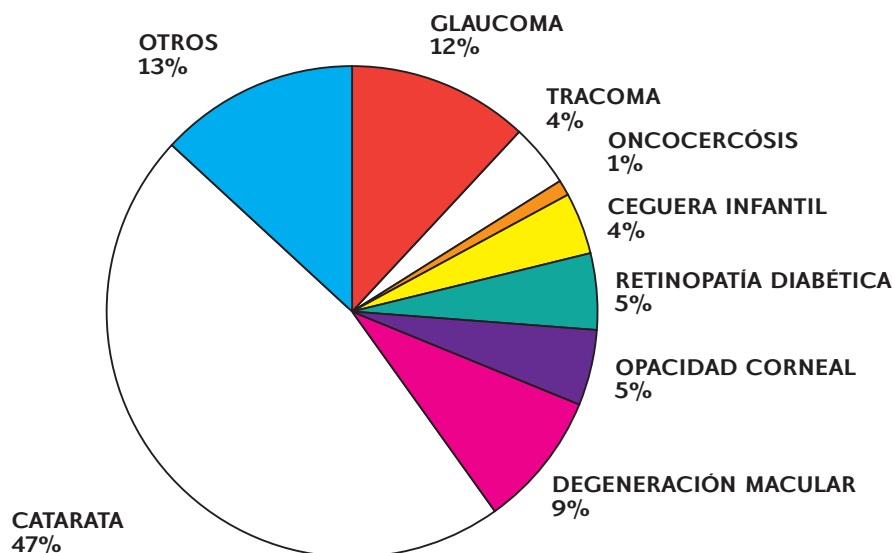


Fig. 14

I. 1.5. DISCAPACIDAD VISUAL A NIVEL MUNDIAL

Las principales causas de ceguera a nivel mundial, como lo son las cataratas (47,8%), que sigue siendo el principal causante de la ceguera a nivel mundial, el glaucoma (12,3%), y otras enfermedades degenerativas tales como la degeneración macular senil (8,7%) y la retinopatía diabética (4,8%).






	Nivel NACIONAL	Nivel INTERNACIONAL
DISCAPACIDAD VISUAL	979.200 	1.300.000.000 
BAJA VISIÓN	920.900 	217.000.000 
CEGUERA ABSOLUTA	58.300 	36.000.000 

Fig. 15

Según un estudio realizado en 2020 por la OMS, los valores de personas con discapacidad visual, baja visión y ceguera absoluta a nivel nacional e internacional fueron los mostrados en la tabla.

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la ceguera y la discapacidad visual se pueden prevenir en aproximadamente el 80% de las personas. Además, los países en vías de desarrollo, con más población mayor y con comunidades rurales cuentan con un mayor número de afectados. Es por ello que resulta necesario conseguir un aumento del acceso de los servicios de atención oftalmológica públicos de las áreas más pobres de cada país, ya que es más frecuente en personas pobres y analfabetas de zonas rurales y marginales que en barrios de mayor clase social.

Si bien es cierto que es necesario realizar mejoras, también lo es reconocer los logros. En las últimas décadas la estrategia SAFE (respaldada por la OMS) ha sido aplicada en más de 30 países, no solo mejorando su atención ocular, sino eliminando en ocho de ellos el tracoma como problema de salud pública.

En 2008, el Instituto Nacional de Estadística (INE) realizó la “Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia” para estimar el número de personas con discapacidad que residen en España. Según esta encuesta, la discapacidad visual se agrupa en cuatro tipos diferentes:

- Incapacidad de percepción de cualquier imagen
- Incapacidad de realización de tareas visuales de conjunto
- Incapacidad de realización de tareas visuales de detalle
- Otros problemas relacionados con la visión.
- Para simplificar los resultados, estas cuatro categorías se simplificaron en dos: ceguera (primer tipo) y baja visión (segundo, tercer y cuarto tipo).



Por comunidades autónomas, se registra una mayor prevalencia de discapacidad visual en Extremadura (3,59%), Castilla La Mancha (3,2%), Castilla y León (2,93%) y Galicia (2,76%). Esto se debe a una mayor proporción de población envejecida, mayor número de usuarios que padecen diabetes, o mejor registro de la enfermedad.

Por sexo, se determina que, hasta los 65 años, la discapacidad visual afecta en mayor manera a los hombres que a las mujeres, mientras que a partir de los 65 años la situación cambia afectando más a las mujeres que a los hombres. (Fideditis, 2021)

I. 2. PERCEPCIÓN Y NEUROPLASTICIDAD

La percepción consiste en la captación de estímulos, mediante los receptores pertinentes para ser procesados e interpretados por el cerebro. Este proceso es realizado por los órganos sensoriales y el sistema nervioso central en forma conjunta.

La **teoría de la Gestalt** es una escuela teórica y experimental alemana surgida en el siglo XX que se enfoca en el estudio de la percepción y su relación con el lenguaje y la cultura. El término “Gestalt” se traduce como “figura” o “forma” y se centra en la idea de que el todo es diferente a la suma de las partes. (Torres, 2015) Para la Gestalt el proceso en el que se produce la percepción se presenta en 3 fases:

- **Detección:** el estímulo es captado por alguno de los órganos sensoriales
- **Transmisión:** los órganos sensoriales transforman la energía proveniente del estímulo en señales electrónicas que son transmitidas como impulso nervioso al cerebro.
- **Procesamiento:** el estímulo llega al cerebro donde es interpretado.

Por otro lado, la neuroplasticidad es la capacidad del sistema nervioso de generar conexiones neuronales con la información que recibe, ya sea un estímulo sensorial, un daño o una amenaza, para ser capaz de generar una reactividad que permite que el tejido nervioso pueda experimentar cambios adaptativos o reorganizacionales en un estado fisiológico con o sin alteración. Pero, ¿cómo son capaces las personas con discapacidad visual de percibir los colores?

- A través del tacto (relacionando rugosidades y texturas con colores).
- A través de olores y sabores (sabor a la fresa es rosa).
- A través de los sonidos (generan emociones que relacionan con colores).
- A través de la descripción emocional que les generan los colores.

La ausencia de la recepción sensorial de uno de los 5 sentidos, en este caso de la vista, no limita las percepciones de los sentidos restantes, sino que mejora sus funciones cognitivas como respuesta a esta ausencia, de acuerdo a un estudio llevado a cabo por investigadores del Massachusetts Eye and Ear (un hospital vinculado con la Universidad de Harvard en EEUU). (Efe, 2017)

Además, existen estudios, como el publicado en la revista PLOS ONE, que describen cómo se generan cambios anatómicos, funcionales e incluso estructurales

en el cerebro de las personas que tienen ceguera absoluta de nacimiento en comparación con personas que cuentan con una visión normal. Y es que la razón por la que estos investigadores llegaban a estas conclusiones se debe a que el cerebro de las personas ciegas se ve obligado a “reconfigurarse” o “reestructurarse” para potenciar y elevar los esfuerzos y las conexiones relacionadas con el gusto, el olfato, el tacto y el oído por la ausencia de la vista, siendo esta “reconfiguración” un proceso relacionado con la plasticidad neuronal o neuroplasticidad. “Incluso en el caso de una ceguera profunda, el cerebro se reconfigura para utilizar la información a su disposición e interactuar así con su ambiente de una manera más eficiente”, recalca Lotfi Merabet, uno de los investigadores.

El tacto es uno de los sentidos más importantes, y aún más para aquellas personas que agudizan sus sentidos ante la falta de otros, como es el caso de los ciegos. El tacto nos sirve para reconocer objetos, formas, texturas, rugosidades, ... y concretamente la lectura de textos en braille se lleva a cabo a través del modo activo del uso del tacto. Este modo activo de lectura se realiza a través de los dedos y requiere mucho tiempo para poder procesar y analizar la información. Se trata de un sistema lento, que impide que el cerebro tenga una sensación visual. Sin embargo, el tacto pasivo permite percibir los objetos de una manera global y en poco tiempo (a penas milisegundos), al igual que la visión. Paul Bach y Rita, unos de los pioneros de la visión táctil, defendía que, para conseguir una visión táctil (“poder ver sin ojos”), hay que pasar del tacto activo (proceso largo, de exploración, que va de las partes al todo a través del movimiento de los dedos) al tacto pasivo (que permite captar las características globales del objeto de manera rápida).

Este proceso de cambio se basa en un sistema de estimulación y un entrenamiento táctil pasivo diario que permita una neuroplasticidad eficiente y duradera. Las investigaciones llevadas a cabo para un estudio en la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, para la revista *Anales Rnrm*, concluyen que la estimulación pasiva táctil repetida a lo largo de periodos extensos de entrenamiento consigue alcanzar una neuroplasticidad estable y permanente que activa las áreas cerebrales visuales. Lo que hace el cerebro es dar un output a través de una experiencia sensorial distinta de la modalidad de salida input. Además, este fenómeno es independiente de la edad de inicio de ceguera.

En 2015, el equipo multidisciplinar del Doctor Tomás Ortiz, profesor de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid, logró desarrollar un sistema y un entrenamiento para permitir a los no videntes recibir información espacial, es decir, visual, a través del tacto pasivo. El tacto pasivo, como se ha comentado anteriormente, permite al invidente centrar su atención sobre algo diferente, en contraposición con el activo, como es el caso del sistema de escritura y de lectura braille.

“Las diferencias entre el tacto activo como el que se realiza en la lectura braille y el pasivo son que el tacto activo toma mucho tiempo, se lleva a cabo en segundos, reconocer primero las partes para llegar al total de lo que se está explorando, mientras que el tacto pasivo toma muy poco tiempo, se lleva a cabo en milisegundos. La información de la imagen, objeto o estímulo espacial se adquiere de forma inmediata al igual que en la imagen visual”, explica el ponente.

El sistema consiste en unas gafas que tienen incorporada una microcámara cuya función es reconocer los estímulos espaciales visuales (incluso a largas distancias), y que a su vez, envía esta información a otro dispositivo táctil, colocado en la palma de la mano, que lo traducirá en contornos y siluetas.

El usuario, a través de un entrenamiento diario y constante, adquirirá la capacidad de poder descifrar la señal táctil que le llega a la palma de la mano, y convertirla en información espacial y visual en su cerebro. Cabe destacar que, en un número importante de casos de personas ciegas con las que se probó y demostró el correcto funcionamiento del sistema, se generaron sensaciones visuales. (Ortiz Alonso, 2020)

I. 3. LOS SENTIDOS

I. 3.1. LA VISTA

La vista juega un papel fundamental en todos los aspectos de nuestra vida, siendo el más dominante de nuestros sentidos. Resulta importante en la interacción social, interpersonal, en la comunicación y en la transmisión de la información, dado que gran parte de esta se transmite a través de señales no verbales, como expresiones faciales o gestos. Desde el nacimiento, la visión resulta clave para la comprensión del medio y el desarrollo del niño, pues permite el reconocimiento visual de los familiares, facilita el desarrollo cognitivo y social y también el crecimiento de las habilidades motoras, la coordinación y el equilibrio. En la etapa de crecimiento, la visión permite el acceso rápido y directo a los materiales educativos, al desarrollo de las habilidades sociales, al fortalecimiento de la autoestima y a la participación de actividades deportivas.

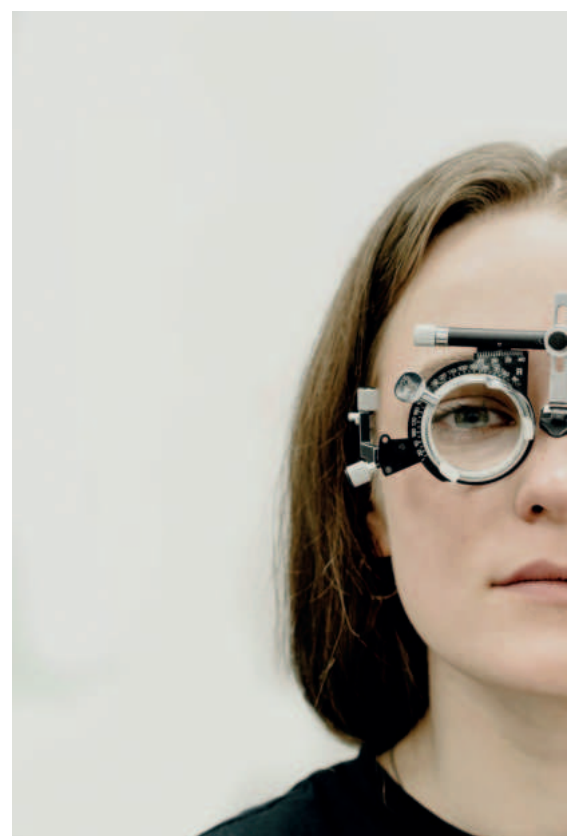


Fig. 16



Fig. 17

“

La vista es una especie de tacto que no se extiende más que a los objetos diferentes de nuestro rostro y alejados de nosotros.

(Pallasmaa, 1996)

”

Se puede decir que la vista resulta clave para el desarrollo físico, mental y de identidad personal y relación con el medio. En la vida adulta, la visión facilita la participación laboral, que forja el sentido de la identidad y de los beneficios económicos. La visión ayuda a mantener una buena salud mental y unos elevados niveles de bienestar, que son más altos entre las personas con buena visión. (OMS, 2020)

La vista es el sentido a través del cual recibimos y sentimos la mayor parte de las experiencias sensoriales que nos rodean. Sin embargo, cuando se carece de la información visual, los sentidos restantes adquieren mayor sensibilidad a la percepción del entorno y el usuario es capaz de entenderlo de igual o similar forma. Una persona invidente es capaz de desarrollar sensaciones auditivas, hápticas, olfativas y gustativas hasta tal nivel de distinguir leves detalles que para una persona vidente pasan completamente desapercibidos. Lo que para una persona vidente es un mundo de colores, perspectivas, luces y sombras, para una persona invidente es un mundo de sonidos, olores, texturas y sabores. La piel se convierte en el sistema sensorial más amplio con el que cuentan y experimentan. De hecho, los investigadores definen actualmente el tacto como un sentido subdividido en: sentido háptico, sentido cinestésico y vestibular, temperatura y dolor.

I. 3.2. EL TACTO

El tacto es el sentido corporal con el que los seres humanos somos capaces de percibir las sensaciones de contacto, de presión y de temperatura. Y el órgano a través del cual experimentamos dichas sensaciones, es la piel.

Nuestra piel cubre todo el cuerpo, y es por eso que es considerada como la mayor superficie receptora. A través de la ligera distorsión de la piel al tocar o ser tocada por un objeto, el tacto llega a darse y a generar unas reacciones sensoriales.

Entre las diferentes capas que conforman la piel, se encuentran los receptores cutáneos. Estos receptores están distribuidos de forma no uniforme a lo largo del cuerpo (es por eso, que algunas partes de nuestro cuerpo cuentan con mayor sensibilidad que otras). Los receptores cutáneos, a través de las diferentes sensaciones cutáneas que reciben diferentes valores de presión, temperatura y dolor, lo que permite al cuerpo humano percibir el entorno en el que se encuentran, las personas que le rodean y generar así una experiencia de vida.

I. 3.2.1. TIPOS DE TACTO

Como se ha definido anteriormente, el **tacto pasivo** es el que se genera al colocar un objeto en contacto directo con la piel y de forma inmóvil, mientras que el **tacto activo** es aquel que se da cuando se realizan movimientos exploratorios a través de la percepción háptica de tal forma que el usuario es capaz de interactuar, explorar y determinar las características que definen un objeto.

I. 3.2.2. SENTIDO HÁPTICO

Se define como la búsqueda activa de información a través de la manos o de movimientos exploratorios. Gracias al sentido háptico podemos percibir características como:

- Vibración
- Textura
- Temperatura
- Sequedad o humedad
- Formas, pendientes o curvas
- Textura (rugosidad, suavidad)
- Peso
- Elasticidad y flexibilidad

I. 3.2.3. ESTRATEGIAS EXPLORATORIAS

Cuando hablamos de una persona invidente, el desarrollo y la importancia que tiene la información que reciben a través del tacto y del sentido háptico es fundamental para su desarrollo y comprensión del medio.

Cuanto más explore una persona invidente con sus manos y su piel (en general), mayor será la capacidad de relacionar objetos y conceptos y entender el mundo que le rodea. Así, podemos afirmar que la cognición y el uso de las manos están vinculados. Las personas invidentes cuentan con diferentes estrategias exploratorias:

» Propiedades sustanciales

- **Temperatura** (contacto estático)

Hablamos de contacto estático cuando un elemento se apoya o toca la mano, mientras que esta se apoya de manera pasiva, es decir, sin buscar amoldarse a la forma del elemento. Cuando se produce esta posición de contacto estático, los flujos térmicos de ambos elementos en contacto pueden circular, en concreto los del objeto sobre la piel.

- **Dureza** (presión)

La generación de un movimiento de “presión” se produce al aplicar una fuerza con componente vertical, también denominada fuerza normal, respecto alguna de las partes de la superficie del objeto. Cuanto mayor sea la dureza de un objeto, menor deformación se producirá como respuesta a la presión.

- **Textura** (movimiento lateral)

El movimiento lateral generado entre la piel y otra superficie al producirse fricción entre ellas, permite la aparición de una vibración sobre la superficie de la piel. El tipo de textura de dicha vibración está relacionado con el tipo de patrón y la forma específica de la piel.

- **Peso** (movimientos de sopesamiento)

Cuando nos referimos a un movimiento de sopesamiento, entendemos que la mano es la única parte que sujeta al otro y lo mantiene, pero sin intentar amoldarse a su forma. La manera en la que esto se produce depende del peso, densidad, tamaño, etc del objeto.

» Propiedades espaciales

- **Tamaño y forma global** (movimiento de cierre)

En un movimiento de cierre, la mano mantiene contacto con tanta parte de la superficie del objeto como es capaz. De hecho, es común observar durante esta ejecución la realización de un conjunto de movimientos de esfuerzos para moldear la mano a la forma que tiene el objeto. De esta manera se puede conseguir información espacial relacionada con el objeto, como el volumen, tamaño y la forma global, aunque se trata de información rápida y poco precisa.

- **Forma concreta** (seguimiento de contornos)

Cuando los dedos se desplazan por los contornos y la superficie del objeto, se produce este tipo de movimiento. A través del uso de las yemas de los dedos para percibir las superficies de los elementos, se maximizan la percepción de los detalles de las formas y la resolución espacial permitida por el sentido del tacto.

I. 3.2.4. SENTIDO CINESTÉSICO Y VESTIBULAR

Cinestesia significa percepción del movimiento, es decir, la cinestesia hace referencia a la sensación del movimiento o de la posición de un elemento estático, todas aquellas sensaciones que provienen de una posición de las partes corporales, sea un movimiento activo o pasivo. Por ello podemos decir que la cinestesia es aquel sistema que proporciona información sobre la posición relativa, el movimiento, o el esfuerzo muscular de las diferentes partes del cuerpo.

Pero, ¿qué importancia guarda con una persona invidente?

El sentido vestibular se encarga de proporcionar la información referente al movimiento y a la orientación. Normalmente, las personas videntes no son conscientes de él porque sus receptores se estimulan de manera poco usual. La percepción vestibular permite conocer la ubicación de las partes de nuestro cuerpo respecto a nuestro propio eje, nuestro propio espacio y los objetos que nos rodean o a los cuales estamos vinculados, y facilita la realización de movimientos necesarios para las actividades en dicho entorno y situación.

I. 3.2.5. LA TEMPERATURA

También conocida como “termocepción”, se trata del sentido que dictamina la percepción del calor y el frío. El cuerpo humano tiene una increíble manera de poder regular su temperatura y tratar de mantener los 37°C (a través de la piel, ante elevadas temperaturas ambiente, el cuerpo reacciona y suda para regular la temperatura). Se considera que la temperatura ambiente idónea para una persona se encuentra en torno a los 22°C.

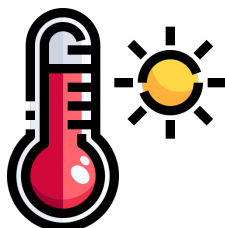


Fig. 18

La sensibilidad a la temperatura varía notablemente en diferentes partes del cuerpo (la frente es especialmente sensible al calor, mientras que el pecho, estómago, hombros y brazos lo son menos). Para las personas invidentes la percepción de la temperatura llega a ser muy importante, puesto que transmite información adicional que le ayuda en el desempeño en su día a día, como en la orientación y en los desplazamientos autónomos y seguros.

I. 3.2.6. EL DOLOR



Fig. 19

A la percepción del dolor se le denomina “nocicepción”. El ser humano cuenta con tres receptores del dolor: los cutáneos (de la piel), los somáticos (articulaciones y huesos), y los viscerales (los referentes a los órganos del cuerpo). El dolor hace mención a la existencia de dos componentes: el sensorial y el emocional. (Hilares Palomino, 2020).

I. 3.3. EL OLFATO

El sentido olfativo es considerado como uno de los más desconocidos debido a la falta de información referente al mismo, a pesar de la importancia que tiene y la información que transmite. El sistema olfativo se encuentra en aquellas superficies del cuerpo que son capaces de captar olores por la presencia de los receptores olfativos (epitelio olfativo).

Cuando hablamos del sistema olfativo en personas invidentes, hablamos de un sentido de suma importancia y complementario que permite transmitir información sobre los lugares, espacios, personas, entornos, etc que rodean a la persona invidente. El sistema olfativo es uno de los que más memoria guardan y más rápido permiten acceder a ella (cuando percibimos un olor de la infancia, el perfume de un familiar, nos transporta inmediatamente a una época, a diferencia de por ejemplo el tacto; podemos tocar un libro de la infancia pero no nos transportará de la misma manera que un aroma). El olfato también nos ayuda a saber dónde nos encontramos o a entender la situación en la que nos encontramos (el olor de una panadería, el olor del humo que nos alerta, las rosas de una floristería de la calle, etc). Las personas invidentes, dada su condición, han desarrollado una sensibilidad olfativa que les permite ser muy sensible a cualquier sensación aromática del entorno, y a través de la identificación de olores son capaces de obtener grandes cantidades de información del entorno y las personas que les rodean. (Hilares Palomino, 2020)

“

*La nariz hace que la mente recuerde;
las ventanas de la nariz
despiertan un espacio
completamente olvidado.*

(Pallasmaa, 1996)

”



Fig. 20

I. 3.4. EL OÍDO



Fig. 21

“

*Oír estructura y articula
la experiencia y la comprensión
del espacio.*

(Pallasmaa, 1996)

”

A lo largo de día somos capaces de percibir numerosos estímulos auditivos que nos dan información sobre el entorno sin la necesidad de acompañarlos de información visual del mismo. Por ejemplo, el sonido del camión de la basura, ir caminando por la calle y pisar una superficie de diferente material, el sonido de los tacones corriendo para llegar a un destino, el sonido de un claxon, o el sonido de la cremallera de la cartera para pagar. Una persona vidente, a pesar de recibir esta información de igual manera que una no vidente, se aferra a los estímulos visuales que recibe para obtener toda esta información. Sin embargo, si nos paramos a percibir el mundo que nos rodea cerrando los ojos, nos daremos cuenta de la cantidad de información que es capaz de recibir nuestro cuerpo sin el uso de la vista.

El oído es capaz de facilitarnos mucha información sobre, por ejemplo, los materiales de los que están fabricados los elementos de nuestro alrededor. Cuando golpeamos por ejemplo una pared, podemos determinar si se trata de un material robusto o frágil, macizo o hueco, liso o rugoso. A diferencia de la vista, el oído es capaz de percibir estas características respecto al entorno. Muchos de los fenómenos auditivos que recibimos están completamente involucrados en la percepción del espacio en el que nos encontramos y la comprensión del mismo. Algunos son:

- Eco reverberación
- Enmascaramiento
- Resonancia
- Localización auditiva

En relación con el sistema auditivo, encontramos la orientación y la movilidad. La orientación es el proceso a través del cual una persona es capaz de determinar su propia ubicación en relación con el entorno y con el propio eje de su cuerpo.

La orientación de los seres humanos está fuertemente relacionada con el sistema auditivo (las direcciones referentes a los términos “arriba”/”abajo”, “delante”/”detrás”, o “izquierda”/”derecha” se representan en los canales semicirculares de nuestro oído interno; el cerebelo asegura la posición de equilibrio corporal y la postura), visual (los ojos se mueven constantemente tratando de explorar y entender el entorno en que se encuentran), y táctil (las articulaciones y los músculos nos informan sobre la posición relativa del cuerpo, cabeza y demás miembros corporales, además de contar con la profunda sensibilidad de nuestra piel o la parte del cuerpo sobre la que nos encontramos apoyamos).

I. 3.4.1. ORIENTACIÓN DE UNA PERSONA INVIDENTE



Fig. 22

Para una persona vidente puede resultar incluso imposible entender la manera en la que los ciegos son capaces de orientarse en el espacio, sobre todo sabiendo que uno de los sistemas fundamentales para ello está ausente.

Las personas invidentes se orientan en el espacio midiendo las distancias respecto a los obstáculos de su alrededor a través de sonidos emitidos y el rastreo del eco que generan estos sonidos. Esta técnica, también utilizada con frecuencia por delfines y murciélagos, les permite conocer las distancias respecto de las que se encuentran a través del eco. Cuando los ciegos perciben los ecos de un chasquido, por ejemplo, se activa inmediatamente la corteza visual, es decir, la parte del cerebro que se encarga de comprender la información visual de las personas que pueden ver.

Cabe destacar, que hay personas invidentes que están acostumbradas a moverse con la ayuda de una ecosonda, de manera que son capaces de reconocer estructuras, superficies e incluso objetos además de distancias, cuando caminan. Las esquinas y aristas con ángulos redondeados, por ejemplo, generan un eco distinto; de esta manera son capaces de comprender con gran precisión el entorno sin obtener una imagen visual del mismo. (Hilares Palomino, 2020)

I. 4. LA ONCE

La Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) es una corporación de derecho público de carácter social sin ánimo de lucro que tiene el propósito fundamental de mejorar la calidad de vida de las personas ciegas, personas con resto visual y personas con discapacidad de toda España.

El principal objetivo de la ONCE es la mejora de la calidad de vida de las personas, o bien con discapacidad visual grave, o bien con ceguera absoluta. Ofrecen una amplia variedad de servicios sociales que potencian la inclusión social de este colectivo de manera absoluta. Gracias a esta organización, y a la amplia red de profesionales que en ella trabajan, logran ayudar a más de 70 mil personas, de todas las edades, impulsando así su autonomía personal. Trabajan en multitud de ámbitos, tales como educación, tecnologías, ocio y cultura, deporte, empleo, rehabilitación, comunicación, ..., siempre con una atención especializada, específica y profesional.



Fig. 23

I. 4.1. TECNOLOGÍAS PARA INVIDENTES

Existe un fuerte pensamiento sobre la imposibilidad de las personas ciegas al contenido tecnológico, que se transforma en un riesgo de exclusión y en la aparición de nuevas barreras que marginan a las personas con discapacidad visual. Así aparece la Tiflotecnología, el estudio y análisis del impacto que generan las nuevas tecnologías sobre las personas con discapacidad visual grave. La ONCE ofrece el aprendizaje de un conjunto de tecnologías adaptadas a estos usuarios de forma accesible y facilitando el desarrollo en todos los ámbitos de su vida diaria y educación cultural.



Fig. 24

Fig. 25



I. 4.2. RECURSOS TÉCNICOS ADAPTADOS

La ONCE dispone de un Servicio bibliográfico (Biblioteca SBO) con miles de obras adaptadas en braille para facilitar el acceso a la información en cualquier ámbito (educativo, laboral, cultural, etc). (ONCE, 2024)

I. 4.2.1. CULTURA Y OCIO

Desde la ONCE trabajan por alcanzar la accesibilidad de todas las personas a espectáculos, cine, música, arte e incluso videojuegos, promoviendo talleres que incentiven el contacto de los discapacitados visuales con el ocio, la cultura y el arte. Con el programa de acceso al Patrimonio cultural y natural, adaptan, por ejemplo, obras de arte para poder ofrecerles el contacto directo con los objetos (para la percepción a través del tacto) y la conservación de los materiales.

Además, la toma de contacto adaptada a las artes plásticas ha generado interés en muchos usuarios y les ha posibilitado a los artistas ciegos a expresarse a través de colores, texturas, materiales y calidades diferentes. De hecho, muchos de ellos han acabado dedicándose a estas actividades de manera profesional, organizando exposiciones anuales y difundiendo sus obras para mostrar sus expresiones artísticas.



Fig. 26

I. 4.2.2. PATRIMONIO CULTURAL Y NATURAL

En la ONCE existe también un programa que facilita el acceso al disfrute del patrimonio cultural y natural. De esta manera, permiten que la discapacidad visual no suponga una barrera en este tipo de actividades y del uso del tiempo libre.

Para ello, se llevan a cabo actuaciones adaptadas y orientadas a estos usuarios de tal forma que puedan tener un contacto directo con los objetos y elementos (facilitándoles su exploración a través del tacto), y a la vez tengan en cuenta la conservación de dichos materiales. Desde la ONCE, se estudian y valoran las medidas adecuadas a tomar en estas actividades, y elaboran colaboraciones con instituciones y centros que facilitan el desarrollo de las mismas.

A pesar de ello, se pueden mejorar muchos aspectos en este sentido, como la sistematización color-textura para una comprensión más inmediata y fácil, objetivo del presente trabajo.

El proyecto de investigación en el que se enmarca este TFG tiene un convenio firmado con la ONCE para facilitar, a través de la experimentación y el aprendizaje continuado, la inclusión de mejoras en el acceso a la cultura.

I. 4.2.3. PROMOCIÓN ARTÍSTICA

Existen también actividades para quienes actúan, hacen música o prefieren las artes plásticas. Cabe destacar que desde la ONCE se ayuda y promociona a artistas profesionales con discapacidad visual. España ha sido un país que ha dado a conocer grandes nombres de músicos con discapacidad visual en la historia, tales como Cabezón, Salinas, Joaquín Rodrigo, Rodríguez Albert, o Tete Montoliu entre otros.

Actualmente, la inclusión de las personas invidentes no solo se aplica a las artes musicales; también en las formas plásticas se ha posibilitado a estos usuarios a que se expresen a través de formas, colores, texturas y calidades.

A raíz de las actividades que la ONCE facilita en el campo de las artes, muchos de ellos han tenido la oportunidad de dedicarse de manera profesional, organizando conciertos, exposiciones y obras de teatro, e incluso consiguiendo financiación para la grabación de discos. (ONCE, 2024).



Fig. 27

I. 5. GLOSARIO SOBRE DISCAPACIDAD VISUAL

A lo largo de la historia las referencias a personas con discapacidad visual han sido poco apropiadas e incluso ofensivas no solo en nuestro país, sino en todo el mundo. Es por eso que se ha desarrollado una terminología apropiada para facilitar la comunicación, inclusión, acceso y transferencia del conocimiento y de la información a través del uso de la lengua, en el ámbito nacional e internacional. Para la elaboración de dicho glosario, se acudió al acompañamiento de un profesional de la ONCE en cada campo de la ceguera, de tal forma que actuase como revisor técnico de aquellos términos específicos en su área y realidad de trabajo. Como resultado la ONCE pone a disposición de cualquier usuario un glosario de la terminología de la discapacidad visual. De toda la gran cantidad de términos incluidos en él, se han desatacado los siguientes:
(Cebrián de Miguel, 2003)

- **Accesibilidad:**

Cualidad de accesible de la persona o cosa a la que se puede acceder o llegar.

- **Adaptabilidad:**

Capacidad física y espacial de las viviendas o áreas de uso individual de ser fácilmente remodeladas en caso de necesidad de adaptación del entorno construido (hogar y lugar de trabajo) a las nuevas situaciones vitales de los distintos sujetos.

- **Braille:**

Sistema de lecto-escritura para uso de las personas ciegas y deficientes visuales, ideado por Louis Braille, en el que los signos están formados por combinaciones de puntos. El signo generador del sistema consta de dos columnas verticales de tres puntos en relieve cada una, ordenados en tres pares horizontales superpuestos. Tal sistema hace posible, por combinación de puntos, formar hasta 63 símbolos distintos.

Una variante del signo es la del generador de 8 puntos. En la actualidad es de uso frecuente en informática, pero su origen lo tiene en el siglo pasado en España en donde el músico ciego Gabriel Abreu creó un sistema musical en relieve con 8 puntos, conocido hoy como Sistema Abreu, en honor a su inventor.

El braille se lee con la yema de los dedos índice de una o de las dos manos. La velocidad media de lectura con una sola mano es de unas 104 palabras por minuto, mientras que los lectores ambidextros más expertos alcanzan una velocidad de hasta 200 o más palabras por minuto.

- **Ceguera:**

En términos genéricos, la ausencia total de visión o de simple percepción lumínica en uno o ambos ojos. No obstante, la OMS establece tres grados de deficiencia: ceguera profunda (visión profundamente disminuida o ceguera moderada que permite contar los dedos de una mano a menos de 3 m. de distancia); ceguera casi total (ceguera grave o casi total que sólo permite contar los dedos a 1 m. o menos de distancia, o movimientos de la mano, o percepción de luz); ceguera total (no hay percepción de luz).

- **Ceguera parcial:**

Discapacidad visual que implica existencia de un resto visual que permite orientación a la luz y percepción de masas, por lo que facilita el desplazamiento pero no es útil para realizar actividades escolares o profesionales. Algunos autores angloparlantes utilizan este término como sinónimo de baja visión y de deficiencia visual.

- **Ceguera total:**

Ausencia total de percepción de luz.

- **ONCE - Organización Nacional de Ciegos Españoles:**

Organización española autogestionada por las propias personas con ceguera y deficiencia visual, pero sometida al protectorado del Estado español, a la que pertenecen como miembros la mayoría de los discapacitados visuales españoles que cumplen los requisitos establecidos por la ONCE para su afiliación. Sus estatutos la definen como: «Corporación de derecho público, de carácter social, a la que pueden pertenecer como afiliados los deficientes visuales españoles, admitidos estatutoriamente en ella»; su actividad se extiende a todo el territorio del Estado español, con «funciones privativas y funciones delegadas de las Administraciones Públicas». Pese a su denominación, mantenida por motivos históricos obvios, actualmente el número de afiliados con ceguera total es proporcionalmente inferior al de personas con algún resto visual útil. Entre los servicios que presta a sus afiliados figuran también los diseñados para atender a las necesidades de personas con distintas deficiencias adicionales o asociadas a la discapacidad visual.

- **Percepción espacial:**

Percepción de la posición relativa de las cosas en relación con el espacio.

- **Percepción háptica:**

Percepción del volumen, forma de los objetos, etc. a través de la información sensorial propioceptiva y táctil obtenida por el sujeto de forma prepositiva.



MARCO TEÓRICO



ESTADO DEL ARTE



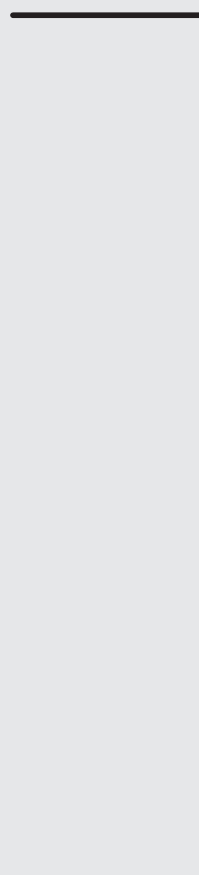
MARCO EXPERIMENTAL



DISEÑO FINAL



II. 1. EL COLOR



II. 1.1. LA COMPRENSIÓN DE LOS COLORES PARA UNA PERSONA INVIDENTE

En 2021 se publicó un estudio de referencia sobre cómo las personas ciegas perciben el color y pueden entenderlo como cualquier persona vidente y demuestra que los ciegos congénitos y los videntes son capaces de entender y comprender el color de una forma bastante similar, cuestionando así la creencia del filósofo John Locke, que afirmaba que las personas ciegas de nacimiento no son capaces de comprender el color como realmente es. (Díaz, 2021).

Fig. 28



El estudio fue realizado por un equipo de neurocientíficos cognitivos de la Universidad Johns Hopkins, en Estados Unidos. Llevaron a cabo un experimento para comprobar si realmente los ciegos eran capaces de comprender los colores tal y como puede hacerlo alguien que sí que ve. En la primera fase del experimento preguntaron por el color que tenían objetos conocidos (elementos naturales como frutas, piedras o plantas, y artificiales como útiles de papelería, billetes o señales de tráfico) a dos grupos de adultos: uno de adultos con ceguera, y el otro con visión normal.

Los resultados de esta primera fase del estudio resultaron sorprendentes para el equipo, pues el razonamiento llevado a cabo por los invidentes para deducir el color de cada elemento mostrado daba como resultado el mismo color que los videntes daban como respuesta. Además, tanto las personas invidentes como las videntes mostraron la misma comprensión de deducción de los colores a la hora de explicar por qué afirmaban cada respuesta.

Todos los participantes videntes afirmaron que eran blancos, razonando que era para camuflarse en la nieve, mientras que varios participantes ciegos afirmaron que eran negros para que el animal fuese capaz de absorber y mantener el calor dadas las frías y bajas temperaturas de su hábitat natural. Los individuos dieron una explicación coherente y razonable sobre la elección de su color, incluso cuando no coinciden con la respuesta real.

Para la segunda fase de estudio, se utilizaron elementos novedosos, y en la última fase preguntaban la justificación o razonamiento sobre el color del objeto. Tras varias fases de diversos experimentos, concluyeron que tanto los ciegos como los videntes emitían juicios basándose en el conocimiento del color y en una coherencia y no en una memorización de los colores. Las personas ciegas, a pesar de no haber visto nunca animales, son capaces de elaborar ideas y descripciones sobre su apariencia basándose en la comprensión del propio animal, sus características y por qué pueden tener ese aspecto según su hábitat, su alimentación (carnívoros, herbívoros, omnívoros,...) o según el grupo en el que se encuentre (mamíferos, reptiles, aves,...). (Salvatori, 2019)

Con estos estudios, los investigadores afirmaron que la percepción de los colores para una persona ciega no se basa en la memorización de los colores, sino en la comprensión de la realidad asociando determinadas características a los colores. Afirmaron también que, para entender cómo se gestiona realmente el conocimiento del color en el cerebro, se debe trabajar con niños ciegos para aprender y entender cómo adquieren esa comprensión sin tomar las referencias visuales que cualquier vidente percibiría. Sabiendo esto, se plantean muchas cuestiones entorno a los invidentes, ¿cómo es posible que representen los colores? ¿cómo funciona el cerebro al no recibir estímulos visuales y dónde almacena esta información?

Existen estudios de imagen cerebral que demuestran que las zonas que se activan cuando alguien ve un color son las mismas que se activan cuando se piensa en él (cerrando los ojos). (Young, 2019)

Y es que podemos mantener una conversación con una persona invidente y no ser capaces de identificar que su experiencia o aprendizaje de un color, por ejemplo el rojo, es distinta a la nuestra. Y no somos capaces de darnos cuenta porque ellos realmente comprenden el color, su significado y son capaces de identificar elementos que visualmente sean de ese color, pero ¿cómo logran realmente entender algo que no han visto? Partimos de la base de que las personas videntes construyen el significado y experiencia de un color basándose en la experiencia visual que tienen con él, y por ello, cuesta comprender cómo alguien que carece de esa experiencia pueda entenderlo e identificarlo de la misma manera que nosotros.

Para poder comprender esto, debemos pensar en otro tipo de conceptos que no somos capaces de asociar con ninguna característica sensorial visual, pero que somos capaces de comprender perfectamente. Por ejemplo, el término “justicia”. ¿Acaso somos capaces de asociarlo con un estímulo visual concreto? Pero conocemos su significado. ¿Por qué? Porque somos capaces de entender y comprender conceptos y aprenderlos a través del uso del lenguaje. Podemos identificar situaciones “justas” y a su vez, situaciones “injustas”, pero no hemos memorizado ningún patrón que defina la “justicia” para poder identificarla, sino que a través del lenguaje hemos aprendido y entendido el concepto y su significado. (Salvatori, 2019)

A través de imágenes por resonancia magnética funcional (fMRI o RMf) (un procedimiento clínico utilizado especialmente en proyectos de investigación que muestra a través de imágenes, qué zonas cerebrales se activan al ejecutar una tarea determinada), una investigación de la Universidad de Harvard llevada a cabo por Ella Striueam-Amit y Alfonso Caramazza, monitorizó la actividad cerebral de pacientes (tanto ciegos como invidentes) mientras escuchaban diferentes tipos de palabras. Estas palabras eran tanto conceptos familiares asociados a experiencias personales que ambos grupos pueden percibir (como por ejemplo “taza”), conceptos visuales que son imperceptibles para las personas ciegas (por ejemplo “azul” o “arco iris”), y conceptos abstractos que carecían de estímulos sensoriales (como por ejemplo “libertad” o “justicia”). (Striem-Amit et al., 2018)



“Podrías estar hablando con una persona ciega, y si no supieras que es ciego, nunca sospecharías que su experiencia del rojo es diferente a la tuya, porque en realidad sí sabe lo que significa el rojo”, argumenta Alfonso Caramazza en Universidad de Harvard, EE. UU., autor principal del artículo. “Ellos saben lo que significa de la misma manera que tú sabes lo que significa la justicia”. Es decir, escuchando y leyendo sobre “rojo”. (Salvatori, 2019)

Los resultados se enfocaron especialmente en el Lóbulo Temporal del cerebro, ya que es una de las zonas del mismo más importantes por contener los sistemas de comprensión del habla. Se encarga de descifrar la información que recibe el cerebro a través de estímulos auditivos (como la música o el habla), es decir, procesar y comprender la información de audio y trabajar la memoria auditiva del individuo.

Los conceptos relacionados con experiencias sensoriales mostraban el trabajo del Lóbulo Temporal Medial Anterior (ATL), mientras que los conceptos abstractos eran procesados en el lóbulo temporal anterior dorsolateral. Y es que cuando se analizaron los resultados y las zonas del cerebro que se encargaban de comprender los estímulos de las representaciones del dolor, en las personas videntes se producía la actividad en el Lóbulo temporal medial anterior, mientras que en las personas ciegas se producía en el Lóbulo Temporal Dorsolateral. Es decir, lo que para una persona vidente se representa en diferentes regiones del cerebro (los conceptos sensoriales en la zona anterior, y los conceptos abstractos en la zona dorsolateral) para las personas invidentes se representa en la misma región: en la dorsolateral, pues para ellos todos son conceptos abstractos.



Fig. 29

De esta manera se corrobora que a pesar de no experimentar ningún tipo de experiencia visual con los colores, las personas invidentes son capaces de entender y representar en su mente los colores gracias al lenguaje. De hecho, los invidentes de nacimiento cuentan con una gran información sobre los colores y son capaces de comprenderlos de la misma forma que una persona que ha sido capaz de verlos y visualizarlos. De hecho, hay trabajos que demuestran que, por ejemplo, un invidente sabe que el naranja tiene mayor parecido con el rojo o con el amarillo que con el morado o el azul.

“Aunque las personas ciegas carecen de la experiencia sensorial del color, pueden, gracias al lenguaje, formar conceptos de color ricos y precisos”, señala Caramazza. Es por ello que se concluye que una persona ciega de nacimiento puede entender e identificar los colores sin verlos de la misma manera en que una persona vidente entiende conceptos abstractos como “justicia” o “libertad” aunque nunca los haya visto.

II. 1.2. EL APRENDIZAJE DE LOS COLORES PARA UNA PERSONA INVIDENTE

Conviene recordar los diferentes tipos de ceguera, puesto que el proceso de aprendizaje de un color para alguien que nunca ha visto será distinto al de una persona que en algún momento de su vida fue capaz de experimentar estímulos visuales, aunque ahora no sea así, y cuente con conocimiento previo de los colores. Siendo conscientes de esta diferencia determinante, podemos definir a grandes rasgos dos tipos de discapacidad visual:

1. **Ceguera total:** ausencia absoluta de la percepción visual.
2. **Disminución visual:** pérdida de visión pero que cuenta con cierto grado de percepción mínima de la luz.



Fig. 30

Cabe destacar que las personas con disminución visual, a pesar de ser capaces de percibir ligeramente la luz, cuentan con un campo de visión reducido, con contornos poco definidos y un elevado predominio de sombras, de tal manera que a pesar de recibir información visual, esta no es completa. Partiendo de esta base, existen diferentes estrategias para llevar a cabo la tarea de aprendizaje de los niños ciegos.

II. 1.2.1. ESTRATEGIAS EN EL APRENDIZAJE DE LOS COLORES PARA NIÑOS INVIDENTES

A lo largo del proceso de aprendizaje de los colores con niños invidentes, los docentes han desarrollado múltiples técnicas para poder facilitar lo máximo posible esta tarea. Algunas de las estrategias más utilizadas son las siguientes:

- » **El uso de texturas y materiales táctiles:**
La percepción de los elementos a través del tacto es fundamental para la comprensión de los elementos de una persona ciega, además de uno de los métodos más efectivos. A través de diferentes texturas, se enseña a los niños a asociar una textura con una sensación, y es esta sensación la que más tarde se asocia a la determinación de un color.

- » **La asociación de los colores con elementos cotidianos:**
La introducción de los elementos cotidianos y su asociación con los colores es uno de los procedimientos básicos para los niños invidentes. Una vez que sean capaces de reconocer estos elementos, se procede a la asociación de los mismos con los colores, facilitando así su aprendizaje.

- » **La inclusión de juegos y actividades lúdicas (para amenizar el proceso):**
Cualquier proceso de aprendizaje con niños, si cuenta con un carácter lúdico o algún tipo de juego, siempre hará el proceso más ameno y divertido para ellos. Uno de los juegos que utilizan algunos educadores para enseñar los colores a los niños con ceguera es “Simón dice”.

- » **Adaptación de las metodologías de enseñanza:**
Los educadores especializados en salud visual deben hacer modificaciones en la metodología de enseñanza acorde a las necesidades de los niños ciegos. Dado que este colectivo aprende los elementos visuales como si de conceptos abstractos se tratase, se debe incidir en el uso de descripciones verbales completas y detalladas sobre cualquier elemento o concepto visual que se trate.

- » **Colaboración de enseñanza de conceptos entre familia y educadores:**
Es fundamental la colaboración por ambas partes, puesto que si en el centro escolar se comienza la asociación entre un objeto con un color, y en el ámbito familiar se utiliza otro objeto para esta misma asociación, el proceso de aprendizaje para el niño invidente será mucho más complicado y tedioso.

“Una manera de lograr esa enseñanza-aprendizaje, es que los niños que presentan ceguera o debilidad visual grave de nacimiento, asocien los colores con las frutas, para darle una tonalidad a los objetos”; según lo establece el autor de esta metodología, el Dr. Ignacio Santiesteban Niebla, doctor en Educación y Diversidad (México). (Anguiano, 2020)

La manera en la que un niño comienza a entender los colores se basa, en primer lugar, en la percepción de un color a través del tacto, la textura e incluso la temperatura. Una vez percibidos estos estímulos, se asocian a diferentes sensaciones y emociones, que más adelante relacionarán con un color. De esta manera, podemos resumir la experiencia de aprendizaje como:



Fig. 31

Cuando a una persona vidente se le dice que el color es lo que los ojos perciben, es decir, lo que la retina capta entre la luz y la manera en la que se proyecta el objeto que uno está mirando, entendemos que es una descripción prácticamente visual. Y es por eso que es tan importante que el ciego tenga el concepto y la información que lo visual aporta a las personas que ve: por qué el color es una característica de los objetos, la densidad, la textura o la temperatura que pueden tener los colores. Podemos afirmar que si hablamos de frío o caliente, blando o rígido, rugoso o suave, estamos hablando de características principales que permiten definir los colores a través del lenguaje. Definir a través de las características el objeto que queremos describir.

II. 1.3. MÉTODOS DE ADAPTACIÓN DEL COLOR A LA DISCAPACIDAD VISUAL

II. 1.3.1. SISTEMA CONSTANZ

El sistema Constanz “Lenguaje del Color para Ciegos” fue creado por Constanza Bonilla Monroy con el objetivo de lograr que una persona ciega pueda experimentar lo que siempre ha estado prohibido tocar: las obras plásticas. La colombiana patentó un código para que personas ciegas sientan el color. Tutto, la empresa multinacional de moda que ofrece gran variedad de maletines, mochilas, bolsos y ropa entre otros, es la primera empresa que lo implementa en sus productos. (Home Constanz, s/f)

Utiliza material didáctico, práctico, visual y tangible del lenguaje del color, basándose en la codificación de los tres colores primarios, y en la relación entre el movimiento, la forma y el color.

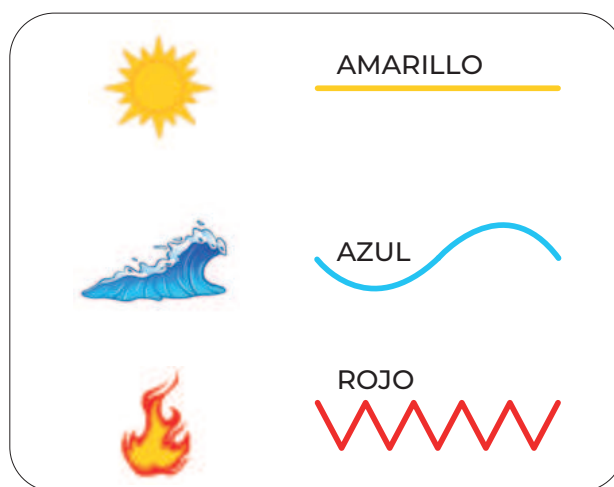


Fig. 32

“El sistema es como un Braille pero del color, en donde cada color primario tiene un código, siendo el amarillo el que se identifica con una línea recta en relieve, el azul con una línea ondulada y el rojo con picos”, explicaba la experta colombiana.

El Sistema Constanz está inspirado en los colores y elementos de la naturaleza. Identifica el amarillo con una línea recta en relieve (por la relación en la que los rayos del sol actúan directamente sobre la tierra), el azul con una línea ondulada (que busca la representación curvada de las olas del mar cuando el agua fluye) y el rojo con una línea en zigzag (haciendo alusión a la forma irregular del movimiento del fuego).

El blanco y el negro son, respectivamente, un aro y un punto. En base a estos 5 colores, y con figuras en relieve, se pueden formar todos los pertenecientes al círculo cromático. A partir de ellos, aparecen los códigos de los secundarios, como el verde (al combinar azul y amarillo), el naranja (combinando el rojo y el amarillo) y el morado (combinando el azul con el rojo).

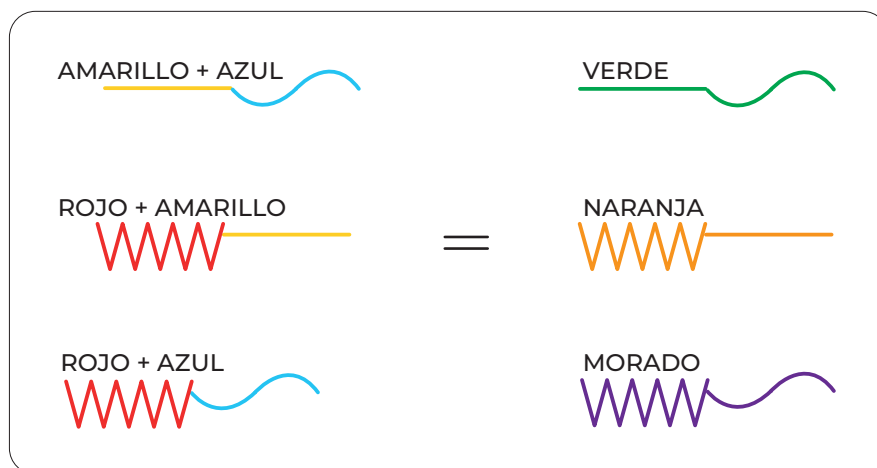


Fig. 33



Fig. 34



Fig. 35

El sistema Constanz es un lenguaje universal que, al ser percibido a través del tacto, puede comprenderse y aprenderse independientemente del idioma del usuario. Gracias a su sencilla estructura, no supone un obstáculo para la comprensión de los niños con discapacidad visual de nacimiento. Cuenta con una forma de aprendizaje didáctica y estimulante tanto para alguien ciego como vidente.

II. 1.3.2. SISTEMA FEELIPA

Se trata de un sistema de identificación de colores diseñado para las personas con discapacidad visual con el fin de facilitar y mejorar la comprensión del mundo que les rodea. (Feelipa Color Code, s/f). Se trata de un método:

- Simple y universal.
- Está asociado a las formas geométricas simples: el círculo, el cuadrado y el triángulo.
- El código se puede reconocer independientemente del idioma.
- Se basa en la mezcla de colores, utilizando los primarios; rojo, amarillo y azul.
- Lectura fácil y legible al representarse los códigos en relieve.
- Fácilmente reconocible; independientemente de sus dimensiones.

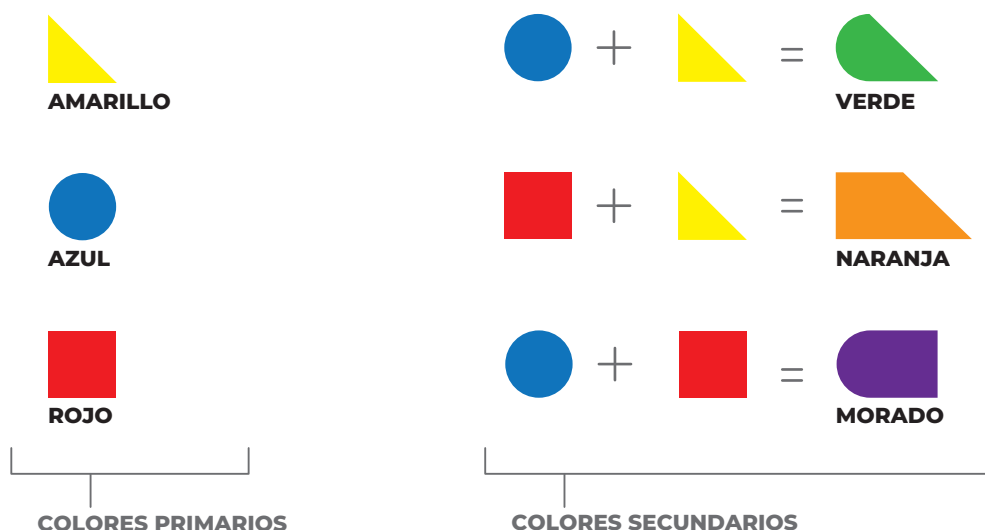


Fig. 36

Feelipa es un código de colores simple, fácil de memorizar y universal, al estar asociado a formas geométricas mundialmente reconocidas. Al presentarse en relieve, permite a todas las personas su correcta identificación. Su lema es “Porque el color es para todos”.

El método fue creado en 2009 por Filipa Nogueira Pires, quien inició una investigación con el fin de facilitar la accesibilidad del color al mayor número de personas con algún tipo de discapacidad visual. La investigación para la elaboración del proyecto se realizó en el Master en Diseño de Producto de la FAUTL, y se colaboró con el Centro Helen Keller, una escuela de integración de alumnos con dificultades visuales. Gracias a los meses de pruebas y desarrollo del proyecto en contacto con niños con discapacidad visual fue posible perfeccionar y validar este código del color. Cabe destacar que el esquema de relación entre las figuras geométricas relacionadas con cada color primario está basado en el esquema de Vassily Kandinsky elaborado en la Bauhaus (figura 1).

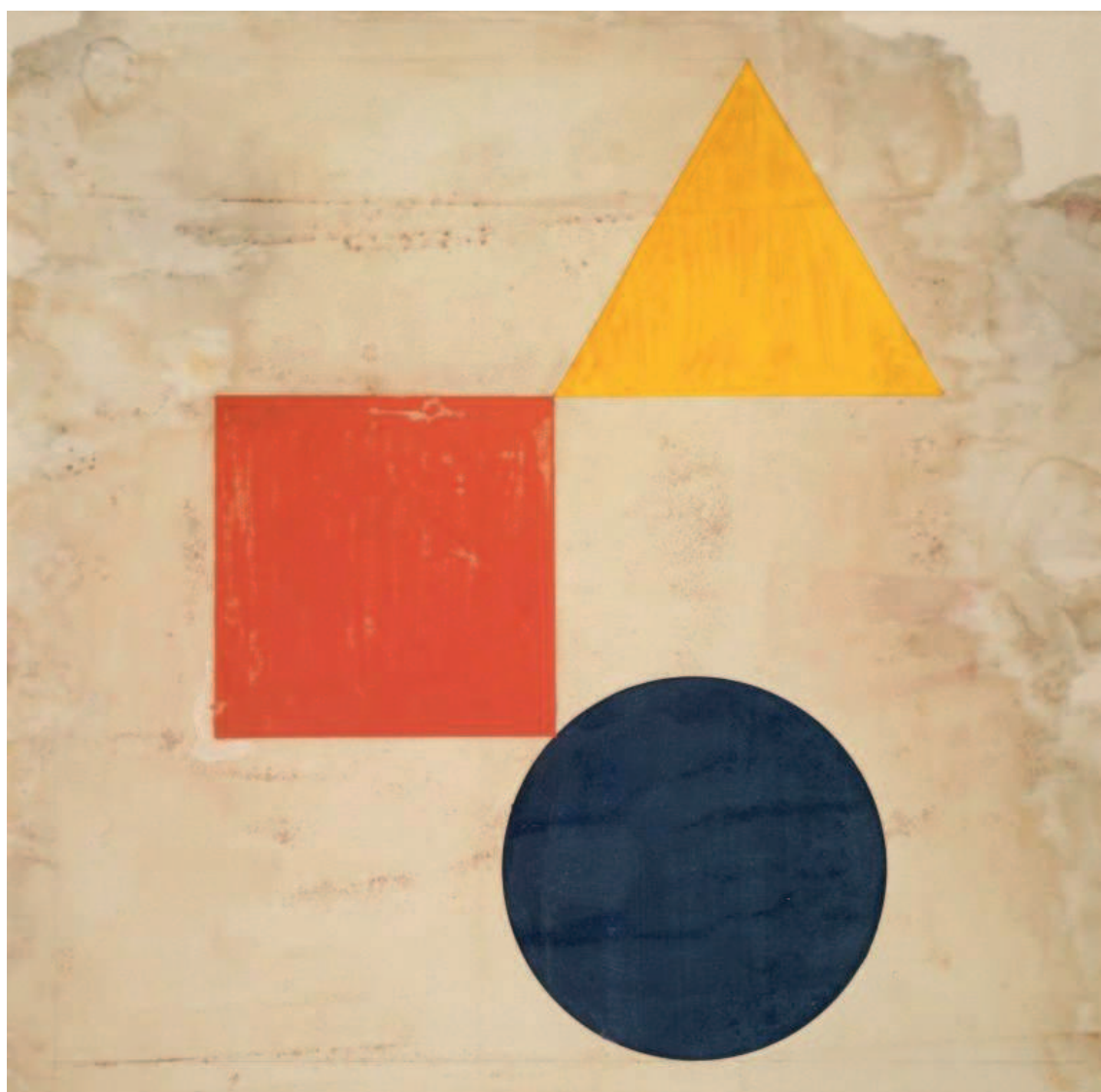


Fig. 37



Fig. 38

II. 1.3.3. AROMARTE

Más allá de los sistemas de adaptación de los colores, también podemos encontrar los sistemas de adaptación del arte. Y es que cuando hablamos de la adaptación del arte plástico o de la pintura a los ciegos, hablamos de “pintura sensorial”. Es decir, algo así como hacer visible lo abstracto. Marcela Cozzo, artista, ingeniera química y empresaria, trabaja como directora de Meycolor con el arte visual. Para ella, la pintura artística es una herramienta de expresión más también para las personas ciegas. Con esta mentalidad, elabora un proyecto que, a través de los aromas y las texturas, busca acercar el arte y el color a las personas con ceguera absoluta de nacimiento: “Aromarte”. Se trata de un proyecto que busca, como ella misma describe: “ver desde el alma”; lograr que una persona con discapacidad visual pueda pintar y expresarse a través del arte con absoluta normalidad. Dada la deficiencia de estímulos conseguidos a través de la vista, potencia su expresión en el arte a través del olor y el tacto. Al final, se trata de un proyecto que va más allá, abarcando aspectos a nivel terapéutico, psicológico e incluso pedagógico.

Fig. 39



En el proceso de elaboración de este proyecto, se busca la máxima adaptación de las condiciones a las personas que están pintando. Por ejemplo, si mientras pintan golpean un frasco y se derrama la pintura, ¿qué sucedería? O si la pintura se dispone en frasco de boca estrecha, ¿serán capaces de percibir su olor?.

Estudiando estas posibles situaciones, diseñan pinturas de textura más espesa, y con bocas más anchas en sus aplicadores. De esta forma, buscan adaptar al máximo el proceso de pintar para facilitar así la tarea a los usuarios con ceguera.

II. 1.4. TEORÍAS DEL COLOR

II. 1.4.1. PSICOLOGÍA DEL COLOR

¿Cómo le explicarías a una persona completamente ciega de qué color es tu mochila roja? Sabiendo que las personas ciegas aprenden los colores y sobre los colores a través del lenguaje, y experimentando a través del tacto, las texturas, los olores, y las sensaciones que les provocan, la mejor manera de hacerle entender un color es entendiendo las asociaciones de cada color con las emociones y con las percepciones que asociamos a cada color.

La psicología del color estudia la manera en la que percibimos y nos comportamos ante diferentes colores, las emociones que nos suscitan y el significado y la manera en la que los interpretamos. Cabe destacar la importancia de las variaciones en estas interpretaciones en función de la cultura, aspectos sociales, políticos, etc. Pero a pesar de ello, podemos asociar claramente los colores a determinadas emociones que pueden influenciar no solo el estado físico de una persona sino también el estado mental.

Fig. 40



Pero, ¿por qué influyen los colores de esta manera en nuestra mentalidad y en nuestro comportamiento? Si nos referimos a aspectos biológicos, la psicología del color va más allá de los seres humanos; podemos apreciarla en la naturaleza, cómo influyen los colores en el comportamiento de muchos animales, etc. Por ejemplo, algunos reptiles ahuyentan a sus depredadores mostrando su lengua de color azul oscuro ya que, para el resto de especies, ese color implica enfermedad. Volviendo a los seres humanos, cabe destacar que el *homo Sapiens* es una especie con gran capacidad visual que tiene facilidad para percibir un amplio abanico de colores (a diferencia de otros mamíferos como los perros o los gatos, que ven menos colores y con menor intensidad).

Entendiendo que los colores son capaces de generar emociones en nosotros, podemos observar estas reacciones en nuestra vida cotidiana. Es muy común hablar de los colores cálidos, por ejemplo, para referirnos a espacios confortables, en los que se está a gusto y tranquilo y que invitan a entrar (emociones positivas), mientras que los colores fríos incitan mayor formalismo y frialdad, distancia e incluso enfado (emociones negativas).

Pero, ¿qué nos transmite generalmente cada color? La psicología del color estudia y analiza el efecto que tiene el color en la percepción y conducta humana.

A pesar de que desde un punto de vista puramente médico, se trata de una corriente de la psicología contemporánea, en su sentido más amplio este estudio de la percepción de los colores constituye una base referente en disciplinas como la moda, el diseño, la arquitectura, la publicidad o el arte. Realmente no existe una única figura en la historia que fundase o desarrollase esta teoría; sin embargo, diferentes estudios a lo largo de la historia han ido construyendo y perfeccionándola.

Nos remontamos a sus primeros estudios de la mano de Aristóteles, quien describió los colores básicos en relación con la tierra, el agua, el cielo y el fuego. Más tarde, en el siglo XIII, Roger Bacon publicó sus observaciones en relación a la manera en la que la luz atraviesa un prisma y muestra un abanico de colores, relacionando este fenómeno a las propiedades de la propia materia. Leonardo da Vinci clasificaría más adelante como colores básicos el verde, azul, amarillo y rojo, de acuerdo a las categorías establecidas años antes por Aristóteles. También definió el blanco como un color receptor de los demás colores y al negro como su ausencia. A comienzos del siglo XVIII, Newton desarrollaría los fundamentos de la teoría lumínica del color. Pero no fue hasta la llegada del poeta y científico alemán Johann Wolfgang von Goethe a mediados del siglo XVIII, que se completaría aún más la teoría del color. Goethe se opone a la visión puramente física de Newton defendiendo que el color no depende únicamente de las propiedades de la materia, o de la luz, sino que

depende también de nuestra percepción y emociones como seres humanos. Es cierto que los colores cuentan con interpretaciones y significados muy diversos en función de la cultura, pero independientemente de este factor, la importancia de la percepción humana y las sensaciones que generan los colores dan unos significados u otros a cada uno de ellos. Goethe desarrolló unas leyes armónicas del color para definir la manera en la que nos afectan los colores, concluyendo que se trata de un fenómeno subjetivo de la visión. Sin embargo, concluyó también que la complementariedad de los colores es una sensación como tal igualmente, que no se crea en función de la incidencia de la luz sobre un objeto, sino por el funcionamiento de nuestro sistema visual.



ROJO

El color de la ira, lo sexual, la fuerza o la agresividad, la pasión o el peligro. El rojo es el color de la sangre, del fuego o del calor.



NARANJA

El color de la calidez y la seguridad, aunque también puede relacionarse con la lujuria y la sensualidad e incluso con lo divino y la exaltación. En las sociedades occidentales se dice que el naranja es el color del optimismo.



AMARILLO

El color de la amistad, la alegría, la emoción, la felicidad, la riqueza y el poder e incluso la abundancia. Representa la luz, el sol y el oro. La excesiva presencia de este color intensamente puede llegar a generar irritación, siendo costumbre verlo en superficies pequeñas.



VERDE

El color de la paz, la frescura, el equilibrio y la armonía y la conciencia ambiental. Representa a su vez la juventud, la esperanza y la vida, además de lo ecológico. Los tonos suaves de verdes incitan a la relajación y al bienestar.



AZUL

El color de la calma, la frialdad, la lógica y lo sereno. El azul es el color del agua, del mar y del cielo, y también representa frescura. En marketing se considera un color elegante y corporativo que transmite confianza y pureza.



MORADO

El color del misterio y la nostalgia, el lujo, la verdad y lo espiritual, se asocia a menudo con el mundo de los sueños, pero también con la elegancia.



ROSA

El color de la amistad, el amor, la dulzura, la ternura o lo femenino. También está asociado con lo infantil y lo sentimental, los sentimientos, la calidad y la comodidad.



MARRÓN

Se relaciona directamente con la terrenidad, el soporte y la confianza.



GRIS

Es uno de los colores que tiene tantas connotaciones como culturas: mientras que para algunas personas es el color de lo neutro, un punto medio, de la falta de vida, energía o confianza, la tristeza o la depresión, para otras es el color de la paz y la tranquilidad.



NEGRO

Es uno de los colores que tiene tantas connotaciones como culturas: mientras que para algunas personas es el color de lo neutro, un punto medio, de la falta de vida, energía o confianza, la tristeza o la depresión, para otras es el color de la paz y la tranquilidad.



BLANCO

Es el color de la limpieza, la pureza, la autenticidad, la claridad y lo sencillo. En las culturas occidentales, y en algunas orientales como el hindú, es el color que representa lo puro e inocente, como la paz y lo divino.

En otras culturas orientales y en las culturas africanas, el blanco es el color de la muerte, entendiéndola como el alma pura que se va.

II. 1.4.2. EL COLOR SEGÚN KANDINSKY

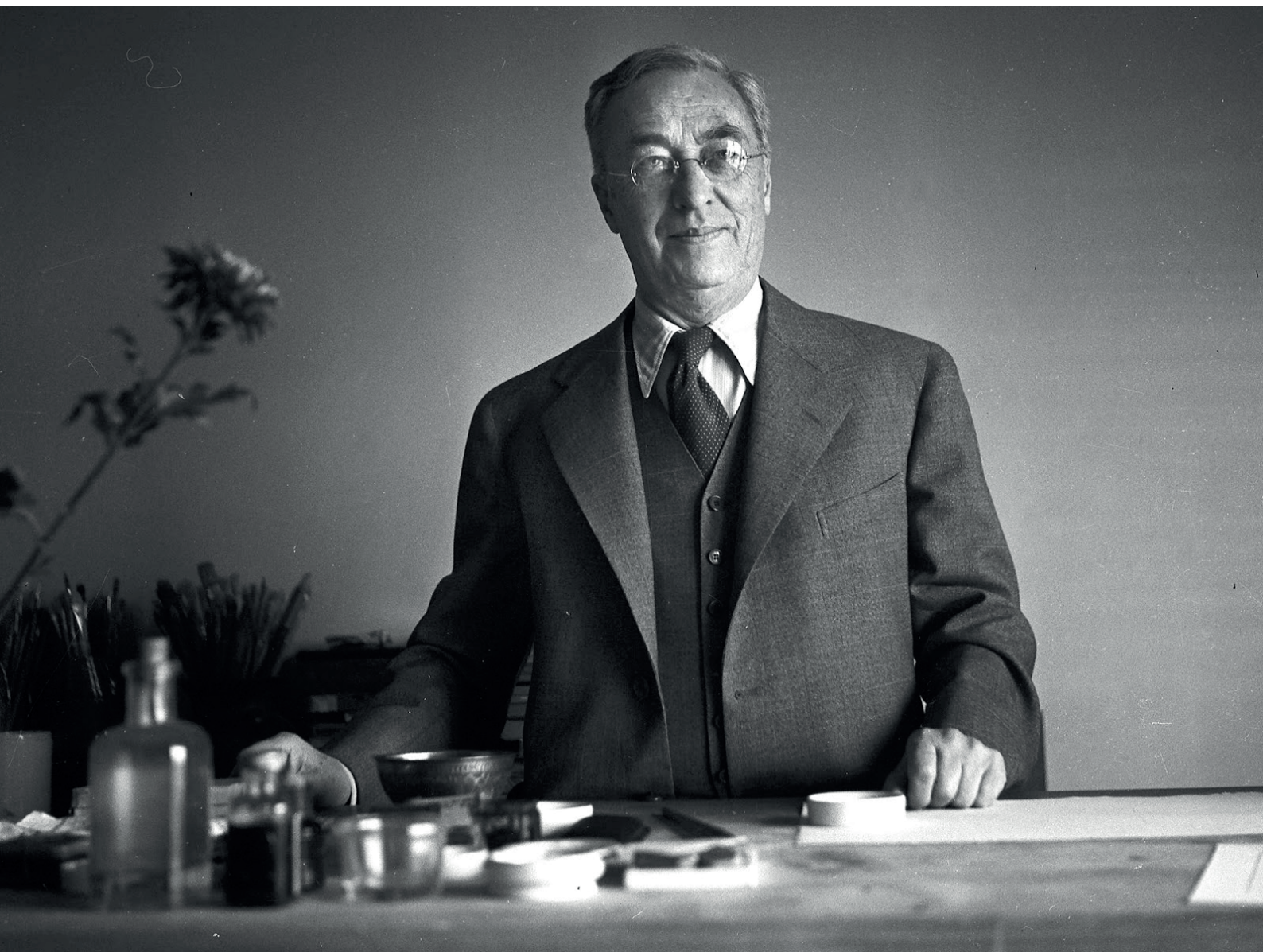


Fig. 41

Vasili Vasílevich Kandinsky fue un pintor ruso que destaca por sus periodos artísticos en el expresionismo, arte moderno, der blaue reiter, y arte abstracto. Teorizó sobre el arte, la manera en la que el usuario entiende las sensaciones que emite una obra artística, y los sonidos que emite cada color que en ella se encuentra. Para Kandinsky no es necesario contar con una inmensa gama de colores sin fin, sino que la importancia se encuentra en lo básico: el calor y el frío, así como la claridad y la oscuridad, de tal forma que el artista sea capaz de llegar a los tonos intermedios encontrados entre estos extremos.

En relación con esto entendemos la horizontalidad que relaciona con el amarillo, un color caliente, mientras que la curvatura de la tonalidad azul marca la frialdad del mismo. Kandinsky busca emitir sentimientos, profundidad y sonidos a través de sus obras. Relaciona una cercanía del amarillo con el blanco, y del azul con el negro. Es por esto que su obra apenas cuenta con tonalidades de grises, marrones o negros (colores más característicos el cubismo), y se enfoque por el contrario en tonos más llamativos, agradables y animados, combinados y relacionados con la música. Y es que Kandinsky tenía como uno de sus principales objetivos capturar la música a través de sus obras plásticas. Para él, la música engancha al oyente desde el primero de sus acordes, y la pintura debía hacer lo mismo desde la primera mirada del espectador.



Fig. 42

ROJO

Se trata de un color puramente inmaterial e inquieto, ardiente. Recuerda a la alegría juvenil, mientras que en tonos oscuros simboliza una madurez viril. Se semeja a los tonos agudos de un violín.

NARANJA

Guarda una sensación grave y ardiente, que transmite vida y salud. Su sonido es similar al de una campana llamando al Ángelus, un barítono o una viola.

AMARILLO

Este color irradia desde el centro. Parece que busca acercarse al espectador mientras se sale del cuadro. Es un color inquietante que evoca al delirio. Su sonido es el de una trompeta o un clarín.

VERDE

El verde evoca a la calma, la pasividad, y carece absolutamente de dinamismo. Su sonido son los tonos tranquilos y profundos de un violín.

AZUL

El azul guarda un movimiento concéntrico, como si de una espiral o un caracol dentro de su concha se tratase. A diferencia del amarillo que busca acercarse al espectador, el color azul se aleja completamente de él. Es un color inmaterial y puro, y su sonido se asemeja al de una flauta, un órgano o un violonchello.

MORADO

Se trata de un color lento y apagado. Guarda relación con un carácter enfermizo, a la vez que con el luto y la vejez. Recuerda al sonido de un corno inglés, la gaita o un fagot.



Fig. 43



Fig. 44

NEGRO

Este color representa la más absoluta y pura tristeza. Hace referencia a lo inmóvil, lo apagado y lo fúnebre, pues evoca a la muerte y a noche. Su sonido es el silencio, la pausa completa después de la cual comienza un nuevo mundo.

BLANCO

El blanco representa un mundo en el que el color y la sensación material se desvanece por completo y, en cierto modo, proporciona una ligera sensación de alegría pura. Su sonido es el silencio, pero, a diferencia del color negro, se trata de un silencio lleno de posibilidades, una pequeña pausa musical.

II. 1.4.3. EL COLOR SEGÚN ITTEN



Fig. 45

Johannes Itten, pintor, diseñador y profesor en la Bauhaus, fue el primero en elaborar una teoría acerca de los posibles tipos de contrastes que se generan entre los colores, además de su efecto sobre las personas. Realizó diferentes e innovadores estudios sobre la psicología del color, plasmando todas las conclusiones en su libro *El arte del color*. Definió unos esquemas de organización del color para poder comprender mejor los diferentes tipos de contrastes, que se basaban en el círculo cromático. Se trata de una metodología de organización de los colores del espectro visible en una figura circular, según un orden de correlación: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, ultramar, y violeta. Los dos esquemas de organización del color desarrollados fueron: la rueda de color y la estrella de color.

» Rueda del color

Se trata de una construcción de 12 colores basados en el círculo cromático. Para poder elaborar esta rueda, se parte de un triángulo central que contiene los colores primarios (el rojo, el azul y el amarillo). Alrededor de este triángulo, se colocan los colores secundarios (naranja, verde y morado), resultado de la mezcla en parejas de los primarios. Alrededor de la figura resultante, se traza un anillo concéntrico con el triángulo inicial, que se fracciona en 12 partes iguales.



Fig. 46

En éste anillo se posicionan los colores primarios y secundarios, dejando entre ellos un espacio; de esta manera se generan los colores terciarios (anaranjado, calabaza, verde claro, azul claro, azul oscuro y magenta), resultado de la mezcla entre primarios y secundarios.

» Los siete contrastes del color

Itten define el contraste de color como la diferencia en las características de dos o más colores que interactúan en un diseño y afectan a la manera en la que se percibe. Itten diferenció 7 contrastes de color distintos:



Fig. 47

Contraste de color puro (saturación):

Se genera cuando se juxtaponen colores con saturación de color absoluta.



Fig. 48

Contraste claro-oscuro (luminosidad):

Se produce la juxtaposición de dos colores con luminosidad o valor tonal diferente.



Fig. 49

Contraste de color cálido y color frío (temperatura):

Se genera un contraste visual entre dos colores con diferente temperatura.



Fig. 50

Contraste de los complementarios (posición en el círculo cromático):

Se produce un contraste entre dos colores opuestos en el círculo cromático (los colores opuestos en el círculo cromático se denominan complementarios).



Fig. 51

Contraste simultáneo (simultaneidad):

En este caso no existe un contraste físico, sino que se trata de un proceso fisiológico en el que la vista busca el equilibrio.



Fig. 52

Contraste cualitativo (calidad):

En este contraste se yuxtaponen colores saturados y luminosos con otros colores apagados. El contraste depende de la disparidad en la intensidad cromática de los colores que interactúan.



Fig. 53

Contraste cuantitativo (cantidad del color):

Se yuxtaponen dos colores con unas proporciones descompensadas.

II. 1.4.4. LA TEORÍA DE LA GESTALT

La psicología de la Gestalt es una teoría de la percepción que nace en Alemania a comienzos del siglo XX. Alude a los modos de percepción de la forma de aquello que vemos. Nuestro cerebro, decodifica la información que recibimos a través de las diversas asociaciones que producen en el momento de la percepción.

La palabra “Gestalt” carece de un significado literal en español, pero se puede traducir aproximadamente como “forma, aspecto o configuración”. El lema que hizo famosa a esta teoría es “El todo es más que la suma de sus partes” Comprende que en los objetos y acontecimientos que percibimos a diario, se distinguen una “figura” (aquello en lo que nos concentramos) y un “fondo” (ley de la relación figura-fondo).



Fig. 54



Fig. 55



Fig. 1

Pero en contraposición, propone que lo que experimentamos es más que la suma de todas las partes, pues lo que sucede es que nuestras formas mentales en su globalidad se tratan de adaptar a lo que vamos percibiendo a través de nuestros sentidos, y no al contrario. Es decir, a partir de algo ya formado previamente en nuestra mente, vamos definiendo y perfeccionando el resultado final con al información que recibimos a través de las experiencias sensoriales.

Es así por lo que se puede afirmar que, basándonos en la teoría de la Gestalt, los seres humanos no somos una mezcla de sensaciones variadas, sino que en nuestra mente hay diferentes totalidades que se van definiendo en función de nuestras experiencias sensoriales con la realidad. Para los gestaltistas no se trata de enfocarse en cada estructura de nuestra mente sobre cualquier materia, sino que se trata de alcanzar una comprensión total y estructural nueva de lo que sucede en la realidad.



Fig. 56

Fig. 57



Todas estas leyes responden al modo de percibir del ser humano, a través del cual el cerebro decodifica la información visual. Constituye el modo en que percibimos constantemente, y actúa sobre nosotros al igual que nosotros actuamos en relación a ello. Sostiene que la psiquis del individuo siempre le otorga algún orden a los objetos que percibe. Por eso sus impulsores acuñan la famosa frase de: “el todo es más que la suma de las partes”.



Fig. 58



Fig. 59

» Principios de la Gestalt



CIERRE

Tendemos a completar y llenar aquellas partes y vacíos que se nos presentan incompletas para captar el objeto en su totalidad.



PROXIMIDAD

Nuestra mente agrupa elementos que no están unidos pero sí cercanos entre ellos.



CONTINUIDAD

Aquellos elementos que tienen la misma dirección se perciben de forma seguida, manteniendo la misma dirección del objeto o del estímulo.



SEMEJANZA

La mente agrupa elementos similares y los asocia.



FIGURA - FONDO

El ojo reconoce una figura sobre un fondo pero ambos elementos pueden funcionar de forma inversa, lo que se conoce como relación reversible-ambigua.



PREGNANCIA

Es la característica principal de todas las anteriores, junto con la de figura-fondo; abarca propiedades como la simetría, simplicidad, regularidad, ...



SIMETRÍA

Las imágenes simétricas son tomadas como iguales, a las que tendemos a dar más importancia perceptiva que a los elementos aislados.

II. 1.4.5. COLORES EN LA SEÑALIZACIÓN

SEÑAL

Signo o medio que se emplea para luego acordarse de algo.

Sin.: señalización, indicación, indicador, llamada, baliza.

La señalización es un sistema fundamental e influyente en la conducta urbana. Se trata de un sistema universal que está creado en función de una serie de señales que responden a problemas itinerarios. Las señales están normalizadas y homologadas para poder encontrarse de manera disponible en la industria. Aportan información al entorno y no influyen en la imagen del mismo. Cada color de la señalización está vinculado a un objetivo.

AMARILLO

Señales preventivas de forma cuadrada. El objetivo anticipar ante algún hecho que vaya a suceder.



Fig. 60



Fig. 61

ROJO

Señales restrictivas, coloreadas únicamente en el contorno. Tienen una forma circular con una diagonal dentro de éste, colocada de izquierda a derecha, y de arriba abajo. El objetivo de estas señales es la prohibición de alguna acción.

VERDE

Señales informativas de destino. Tienen forma rectangular y horizontal. Su función es la de orientar en las vías de circulación automovilísticas.



Fig. 62



Fig. 63

NARANJA

Señales de dispositivo de protección. Tienen una forma cuadrada que está girada de tal forma que aparece apoyado sobre uno de sus vértices (como si fuese un rombo). Su objetivo es prevenir a los usuarios sobre alguna posible alteración en el lugar.

AZUL

Señal informativa de servicios. Cuenta con una forma cuadrada que se apoya, al igual que la anaranjada, sobre uno de sus lados. Busca ayudar a los usuarios situados en lugares cerrados para facilitar la circulación de los mismos por la zona delimitada.



Fig. 64

II. 1.4.6. TABLAS DE LOS COLORES

Para poder realizar una comparación entre las diferentes teorías del color, estudios relacionados con el color, y las asociaciones que tiene cada uno de ellos, se han elaborado las siguientes tablas para poder establecer de forma más visual y obtener las conclusiones necesarias entorno a cada color. Se han elaborado 6 tablas, con un diseño de cartas, en cuya cara anterior se indica el nombre de la teoría o método, su creador, y una breve descripción del mismo y de su objetivo con dicho método. Siguiendo la línea compositiva del presente TFG, se incluye el nombre del método en tipografía braille, y en la cara posterior, aparecen los colores que se estudian en dicho método junto con su significado y observaciones definidas en el mismo. Los métodos elegidos para estas tablas han sido los siguientes:

- Psicología del color
- Sistema Constanz
- Método Feelipa
- El color según Kandinsky
- Actividad de referencia infantil de relación con los colores

Finalmente, se concluye con una tabla con los términos comunes, más mencionados o de mayor importancia, como conclusión a este estudio.



Johann Wolfgang von Goethe

Estudia y analiza el efecto que tiene el color en la percepción y conducta humana.

Los colores tienen diferentes interpretaciones y significados en cada cultura. Sin embargo, y a diferencia de lo que Newton defendía, el color no solo depende de la materia o de la proyección de la luz en ella, sino de nuestra propia percepción del propio color.

PSICOLOGÍA DEL COLOR



- Ira
- Sexualidad
- fuerza
- agresividad
- pasión
- peligro
- sangre
- fuego y calor



- Calidez
- Seguridad
- Lujuria
- Sensualidad
- Divinidad
- Optimismo



- Alegría
- Emoción
- Felicidad
- Riqueza
- Poder
- Abundancia
- Sol / luz
- Oro
- Irritación



- Paz
- Frescura
- Equilibrio
- Naturaleza
- Juventud
- Esperanza
- Ecológico
- Relajación
- Bienestar



- Calma
- Frialidad
- Lógica
- Serenidad
- Mar y cielo
- Frescura
- Elegancia
- Confianza
- Pureza



- Misterio
- Nostalgia
- Lujo
- Verdad
- Espiritualidad
- Mundo de los sueños



- Amor
- Dulzura
- Ternura
- Feminidad
- Infantil
- Sentimental
- Calidad
- Comodidad



- Terrenidad
- Soporte
- Confianza



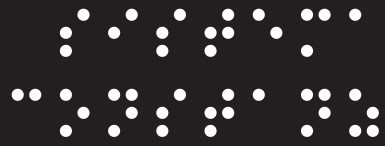
- Neutralidad
- Falta de vida
- Falta de energía
- Tristeza
- Depresión
- Envejecimiento
- Polvo
- Piedras



- Limpieza
- Pureza
- Autenticidad
- Claridad
- Inocencia
- Paz
- Divinidad
- Sencillez



- Muerte
- Oscuridad
- Amenaza
- Destrucción
- Elegancia
- Formalidad
- Noche



Constanza Bonilla

Se trata de un código de colores basado en la relación con el movimiento, la forma y el tacto. Está enfocado a que las personas ciegas puedan tocar lo que siempre han tenido prohibido: las obras plásticas.

SISTEMA CONSTANZ



Rayos de sol – línea recta

- Elemento geométrico más sencillo: una línea
- Rectitud



Fuego / llamas – zig-zag

- Agresividad
- Las líneas cortan entre sí de forma perpendicular



Agua marina – línea curva

- Forma circulares (movimiento de las olas del mar)
- Suavidad



Amarillo + Azul



Amarillo + Rojo



Azul + Rojo



Punto negro



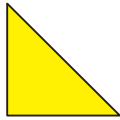
Punto blanco



Filipa Nogueira Pires

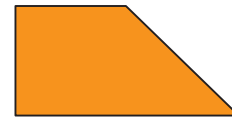
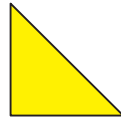
Este método se basa en un sistema de asociación de formas geométricas con los colores. A través de elementos geométricos de los colores básicos, se construyen los restantes colores con el fin de facilitar y mejorar la comprensión del mundo para las personas con discapacidad visual.

MÉTODO FEELIPA



Triángulo

- Lados rectos
- Figura geométrica más sencilla

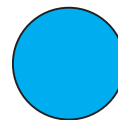
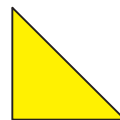


Amarillo + Rojo = Naranja



Cuadrado

- Líneas rectas que cortan perpendicularmente

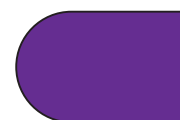
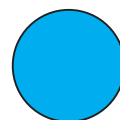


Amarillo + Azul = Verde



Círculo

- Forma curvada



Azul + Rojo = Morado



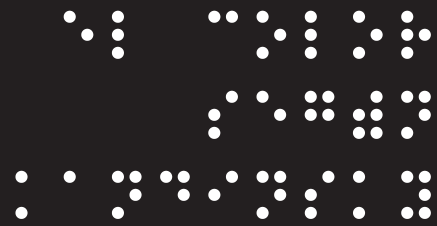
Negro - 3 líneas horizontales



Gris - 2 líneas horizontales



Blanco - 1 línea horizontal



Vasili Kandinski

La teoría esencialmente se centra en la manera en la que el ser humano percibe una obra, ya que ésta emite sentimientos y profundidad. También destaca por encontrar una conexión entre los significados de los colores, y los sonidos que relaciona y emite cada uno de ellos. Para el artista no es necesario una inmensa gama de colores sin fin; al revés, es mucho más valioso centrarse en lo básico, el frío y el calor. Al igual que en la claridad y en la oscuridad de los tonos se llega a la intermedios, en lo caliente y lo frío todo acaba siendo claro y oscuro.

EL COLOR SEGÚN KANDINSKY



Color ardiente.

- Música: tonos agudos de violín.



Salud y vida.

- Música: barítono, viola, sonido del ángelus.



Color inquietante: evoca al delirio.

- Música: trompeta o clarín.



Dinamismo, calma y pasividad.

- Música: tonos tranquilos y profundos de violín.



Movimientos de forma concéntrica (como un caracol en su concha). Es un color puro e inmaterial.

- Música: violonchello, flauta u ógano.



Color lento y apagado que genera una sensación enfermiza, luto y vejez.

- Música: corno inglés, gaita o fagot.



Color apagado e inmóvil.

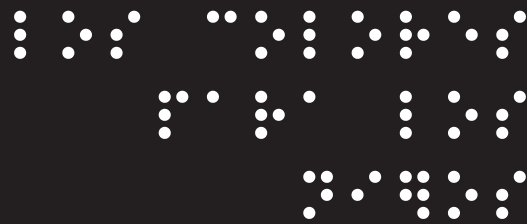
Pura tristeza (evoca la muerte tras apagarse el sol)

- Música: el silencio o la pausa completa tras la que comienza otro mundo.



Representa un mundo donde desaparece el color material, y genera una sensación de alegría pura.

- Música: silencio lleno de posibilidades, una pausa musical detrás de la cuál continúa la vida.



Laura García Muñoz

(estudiante de Magisterio de educación especial de la Escuela
Cardenal Cisneros, UAH)

Se trata de una práctica educativa destinada a realizarse con alumnado de deficiencia visual junto a sus compañeros con visión normalizada. Los alumnos pertenecen a un aula escolar de 1º de Educación Primaria. A través de la división en grupos de 6 personas (siendo una de ellas deficiente visual) se busca la representación de los colores a través de diferentes texturas. Debido a las dificultades de discriminación de los colores, se aprovechan las distintas texturas para discriminarlos de forma que se presentarán a través de ellos las texturas.

LOS COLORES PARA LOS NIÑOS



Arroz (textura rugosa).



Fideos (textura pajiza).



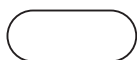
Orégano y anís (asociado al origen vegetal).



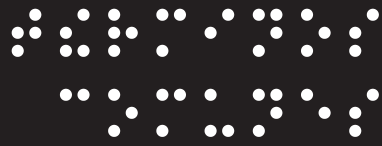
Sal (por el agua del mar como reflejo del cielo).



Bastoncillos (que simulan una textura rígida como la de la estructura de un puente).



Algodón (sensación de suavidad).



Conclusiones

En base a toda la investigación sobre el color, las diversas teorías entorno al mismo que se han elaborado a lo largo de la historia, talleres o actividades con niños, o tomando como referencia la comprensión del color de artistas de importancia internacional, establecemos los términos coincidentes de todo ello, para elaborar a través de términos, cada color.

TÉRMINOS COMUNES



- Fuergo
- Ardor
- Líneas 90º
- Agresivo



- Salud
- Seguridad
- Vida
- Rugosidad (piel - naranja)



- Alegría
- Felicidad
- Rayos de sol
- Línea recta
- Textura pajosa



- Vegetal
- Frescura
- Naturaleza
- Calma
- Pasividad



- Frío
- Lógica
- Mar
- Cielo
- Curvatura
- Sal



- Misterio
- Enfermedad
- Espiritualidad
- Apagado
- Sueño



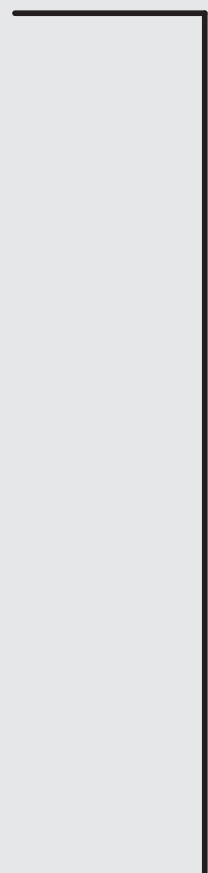
- Oscuridad
- Final
- Noche
- Inmovilidad
- Silencio
- Hierro



- Limpieza
- Pureza
- Calma
- Pausa
- Algodón



II. 2. **LAS TEXTURAS**



II. 2.1. EL SENTIDO DEL TACTO: CÓMO SON CAPACES LOS CIEGOS DE PERCIBIR EL MUNDO CON LAS MANOS

El sentido del tacto es una de las experiencias sensoriales más fundamentales para los seres humanos, y en concreto, para aquellos que ven a través de la piel, más aún. La cantidad de información que somos capaces de recibir y obtener sobre el entorno que nos rodea es mucho mayor de lo que podemos imaginar.

Para poder comprender la forma o la textura de un objeto, estamos utilizando el sentido del tacto, y bien es importante matizar que éste no se encuentra exclusivamente limitado a una parte concreta del cuerpo. Toda nuestra piel está compuesta por receptores táctiles, conocidos como “corpúsculos de Meissner”, “corpúsculos de Pacini”, y otras terminaciones nerviosas libres. (María, 2023)

Estos receptores están repartidos por todo nuestro cuerpo, de tal forma que el ser humano sea capaz de percibir los diferentes tipos de estímulos táctiles con todo su cuerpo (temperatura, textura, dolor, presión, etc).

Un pensamiento bastante extendido en la sociedad consiste en que las personas con discapacidad visual cuentan con un sentido del tacto superior o más desarrollado que una persona que carezca de esta discapacidad. Sin embargo, la realidad es que no cuentan con un sentido háptico superior, sino que su atención y su capacidad de reconocer la información sensorial captada a través de la piel es mayor. Al no poder percibir el entorno que les rodea a través de los estímulos visuales, han aprendido a percibir los estímulos a través del tacto de una manera más consciente que una persona vidente. Es una realidad que ven a través del tacto, de tal modo que, al carecer de estímulos visuales, su foco de atención y de información está más enfocado y acostumbrado a obtenerse a través del tacto.

Y es que, gracias a esta concentración en la información recibida a través del tacto, han sido capaces de desarrollar mayor destreza en las habilidades que lo implican, como la capacidad de leer en Braille.



Fig. 65

El desarrollo por reconocer superficies, texturas y formas sin contar con el apoyo de referencias visuales es clave para alcanzar el desarrollo de una gran sensibilidad y habilidad del sentido táctil. Es por ello que esta mayor sensibilidad ante estas características de los elementos que nos rodean permiten que una persona con discapacidad visual sea capaz de identificar y distinguir con mayor precisión que una persona vidente los materiales y las estructuras de las que están compuestas los objetos que palpan.

También es cierto que, al igual que no todas las personas videntes cuentan con la misma capacidad visual para distinguir formas, visualizar con nitidez elementos en función qué distancia, determinar detalles visuales o apreciar los colores y las texturas visuales de la misma manera o con la misma intensidad, las personas con discapacidad visual tampoco tienen la misma capacidad táctil, sino que ésta varía en función del usuario. Cada persona es completamente única y diferente al resto, y a pesar de poder agruparse entre ellas por tener una misma discapacidad, es fundamental recordar que la capacidad y la sensibilidad táctil puede variar de manera considerable de unos a otros.

II. 2.1.1. PROCESO DE APRENDIZAJE DE NIÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Ya hemos hablado sobre la manera en la que los niños aprenden los colores, su significado, la manera en la que ellos lo entienden y cómo son capaces de comprenderlos de la misma manera que lo es una persona vidente. Así es fundamental conocer también el proceso de aprendizaje que tienen para desarrollar el tacto y aprender a ver el mundo a través de la piel. Los aspectos a tener en cuenta para el aprendizaje de estos niños son:

1. Desarrollo del tacto.
2. Reconocimiento de formas y objetos.
3. Coordinación manual.



Fig. 66

Se trata de tres aspectos muy relacionados entre sí que, cuando se ponen en práctica, resultan fundamentales todos para poder conocer y entender un objeto. Comenzamos manipulándolo (desarrollo del tacto) para entender cómo es (reconocimiento de formas y objetos) y utilizamos ambas manos para facilitar este estudio (coordinación manual o bimanual). Por ello, los docentes especializados en este tipo de aprendizaje ponen en práctica diversos ejercicios con un orden determinado para evitar errores o malos hábitos que más tarde sean difíciles de corregir.

II. 2.1.2. DESARROLLO DEL TACTO



Fig. 67

El procedimiento didáctico para el desarrollo de este sentido comienza, como resulta obvio, manipulando los objetos. El alumno, debe detectar, distinguir o apreciar las diferencias y las formas que hay en dicho elemento, utilizando para ello las yemas de los dedos, de tal forma que a través de la localización táctil obtengan algún tipo de información necesaria que le permita diferenciar el objeto que está manipulando, de cualquier otro que resulte parecido. Para poder desarrollar esta capacidad háptica se llevan a cabo ejercicios sobre:

- Adiestramiento de las yemas
- Reconocimiento de presión y presión
- Ejercicios de desinhibición digital

Y para ello, algunos de los ejercicios más utilizados para el adiestramiento de las yemas requieren el uso de materiales como:

- Amasado de plastilina
- Corte de papel con las manos (a pedazos)
- Creación de bolas de papel de seda
- Pintado con pintura en los dedos
- Tocado de texturas diversas



Fig. 68

Para el reconocimiento de presión y presión:

- Enroscado y desenroscado de tuercas
- Tapado y destapado de cajas, tapas de botes, latas, etc
- Manejo de tijeras para cortar papel
- Uso de pinzas para tender la ropa
- Punzado de figuras

II. 2.1.3. RECONOCIMIENTO DE FORMAS Y OBJETOS

En el proceso de aprendizaje de ver el mundo a través de la piel, el aspecto que conlleva mayor dificultad para los niños con deficiencia visual es el de reconocimiento de formas y objetos con lo que son, es decir; que su cerebro sea capaz de entender la información que recibe sobre un objeto (ejemplo: la naranja es una fruta de color naranja) y enlazarla con un objeto que percibe y explora a través del tacto (ejemplo: una figura redonda, con una textura con grumos hacia dentro, que puede variar de tamaño, y que cuenta con una hendidura que conecta con algo que se conoce como tallo).

Debemos recordar que el niño con deficiencia visual cuenta con pocas o ninguna imagen visual mental para poder tomar como referencia en la comprensión de estos elementos. Un niño con carentes datos visuales sobre el entorno debe sustituir esa realidad visual por un aprendizaje háptico basado en la manipulación de su entorno; deben tocar todo lo que se encuentra a su alcance porque es la única manera que posee de entender su alrededor y aprender a percibir el mundo que le rodea.

Es por ello que los docentes especializados en el aprendizaje de niños con discapacidad visual dan tanta importancia a que en los primeros años de su desarrollo se les debe dar a conocer el mundo tocando el mayor número de objetos posibles que sean capaces de manipular. Es fundamental que estos usuarios toquen y manipulen los objetos para poder entender el mundo sin las nociones espaciales con las que cuenta un niño vidente.

Muchas personas dedicadas a la enseñanza en estos primeros cursos de educación han descubierto que los alumnos con ceguera cuentan con menor vocabulario que aquellos niños que sí ven; es por eso que inciden en la necesidad de manipulación de los objetos para poder contar con la mayor cantidad de información que pueden obtener. En la docencia, para aprender a manipular elementos, algunos de los materiales aptos para ello son:

- Papeles de diferente tipo (folio, papel de seda, papel maché, papel transparente, papel film, papel albal, papel de cocina, ...)
- Cartón de diferentes grosores y texturas
- Cartulinas
- Palillos (no punzantes)
- Corcho
- Maderas finas
- Fibras
- Telas
- Semillas (cebaza, arroz, maíz, lentejas, ...)
- Flores y plantas secas y vivas
- Teselas de cerámica
- Arcilla
- Pasta de papel
- Plastilina
- Cualquier otro material que les permita tocar una textura concreta
- Pegamentos y colas (resultan de gran interés debido a que usan sus dedos como pincel, deben tener cuidado ante la elección de cola o pegamento que escogen, aunque deben ser siempre colas aptas para uso escolar, pues en el caso contrario no son excesivamente recomendables dado que muchos de ellos contienen gases tóxicos y pueden irritar la piel).



Fig. 69

II. 2.2. CLAVES PARA QUE LAS PERSONAS CIEGAS DISFRUTEN DE LA PINTURA

Lo principal para adaptar una obra pictórica a un usuario con ceguera es explicar lo necesario para que entiendan el cuadro. Y para ello, existen tres elementos básicos:

- **El relieve:**

Lo primordial y fundamental es la reproducción de los cuadros en relieve con elevada precisión, que faciliten la comprensión del volumen y las formas reproducidas a las personas invidentes.

- **Unas audiodescripciones claras:**

La elaboración de una buena audiodescripción que permita a la persona ciega entender lo que está tocando, es fundamental. Y cabe puntualizar, que una audiodescripción no es una audioguía.

Fig. 70





Fig. 71

Una audiodescripción debe transmitir al novidente todo lo que para un vidente resulta obvio a través de la vista, de tal forma que el ciego sea capaz de reconocer y entender las figuras del relieve mientras las toca y recibe la información necesaria, siguiendo un claro y lógico orden con explicaciones sencillas y claras.

También es importante transmitir a través de las audiodescripciones aspectos visuales como la profundidad, las perspectivas y los colores, las zonas más y menos iluminadas, las perspectivas de los elementos representados, sus formas y la relación entre los elementos del cuadro.

- **Una buena selección del material:**

Se busca no solo la representación del color, sino de los elementos (si se dibuja una mesa de madera en el cuadro, una buena opción para adaptarlo a una persona ciega es la representación del material que muestra el cuadro de una forma real). También es importante el tipo de pincelada empleada, ya que cabe recordar que su percepción absoluta del cuadro se está realizando a través del tacto.



Fig. 72

II. 2.3. LECTURA DE TEXTURAS PODOTÁCTILES

Las texturas podotáctiles buscan la advertencia del usuario invidente cuando éste se aproxima a un objeto o desnivel de la vía; es decir, buscan llamar su atención. Cabe destacar, que este tipo de texturas no se diferencian en idiomas o en situaciones asociadas a ellas, sino que generalmente se interpreta su significado en función de la situación.

Por ejemplo, las franjas de señalización que cuentan con figuras circulares volumétricas superiores a la baldosa en su forma, se suelen situar cerca de un cruce de peatones, unas escaleras o rampas. Son indicadores de una posible situación de riesgo (cambio de nivel marcado o progresivo).

El MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo) cuenta con un manual que da a conocer un sistema descriptivo general para los usuarios invidentes a través del uso de texturas que dan a entender diferentes tipos de información. Por ejemplo:

- (1) Baldosa iconos lineales longitudinales: indicador de movimiento recto.
- (2) Baldosas de líneas rectas con giro: atención por giro en ángulo.
- (3) Baldosas con iconos circulares: alerta por detención o precaución.
- (4) Banda de baldosas con iconos lineales longitudinales: banda de seguridad lateral.

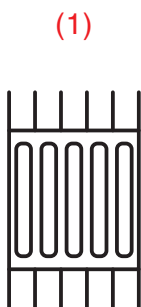


Fig. 73

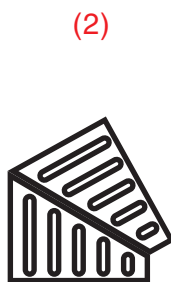


Fig. 74

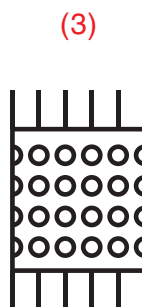


Fig. 75

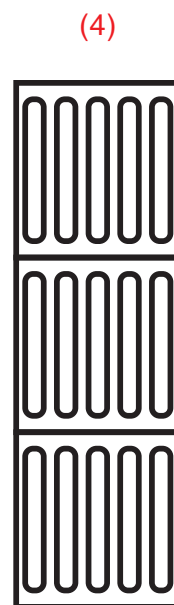


Fig. 76



Fig. 77

II. 2.4. EL MUNDO HÁPTICO

La háptica hace referencia estrictamente a todo aquello que hace contacto, en especial, cuando éste se utiliza de forma activa, y se entiende como háptico que se hace exclusión a todo el conjunto de sensaciones visuales, auditivas, olfativas y gustativas. Es decir, hace referencia a las sensaciones del tacto, una de las primeras sensaciones que desarrollamos en el feto y que, en la vida adulta estará más o menos desarrollada en función del desarrollo de los restantes sentidos, pero especialmente de la vista.

La háptica es una forma de comunicación a través del tacto y de la sensación que genera el contacto con otros materiales u objetos, y se trata de la manera de comunicarse más sencilla y comprensible posible. Por ejemplo, una caricia simboliza el afecto, una bofetada implica ira o furia y un toque repetido una llamada de atención.

La háptica es también la base del sistema de lectura de los discapacitados visuales, conocido como Braille, que se representa a través de puntos estampados en relieve que representan diferentes caracteres.

II. 2.4.1. ESTRATEGIAS EN EL APRENDIZAJE DE LOS COLORES PARA NIÑOS INVIDENTES

En 1966, James J. Gibson definió la háptica como la percepción de un individuo sobre el mundo adyacente a su cuerpo, a través del uso de éste, en su libro “The Senses Considered as Perceptual Systems”. (El futuro es háptico, s/f)

Gibson es uno de los pioneros que comenzaron a formular entorno al cuerpo humano y las habilidades y funciones del mismo, comenzando a descubrir lo que hoy llamamos como tecnología háptica. A través de diferentes dispositivos somos capaces de experimentar miles de sensaciones que simulen la experiencia del tacto.

Se produce una interacción entre un objeto inanimado, que debe generar la sensación de que es algo real, y un ser humano. Estos objetos inanimados tienen que devolverte el tacto. Los principales usos son cuatro:

- **Vibración**

La mayoría de las tecnologías se centran en transmitir vibración, a través de actuadores lineales resonantes (LRA) y de masas giratorias excéntricas (ERM) que generan una experiencia háptica a través de dispositivos móviles o portátiles. Se basan en un componente interno que se encarga de generar los movimientos.

- **Estimulación de botones**

A diferencia de las pantallas inteligentes, que no son capaces de generar de forma natural una respuesta táctica tan sencilla como un botón mecánico, éstos pueden llegar a utilizar la retroalimentación de los estímulos hápticos y sonoros para imitar de la manera más fidedigna la sensación, por ejemplo, de una almohadilla de presión mecánica bajo el dedo.

- **Térmica**

Las experiencias hápticas basadas en los efectos termoeléctricos se consiguen mediante la manipulación del flujo de la corriente eléctrica entre los conductores de un dispositivo (siendo uno de ellos caliente y el otro frío).

- **Cinestésica**

Dispositivos de retroalimentación háptica que se montan en el cuerpo y generan esa sensación de masa, formas y movimiento.

II. 2.4.2. EXPERIENCIAS HÁPTICAS

» Proyecto Unseen Art

Gracias a las nuevas tecnologías, y en concreto, a las impresoras 3d, los ciegos son capaces de conocer la sonrisa de la Mona Lisa, o los girasoles de Vicent Van Gogh.

Este proyecto nace en una ciudad finlandesa de Helsinki, de la mano del diseñador Marc Dillon, y se basa en el uso de las impresoras 3d para reproducir los cuadros clásicos y más conocidos de la historia del arte, a una realidad tridimensional. Buscan el disfrute del arte para las personas con deficiencia visual; para que sean capaces de experimentar a través del tacto, las formas o la rugosidad y el aspecto físico de estas pinturas. Para poder llevar a cabo esta propuesta, utilizan escáneres para impresión 3d cuya base es de arena.



Fig. 78



La importancia de la espala del cuadro también es fundamental para que se pueda apreciar sin dificultad y con la mayor calidad posible la obra de arte. Aunque están diseñadas para mostrarse en exposiciones y galerías, también se pueden encontrar reproducciones en una menor escala a la venta para cualquier amante del arte, sea deficiente visual o no. La aplicación de esta metodología se está expandiendo poco a poco por otros campos que también afectan a la discapacidad visual, como por ejemplo en la reproducción de ecografías, de tal forma que una madre invidente sea capaz de “ver” a través de sus manos, cómo es su bebé antes de nacer.

Fig. 79

» Proyecto Didú

En España existen también proyectos que han desarrollado técnicas para acercar la pintura a las personas con ceguera. Muchas de estas muestras, las que representan las obras más emblemáticas, han sido expuestas en el Museo del Prado. Didú es una técnica desarrollada por los Estudios Durero (Vizcaya) que mezcla diversas herramientas procedentes del arte, la pedagogía y las tecnologías, para poder desarrollar imágenes en relieve. A diferencia de otras técnicas que se limitan exclusivamente al uso de impresoras 3D, desde los Estudios Durero, comienzan en primer lugar con un estudio exhaustivo de la obra pictórica (de manera individual) que se desea representar. Esto implica, no sólo lo relacionado con los contenidos de arte, sino con el estilo del autor, la historia y el momento en que se llevó a cabo, la técnica desarrollada, el significado de la obra, y toda la información necesaria que permita conocer de una manera más fidedigna la obra. Cuanta mayor información se obtenga, mejor comprensión de la obra alcanzarán, y por lo tanto, mejor resultado podrán aportar para enriquecer la experiencia de la persona discapacitada visual al experimentar con la obra. Es por esto, que desde los Estudios Durero insisten en la importancia de los diversos campos y las distintas herramientas en el proceso. Para el desarrollo de ésta técnica, no solo es necesaria la colaboración de técnicos e informáticos, sino de historiadores de arte, diseñadores, artistas gráficos, retocadores, pero sobre todo, invidentes.

Fig. 80



Para poder perfeccionar matices, la colaboración con personas invidentes a lo largo del proceso resulta fundamental. Sin ellos, el resultado no sería verdaderamente una vía de accesibilidad para el arte. A diferencia de la técnica del proyecto Unseen Art, el proyecto didú incluye color en sus obras. No todos los discapacitados visuales cuentan con una ceguera total, de tal forma que si una persona con discapacidad visual que es capaz de distinguir manchas de colores, no va a ser capaz de enriquecerse como lo haría si las obras adaptadas estuviesen coloreadas, o si una persona vidente también visita la exposición. El proyecto Unseen Art solo distingue mono tonos de grises. Por otro lado, también destaca el material de los proyectos. Todas las obras representadas a través del primer proyecto están elaboradas y fabricadas con el mismo material, es decir, se trata de reproducciones homogéneas. Se debe tener en cuenta que los ojos de una persona con deficiencia visual están situados en el tacto: todos aquellos detalles que aporten matices, características y nueva información a través de estímulos y sensaciones táctiles aportarán mayor valor a la experiencia de acercamiento al arte. Por lo tanto, podemos concluir que, el uso de impresoras 3d satisface únicamente la necesidad de una persona invidente sobre el aspecto de un rostro, un cuerpo, o una forma volumétrica, pero no permite distinguir nada más.

» Proyecto GuiaHme

Se trata de un proyecto de realidad virtual que nace de la necesidad de una profesora ante la dificultad de explicar los circuitos eléctricos en los grados universitarios de ingeniería a alumnos con deficiencia visual.

La explicación de la docente sobre los circuitos eléctricos requería de diferentes colocaciones visuales de las partes del circuito, y la interacción entre ellas en función de las posibles y diferentes colocaciones y conexiones, para poder entender los tipos de resultados que podían darse en el circuito. A pesar de haber probado los diferentes y conocidos métodos que se emplean en el mundo de la docencia a discapacitados visuales, como por ejemplo los rotuladores de gel. El docente o el voluntario que acompaña a las clases al alumno con ceguera, marca la estructura del circuito con los rotuladores de gel. El gel, conforme se va secando, va adquiriendo un volumen. Este volumen se entiende como un relieve que el alumno con discapacidad visual puede percibir a través del tacto.

Sin embargo, la profesora de este proyecto se percató que esta técnica en lugar de ayudar al alumno invidente, limitaba su autonomía. Cabe destacar que esta técnica no hace únicamente referencia a la explicación en la docencia de circuitos eléctricos, sino que puede aplicarse a cualquier explicación que implique una colocación o comprensión de algo lineal (como un diagrama de flujo, un dibujo, una caligrafía, etc).

Para desarrollar GuiaHme, se propuso como solución la utilización de un dispositivo háptico cinestético (un dispositivo que a través de la fuerza virtual, retroalimenta al usuario). El resultado se basaba en que, la fuerza visual del dispositivo permitía al alumno dejarse llevar a través de la forma y las conexiones de los circuitos. Además, se ofrecía diferentes tipos de navegación para la mejora de la comprensión de las formas.

La prueba de esta idea con alumnos ciegos fue muy positiva, porque realmente servía de ayuda para ellos. Sin embargo, los circuitos eléctricos cuentan con más de una forma, además de unos componentes que debemos conocer su ubicación e incluso sus valores. Es decir, se necesitaba una alternativa más compleja que permitiese incluir texturas cinestéticas. Por ello, se implementaron vibraciones cinestéticas que se convirtiese, a través de un identificador, en una onda o un componente o un valor eléctrico dependiendo de la frecuencia de las vibraciones.

Su implementación con estudiantes invidentes fue muy positiva y supuso un avance en el estudio autónoma de los mismos. La solución finalmente no terminó siendo distribuida ante el impedimento o la dificultad de las asociaciones por incluir o mejorar las tecnologías en función de las necesidades que van surgiendo.

» Modelos hápticos fabricados en PLA



Fig. 81

Al igual que en los proyectos anteriores, la impresión 3D ha facilitado el acceso de las personas invidentes a experiencias con mayor detalle que, de otra manera, sería costosa de conseguir. Y es que no sólo se puede utilizar para explicar temario en la docencia o para experimentar cómo es una obra artística, sino que también se pueden utilizar para conocer lugares.

Recientemente se han desarrollado modelos hápticos a través de la impresión 3d de la arquitectura checa para permitir a los discapacitados visuales conocer lugares como la Villa Tugendhat, el Jardín de las Flores de Kromeriz, o la zona de Lednive-Valtice. La representación de estos lugares se lleva a cabo a pequeña escala, de tal forma que en una placa de aproximadamente un tamaño A4 se puede conocer la vista en planta de los edificios con todo tipo de detalles, además de otras láminas adicionales que completen aún más la información (ornamentos o vistas frontales).

La idea de utilizar la impresión 3D se basa en poder elaborar modelos para discapacitados visuales que no se basen en la belleza del mismo, sino en aportar percepciones que permitan a estos usuarios entender al completo el objeto.

Desde PrusaLab, comenzaron a lanzar prototipos con gran nivel de detalle, pero tras la primera prueba con usuarios invidentes, se dieron cuenta de que, a diferencia de lo que se cree, mayor nivel de detallado no ayuda a describir un objeto con mayor exactitud, sino más bien todo lo contrario, confunden al usuario. Las características que debían de tener estos modelos son:

- Fácil impresión.
- Capacidad de renderizado de detalles finos y cantidades grandes de capas.
- Fácil post-procesamiento de los modelos

El uso del PLA permite la elaboración de diseños con gran detallado y precisión de detalles, además de alcanzar la impresión de grandes cantidades de capas (y muy finas) de un modelo, pudiéndose modificar la superficie una vez impreso el modelo. El PLA (ácido poliláctico) es un material fácil de pegar, marcar y colorear. Este material no tiene costuras, lo cual es muy importante cuando se trata de la impresión en 3d de modelos con gran cantidad de detalle (porque puede confundir o distraer al usuario).

Como resultado de este proyecto, nace el libro Kamil – Painter of Dreams, que cuenta con una gran biblioteca de modelos hápticos (que se pueden descargar de manera gratuita en la página de Prusa Printer. (Horak, 2022)



Fig. 82

» Escultura háptica



Fig. 83

La percepción háptica se encarga de codificar los estímulos que llegan al cerebro a través de los receptores cutáneos distribuidos a lo largo de todo nuestro cuerpo, para poder proporcionar una información útil sobre el entorno. El movimiento es fundamental en el proceso de la percepción táctil, pues nos permite adquirir las formas, durezas y texturas de un objeto. Cuando una persona invidente desea conocer más información a través del tacto, comienza con el movimiento de sus manos a explorar y obtener la información que considere. La base del aprendizaje de una persona invidente se trabaja integrando toda la información conseguida a través del tacto, de manera consciente y no automática. El Centro Háptico de Investigación Propioceptiva lleva a cabo numerosas exposiciones de creaciones plásticas que se basan en la percepción táctil. Su responsable, que entiende lo háptico como algo fisiológico, utiliza el tacto para elaborar sus creaciones, abandonando la idea de que la pintura o la

escultura se limitan a ser artes visuales, para poder cargarlas de criterio táctil.

En sus obras, podemos apreciar fuerza y dinamismo trabajado desde una visión háptica.

Fig. 84



» Proyecto Shapereader

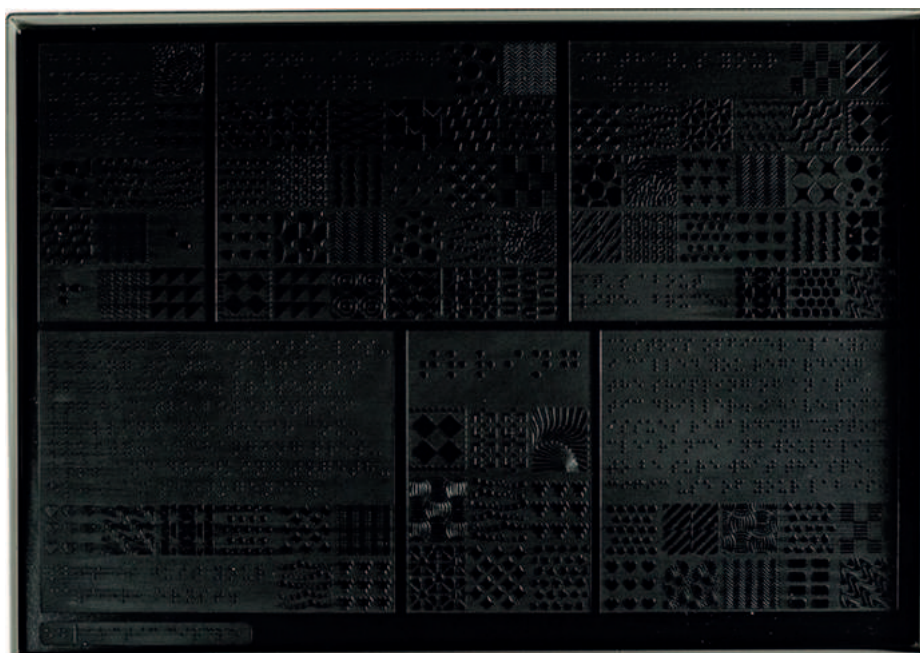


Fig. 85

Al igual que en los proyectos anteriores, la impresión 3D ha facilitado el acceso de las personas invidentes a experiencias con mayor detalle que, de otra manera, sería costosa de conseguir. Y es que no sólo se puede utilizar para explicar temario en la docencia o para experimentar cómo es una obra artística, sino que también se pueden utilizar para conocer lugares. (SHAPERREADER, s/f)

Para las personas con discapacidad visual, el acceso a las artes visuales tiende a ser problemático, a pesar de los esfuerzos de muchos museos y centros artísticos por aportar diferentes alternativas que puedan solventar esta situación. A lo largo del tiempo los espacios de arte público y establecimientos educativos han ido reconfigurando sus programas y métodos para poder aplicar un enfoque social que incluya al mayor número de personas, especialmente a discapacitados visuales.

Estas nuevas programaciones cuentan con visitas guiadas adaptadas, programas basados en la tactilidad a través de superficies rugosas, con recorridos de texturas y con áreas y espacios de manipulación de objetos que son réplicas, diagramas táctiles o estructuras en relieve. También se ha aumentado la inclusión de materiales blandos en las estructuras para aumentar aún más esa sensibilidad háptica para la comprensión del arte. Así nace “Shapereader”. Se trata de un lenguaje táctil construido específicamente para una comunidad, en este caso, diseñado para usuarios con discapacidad visual. Se ha creado desde cero buscando siempre: simplicidad, facilidad de memorización y distinción.

Está compuesto por un repertorio de tactigramas expandidos que buscan provocar estímulos hápticos para las características de la semántica, lo conceptual y los atributos textuales. A diferencia de otro tipo de proyectos, “Shapereader” no sigue ningún alfabeto ni código pre-existente como por ejemplo el Braille. Para su elaboración se basa en la sencillez, la búsqueda de la memorización y la comprensión para todo tipo de usuario sea cual sea su nacionalidad, nivel educativo o grado de discapacidad visual. Se trabaja con el sentido táctil en vivo, y que no necesita de ninguna formación previa. La exposición cuenta con un conjunto escenográfico que se puede incluir en diversidad de lugares y espacios distintos, que se pueden acomodar a dicho espacio con ajustes mínimos. Este proyecto innovador, financiado por el Instituto finlandés Koneen Saatio (2013), fue diseñado por Ilan Manouach, quien pretendía elaborar un sistema que implicase el uso del sentido táctil en bruto. Para su elaboración, se llevaron a cabo numerosos intentos y experimentaciones de prueba y error para poder perfeccionar el resultado final. Los tactigramas que componen Shapereader buscan proporcionar un equivalente desde el sentido háptico para actos, emociones, personajes, objetos, etc.

Fig. 86





Fig. 87

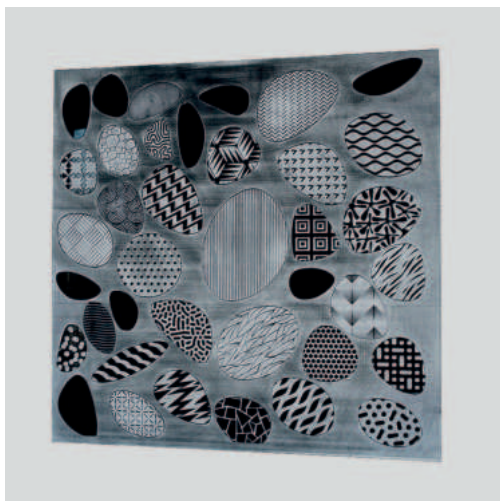


Fig. 88

Por ejemplo, una categoría de formas está asignada a la representación de afectos y emociones, tales como alegría, miedo, tristeza, remordimiento, malestar o ansiedad entre otras. Para cada emoción o afecto, podemos distinguir tres intensidades que incrementan unas respecto de las otras. Cuanto mayor grado de intensidad se le quiere otorgar a un afecto, mayor será el tamaño de sus elementos hápticos. La forma de representar cada tipo de afecto, en este caso, se basa en los principios básicos de proximidad y contigüidad.

»»» Tableros de comunicación

Para alcanzar la comprensión del lecto con Shapereader, se han diseñado seis tableros de comunicación de mano, y tres paneles de mayor escala. Todos ellos contienen tactigramas para 210 formas diferentes, que se utilizan para generar equivalentes a las características o sucesos principales de la historia que se transmite.

Las formas, a su vez, se clasifican en diversos grupos en función de su contenido o función semántica, de forma que sea más fácil para el usuario la comprensión del mensaje que se comunica. Algunas de esas categorías son:

- Objetos
- Personajes
- Emociones y afectos
- Ajustes
- Actos
- Dispositivos gráficos o textuales



Fig. 89



Fig. 90

»»» Talleres Shapereader

A pesar de que Shapereader es un proyecto que no requiere de ningún tipo de formación previa, se han elaborado talleres para permitir a los lectores con discapacidad visual y los videntes conocerse y disfrutar de la experiencia juntos.



Fig. 91

A lo largo de los talleres, se enseña a los participantes a no prestar atención a los estímulos visuales para poder centrar todo el foco de atención en la activación del sentido táctil en la diferenciación de las formas y elementos. La finalidad de estos talleres busca la concienciación del uso de un material destinado a un arte narrativo háptico que se percibe a través de un conjunto de símbolos que atribuyen a diferentes significados y funciones.

Fig. 92





MARCO TEÓRICO



ESTADO DEL ARTE



MARCO EXPERIMENTAL



DISEÑO FINAL

En base a los estudios realizados sobre el color, las texturas e investigando entorno al ámbito de la discapacidad visual, se han desarrollado unas primeras alternativas de texturas. Una vez realizada la fase de investigación sobre el color y las texturas, se han llevado a cabo diferentes experimentaciones sobre la vinculación entre textura y color, que se someten a un proceso de prueba y error a través de la comprobación constante con usuarios videntes y discapacitados visuales.

III. 1. PRIMERA EXPERIMENTACIÓN

La primera experimentación parte de una representación del color basada en todo el estudio teórico previo realizado. Se han diseñado un total de 20 texturas visuales diferentes que buscan evocar a 10 colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, morado, marrón, gris, blanco y negro. Para la elaboración de estos diseños se buscan la relación con conceptos de las teorías del color, o bien con elementos cotidianos que recuerdan a un color en concreto. Para esta primera prueba se ha contado con la colaboración de 5 usuarios videntes, de diferentes edades y con diferentes estudios, para conseguir recopilar información y opiniones vistas desde puntos de vista muy distintos. Cabe destacar la importancia de la colaboración con personas videntes para las primeras experimentaciones, de tal forma que a la hora de probar futuros diseños de texturas vinculadas con color con personas discapacitadas, el proceso de experimentación haya madurado gracias a las pruebas anteriores.

Como se ha mencionado en la explicación a cerca de la metodología seguida para la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado, cada experimentación se vale de un “focus group”, que, como se mencionó en dicho apartado, se trata de una técnica de investigación cualitativa que consiste en reunir a un conjunto de personas para que opinen, debaten y comenten entorno a un tema de investigación. Resulta ser una técnica que aporta gran valor gracias a la cantidad de puntos de vista que pueden aportar los integrantes que lo conformen que sirven para mejorar y perfeccionar aquello entorno a lo que se está investigando.

Para el “focus group” utilizado para esta primera experimentación, han participado los siguientes usuarios:

1. **Pablo González.** (24 años) Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.
2. **Elías Benavides.** (41 años) Estudiante de Educación Social.

3. **Ana Eva García.** (41 años) Trabajadora de la Funge (UVa).
4. **Teresa Nieto.** (25 años) Estudiante de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.
5. **Rut Espina.** (45 años) Ingeniera de las Telecomunicaciones.

III. 1.1. TEXTURAS PROPUESTAS

Las texturas utilizadas para esta primera experimentación han sido las siguientes:

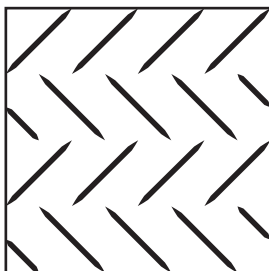


Fig. 93

Vinculación con: **ROJO**

Se ha buscado la representación de líneas con acabados puntiagudos, buscando la representación de la agresividad y la fuerza con líneas rectas que no llegan a cortar pero tienen direcciones contrarias.

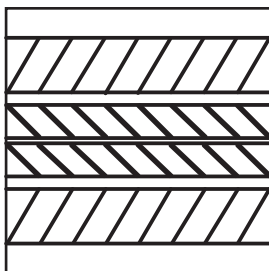


Fig. 94

Vinculación con: **GRIS**

Representación del dibujo de las ruedas de los coches, un elemento fuertemente relacionado con el gris.

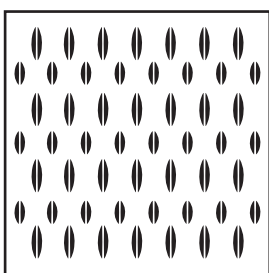


Fig. 95

Vinculación con: **MARRÓN**

Vinculación del color marrón con formas que recuerdan a los granos del café.



Fig. 96

Vinculación con: **VERDE**

Se persigue la representación de una planta, una forma de la naturaleza, sencilla y que resulte relajante.

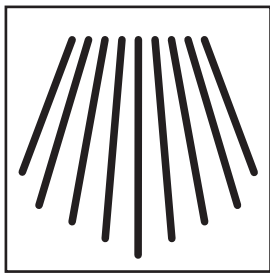


Fig. 97

Vinculación con: **AMARILLO**

Representación lineal de los rayos del sol. Se persigue el concepto del “Método Feelipa” de la representación del amarillo con una línea recta, pero en este caso, repetida y formando una especie de abanico luminoso.

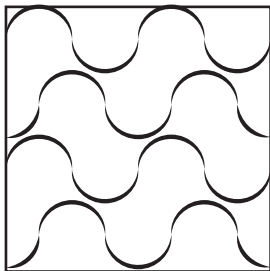


Fig. 98

Vinculación con: **AZUL**

Representación simplificada de la ondulación de las olas del mar, en relación con la vinculación estudiada previamente entre las formas curvas y el color azul.

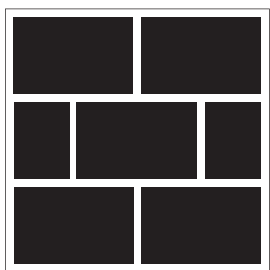


Fig. 99

Vinculación con: **ROJO**

Representación de una pared de ladrillo.

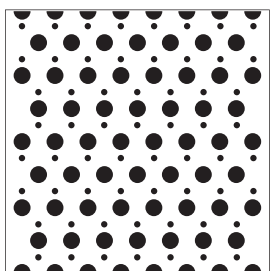


Fig. 100

Vinculación con: **NARANJA**

Se busca una representación que simule una superficie granulosa.

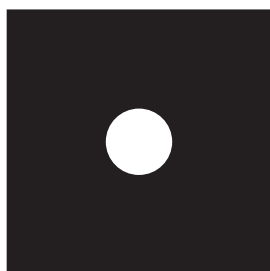


Fig. 101

Vinculación con: **NEGRO**

Se genera un contraste entre un todo de gran superficie (un silencio eterno) con un todo de pequeño tamaño (una breve pausa), siguiendo el concepto de la teoría del color según Kandinsky.

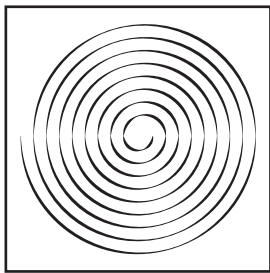


Fig. 102

Vinculación con: **AZUL**

Representación del color buscando formas curvadas, la forma de una caracola o una espiral con ondulaciones.

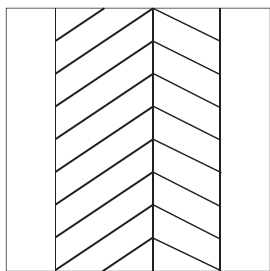


Fig. 103

Vinculación con: **GRIS**

Segunda representación del gris modificando el diseño previo buscando su simplificación.

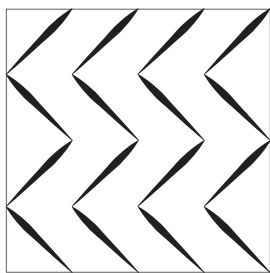


Fig. 104

Vinculación con: **ROJO**

Otra representación del color rojo utilizando líneas con acabado en punta y que resulte agresivo.

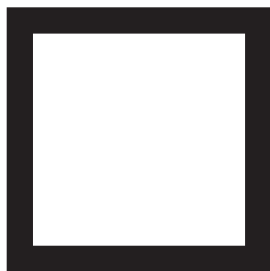


Fig. 105

Vinculación con: **BLANCO**

Representación de un todo de ausencia, enmarcado en su color opuesto.

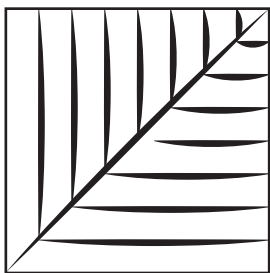


Fig. 106

Vinculación con: **VERDE**

Segunda propuesta de representación del color verde modificando el acabado de las líneas.

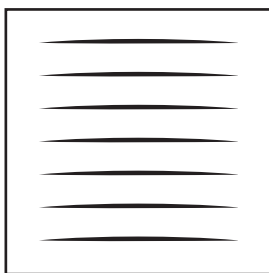


Fig. 107

Vinculación con: **AMARILLO**

Representación de la línea horizontal del amarillo con una variación en la forma de la línea.

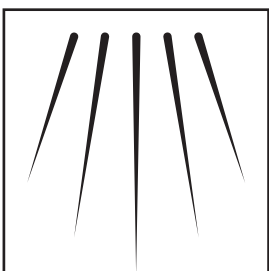


Fig. 108

Vinculación con: **AMARILLO**

Representación del amarillo con el mismo objetivo que las anteriores.

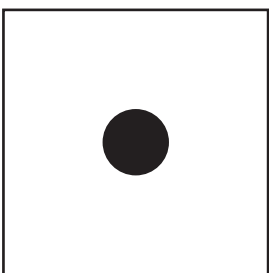


Fig. 109

Vinculación con: **BLANCO**

Representación del blanco con el mismo objetivo de complementar al color negro.

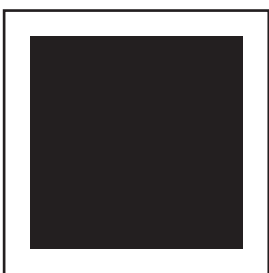


Fig. 110

Vinculación con: **NEGRO**

Representación del negro complementado con el blanco, siguiendo la misma metodología que para la representación anterior del color blanco.

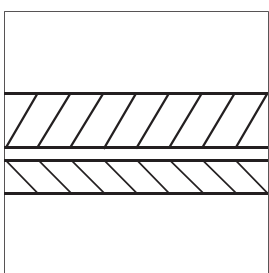


Fig. 111

Vinculación con: **MARRÓN**

Tercera modificación simplificada de la primera representación del color marrón.

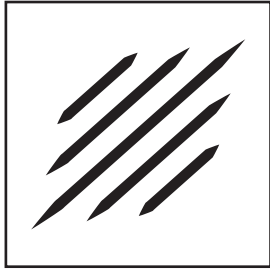


Fig. 112

Vinculación con: **ROJO**

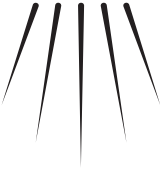
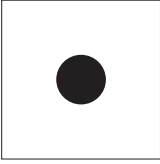
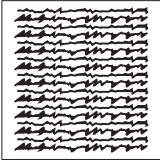
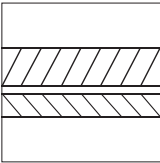
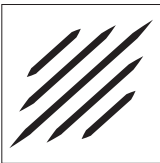
Representación del rojo como una muestra agresiva, con líneas en diagonal y acabados marcados.

III. 1.2. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN

A continuación se muestran los resultados del proceso de prueba con usuarios videntes:

	PABLO G.	ELÍAS B.	ANA EVA G.	TERESA N.	RUT E.
	NEGRO	GRIS	GRIS	GRIS	BLANCO
	GRIS	VERDE	GRIS	AMARILLO	GRIS
	MARRÓN	MARRÓN	MARRÓN	MARRÓN	MARRÓN
	VERDE	AMARILLO	VERDE	AMARILLO	AMARILLO
	AMARILLO	BLANCO	AMARILLO	CREMA	AMARILLO
	AZUL	AZUL	AZUL	AZUL	AZUL

	PABLO G.	ELÍAS B.	ANA EVA G.	TERESA N.	RUT E.
	ROJO	ROJO	NARANJA	ROJO	ROJO
	NARANJA	NARANJA	GRIS	ROSA	AZUL
	BLANCO	BLANCO	NEGRO	ROJO	NEGRO
	NEGRO	NEGRO	MARRÓN	NEGRO	MORADO
	GRIS	MARRÓN	GRIS	AMARILLO	AMARILLO
	GRIS	ROSA	ROSA	MORADO	NEGRO
	NEGRO	BLANCO	AZUL	AZUL	BLANCO
	ROJO	GRIS	VERDE	GRIS	MARRÓN
	ROJO	AMARILLO	NEGRO	AZUL	ROJO

	PABLO G.	ELÍAS B.	ANA EVA G.	TERESA N.	RUT E.
	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	DORADO	AMARILLO
	NEGRO	NEGRO	BLANCO	ROJO	BLANCO
	NEGRO	NEGRO	NEGRO	MARRÓN	NEGRO
	GRIS	GRIS	NEGRO	AMARILLO	GRIS
	NEGRO	ROJO	ROJO	VERDE	AZUL

III. 1.3. CONCLUSIONES OBTENIDAS

Las texturas que han sido acertadas por todos los usuarios son las de los colores correspondientes al:

- Marrón (textura nº3)
- Azul (textura nº6)
- Amarillo (texturas nº5 y nº16)
- Rojo (textura nº7)

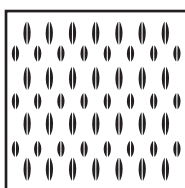


Fig. 113

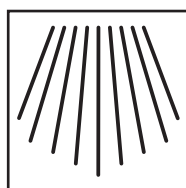


Fig. 114

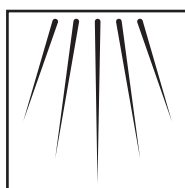


Fig. 115

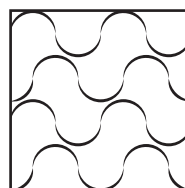


Fig. 116

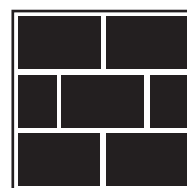


Fig. 117

La textura que ha sido definida por unanimidad como marrón, estaba originalmente pensada como naranja, sin embargo, muchos usuarios han comentado su semejanza con granos de café, y de ahí, la relación con el color marrón. Las texturas representantes del amarillo en las opciones 4 y 15 han recordado, en el primer caso a una espiga, o al color característico de la paja, y la segunda textura, han recordado a los rayos del sol, a una corona divina, o algo relacionado con lo celestial, con lo divino, que han vinculado con el color amarillo, la luz o lo dorado. Para el color azul, los usuarios han relacionado la curvatura de las texturas con la forma curvada de las olas del mar.

En el caso del rojo, en un primer momento, antes de realizar estas pruebas con usuarios, la textura que según los estudios y la investigación previa que más coincidía con el color era la representada en primer lugar, pues los elementos son cortantes, agresivos y las terminaciones lineales son puntiagudas. Sin embargo, a la hora de presentar las texturas con usuarios reales, las formas y características de la texturas han recordado a casi todas las personas a colores metálicos, además de una ligera semejanza con las estructuras metálicas con relieves propensas a aparecer en escaleras industriales. Por el contrario, la textura número 7, al alternar formas rectangulares se asemeja a una pared de ladrillo, que relacionan con mayor rapidez con el rojo que la anterior.

Por último, otra textura que ha sido acertada por varios usuarios, ha sido con dos de las representaciones del color gris, en concreto las texturas número 2 y número 19, que recuerda a las yantas de un coche.

Después de efectuar esta primera experimentación de texturas visuales con personas videntes, y tras realizar un análisis crítico de los resultados obtenidos, podemos concluir que se trata de un estudio principalmente figurativo. El motivo de esta característica reside en la investigación acerca del modo de aprendizaje que tienen las personas completamente invidentes sobre los colores, que se efectúa a través de relaciones con objetos (el café, es marrón, la fresa es roja y el sol es amarillo). También cabe destacar, que se busca la representación de las texturas en diferentes escalas. Debe recordarse que el objetivo del proyecto no está limitado a la aplicación a mosaicos arquitectónicos exclusivamente, aunque sea una de las principales aplicaciones, sino que se persigue la sistematización del uso de las texturas y los colores vinculados entre ellos para personas con deficiencia visual. En el caso de la posible aplicación a mosaicos arquitectónicos, es decir, la representación de las texturas en las teselas, la escala real de estas piezas es de pequeño tamaño, y su aplicación en mosaicos, que cuentan con una gran cantidad de colores, resulta importante realizar texturas aplicables a pequeñas y grandes superficies, y que independientemente del tamaño de estas superficies se comprenda la textura.

Como se ha mencionado en la investigación sobre la discapacidad visual, en el momento de elaborar elementos que transmiten información a través del tacto, a menor cantidad de elementos, mejor se transmite la información, y cuanto más cantidad de elementos y alturas, menor capacidad de comprensión de la información háptica que se busca transmitir, además de la generación de dudas y fallos de concepto.

Por ende, se opta a la realización de una segunda hipótesis de las texturas. En esta segunda hipótesis, en lugar de introducir varias alternativas para la representación de cada color, se procede a la selección de una textura, simplificada y aplicando las conclusiones de la primera experiencia.

III. 2. SEGUNDA EXPERIMENTACIÓN

Para la segunda prueba se experimentará sobre texturas hápticas. Debido a las conclusiones obtenidas en la primera experimentación, y debido a la tendencia constante de realizar elementos figurativos en lugar de texturas, se ha procedido a la realización de dos estudios en esta misma experimentación, por un lado, la vinculación entre color y sentimientos, y por el otro, se busca la vinculación entre textura y sentimientos, estableciendo como punto de encuentro las emociones y los sentimientos para poder vincular finalmente el color con las texturas.

Como se ha mencionado anteriormente, la metodología de investigación se realizará a través de un “focus group” compuesto por integrantes, todos de ellos videntes, que comenzarán en un primer lugar experimentando con el estudio de vinculación entre textura y sentimientos, y en segundo lugar por el estudio de vinculación entre color y sentimientos.

III. 2.1. ESTUDIOS REALIZADOS

III. 2.1.1. VINCULACIÓN DE COLOR Y SENTIMIENTOS

Por un lado, se probarán las texturas comentadas y elaboradas en función de la investigación sobre el color y su vinculación con las emociones y sentimientos que evocan. Se toman como referencia las texturas y conclusiones obtenidas del primer experimento, persiguiendo la simplificación de las formas y evitando la representación de las mismas como dibujos.

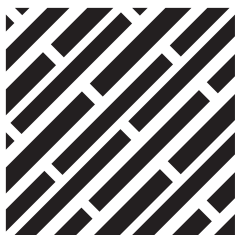


Fig. 118

ROJO

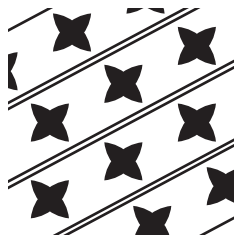


Fig. 119

MORADO

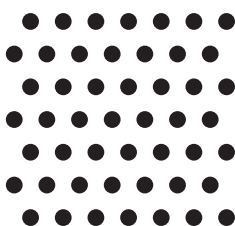


Fig. 120

NARANJA

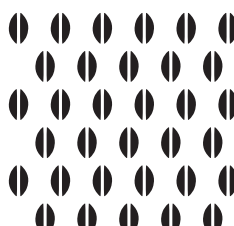


Fig. 121

MARRÓN



Fig. 122

AMARILLO

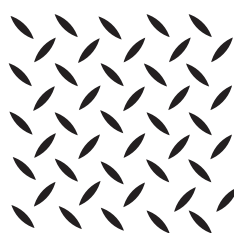


Fig. 123

GRIS

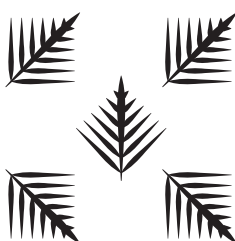


Fig. 124

VERDE

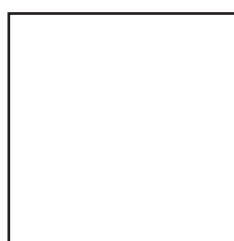


Fig. 125

BLANCO

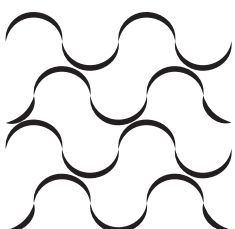


Fig. 126

AZUL

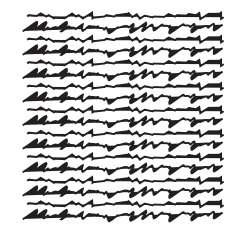


Fig. 127

NEGRO

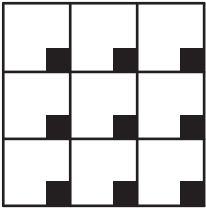

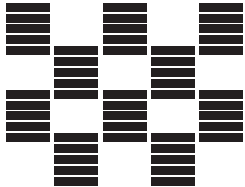

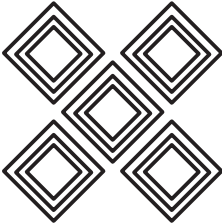
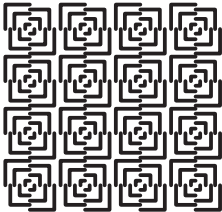

III. 2.1.2. VINCULACIÓN DE TEXTURA Y SENTIMIENTOS

Por otro lado, se efectuará una prueba de vinculación entre textura y sensación. Debida a la escasa información relacionada con las texturas y su aplicación al mundo háptico de las personas con discapacidad visual.

Para ello, se ha tomado como referencia el proyecto “Shapereader” por ser el más afín con los objetivos del TFG. Se trata de uno de los estudios más completos y más evolucionados que se han encontrado en la fase de investigación, y que cuenta con numerosas pruebas hápticas entre las que elegir las más adecuadas para esta experimentación. En los paneles de “Shapereader” se representan, entre otras cosas, emociones y sentimientos. Una vez relacionados estas texturas con unos colores, se seguirá la misma metodología que en el caso anterior, reuniendo al mismo “focus group” de 10 integrantes que se utiliza para la vinculación entre el color y los sentimientos, con el mismo enunciado e instrucciones que se han estado estableciendo: relacionar 10 texturas con 10 colores, sin posibilidad de repetir. A lo largo del tiempo, el concepto “Shapereader” se ha ido adaptando a diferentes cuentos, cómics e incluso experiencias hápticas. Algunos de ellos son: “Ladrillos de té”, “Hágada tátil”, “Círculo ártico” o “Metopa”.

Para el proceso de vinculación con las texturas “Shapereader” se ha escogido la primera novela táctil del proyecto: “Círculo ártico”. La novela original narra la historia de dos climatólogos perforando una columna de hielo del Polo Norte. Son varias las láminas que componen esta adaptación, pero para la vinculación de conceptos se ha elegido una de ellas. Obteniendo el significado que busca representar cada textura de esta lámina, se ha buscado la relación entre los significados de cada textura “Shapereader” y el significado de los colores según el estudio de investigación realizado anteriormente.

TEXTURA	SIGNIFICADO	COLOR	CARACTERÍSTICA DEL COLOR
	Ansiedad	Rojo	<ul style="list-style-type: none">- agresividad- fuerza- intensidad
	Descanso	Morado	<ul style="list-style-type: none">- mundo de los sueños- espiritualidad- noche

TEXTURA	SIGNIFICADO	COLOR	CARACTERÍSTICA DEL COLOR
	Glaciar	Azul	<ul style="list-style-type: none"> - frío - agua
	Descanso	Morado	<ul style="list-style-type: none"> - mundo de los sueños - espiritualidad - noche
	Geiser	Amarillo	<ul style="list-style-type: none"> - horizontalidad - linealidad - única dirección
	Musgo ártico	Verde	<ul style="list-style-type: none"> - naturaleza - vitalidad - pureza
	Trineo de perros	Marrón	<ul style="list-style-type: none"> - terrenidad - soporte
	Morsa	Gris	<ul style="list-style-type: none"> - neutralidad - falta de energía
	Ropa polar	Negro	<ul style="list-style-type: none"> - mantenimiento del calor - oscuridad - frío

Para la realización de los prototipos, se ha utilizado una tecnología de impresión 3d en PLA. Para esta primera prueba, se han establecido valores muy elevados para las texturas en relieve con el fin de facilitar su percepción. Sin embargo, tras realizar la prueba con los usuarios, se han establecido para las siguientes experimentaciones unas alturas del relieve de las texturas de 0,5 mm, un valor establecido por la ONCE para la correcta lectura del braille. Para esta prueba, los usuarios que conforman el “focus group” han sido en su totalidad videntes:

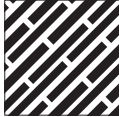
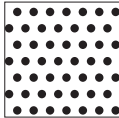


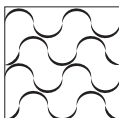

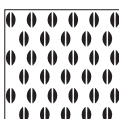
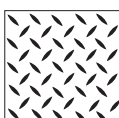

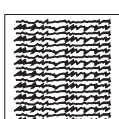
1. **Alba García.** (20 años) Estudiante de Biomedicina.
2. **Blanca Sierra.** (19 años) Estudiante de Química.
3. **Laura Calleja.** (18 años) Estudiante de Medicina.
4. **Silvia García.** (18 años) Estudiante de Medicina.
5. **Carmen Félix.** (24 años) Estudiante de Terapia Ocupacional.
6. **Carla Trasar.** (19 años) Estudiante de Biomedicina.
7. **Irene Cabrera.** (20 años) Estudiante de Medicina
8. **Enma Fernández.** (19 años) Estudiante de Medicina.
9. **Eva Zanduetta.** (20 años) Estudiante de Óptica.
10. **Pablo González.** (23 años) Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.

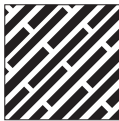
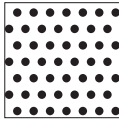
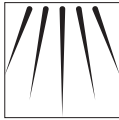

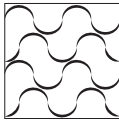
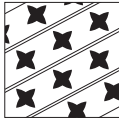
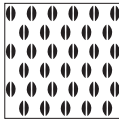
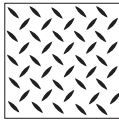

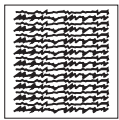
Para la realización de la prueba, se estableció de manera individual y en orden, de tal forma que no se sintieran condicionadas las respuestas de unas personas respecto de las otras. Se establecieron como requisitos, en primer lugar, la percepción de las texturas a través del tacto y de la vista, pensando en lo que cada color les transmite, les recuerda o les genera, y asociar estas emociones o sensaciones a las texturas que percibían, y en relación a su respuesta, debían asignar los 10 colores mencionados (rojo, naranja, amarillo, verde, azul, morado, gris, marrón, blanco y negro) con cada textura, sin la posibilidad de repetir y de cambiar de opción en caso de encontrar una textura que recuerda más a otro color que ya haya sido mencionado.

Cabe destacar que, a pesar de ser todos los usuarios estudiantes universitarios, muchos de ellos no cuentan con los conocimientos o la formación entorno al color que puede tener una persona que se dedica a la pintura, que se ha formado sobre el arte, o que conoce aspectos básicos sobre el diseño, lo cual es bastante importante porque se parte de un desconocimiento mental absoluto y el valor de las sensaciones es mayor.

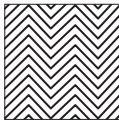
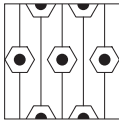


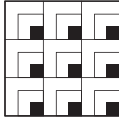


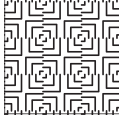


III. 2.2. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN


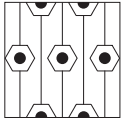


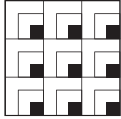


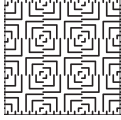


III. 2.2.1. VINCULACIÓN DE COLOR Y SENTIMIENTOS

		ALBA G.	BLANCA S.	LAURA C.	SILVIA G.	CARMEN F.
ROJO		ROJO	ROJO	MORADO	AZUL	AMARILLO
NARANJA		MORADO	NEGRO	ROJO	VERDE	MORADO
AMARILLO		AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AMARILLO	AZUL
VERDE		GRIS	VERDE	MARRÓN	BLANCO	GRIS
AZUL		AZUL	AZUL	GRIS	NARANJA	NARANJA
MORADO		BLANCO	NARANJA	VERDE	MORADO	VERDE
MARRÓN		NARANJA	MORADO	NARANJA	MARRÓN	NEGRO
GRIS		VERDE	GRIS	NEGRO	ROJO	ROJO
BLANCO		MARRÓN	MARRÓN	BLANCO	GRIS	BLANCO
NEGRO		NEGRO	BLANCO	AZUL	NEGRO	MARRÓN

		CARLA T.	IRENE C.	ENMA F.	EVA Z.	PABLO G.
ROJO		GRIS	AMARILLO	MARRÓN	VERDE	ROJO
NARANJA		MARRÓN	MARRÓN	MORADO	AZUL	MORADO
AMARILLO		NARANJA	GRIS	AMARILLO	ROJO	AMARILLO
VERDE		VERDE	VERDE	VERDE	BLANCO	VERDE
AZUL		AZUL	AZUL	AZUL	MORADO	AZUL
MORADO		AMARILLO	NARANJA	NARANJA	AMARILLO	NEGRO
MARRÓN		ROJO	ROJO	GRIS	NARANJA	MARRÓN
GRIS		MORADO	MORADO	ROJO	MARRÓN	GRIS
BLANCO		BLANCO	BLANCO	BLANCO	NEGRO	BLANCO
NEGRO		NEGRO	NEGRO	NEGRO	GRIS	NARANJA

III. 2.2.2. VINCULACIÓN DE TEXTURA Y SENTIMIENTOS

		ALBA G.	BLANCA S.	LAURA C.	SILVIA G.	CARMEN F.
ROJO		ROJO	NEGRO	AZUL	NARANJA	GRIS
NARANJA		AZUL	BLANCO	ROJO	GRIS	BLANCO
AMARILLO		NEGRO	GRIS	MORADO	BLANCO	NEGRO
VERDE		AMARILO	VERDE	NEGRO	MARRÓN	VERDE
AZUL		BLANCO	MORADO	MARRÓN	NEGRO	NARANJA
MORADO		MORADO	AZUL	VERDE	AZUL	AZUL
MARRÓN		NARANJA	NARANJA	NARANJA	VERDE	ROJO
GRIS		MARRÓN	ROJO	BLANCO	ROJO	AMARILLO
BLANCO		VERDE	AMARILLO	AMARILLO	MORADO	MARRÓN
NEGRO		GRIS	MARRÓN	GRIS	AMARILLO	MORADO

		CARLA T.	IRENE C.	ENMA F.	EVA Z.	PABLO G.
ROJO		NEGRO	AMARILLO	NARANJA	AZUL	NEGRO
NARANJA		AMARILLO	GRIS	NEGRO	MORADO	AMARILLO
AMARILLO		MARRÓN	VERDE	ROJO	MARRÓN	NARANJA
VERDE		ROJO	MARRÓN	BLANCO	BLANCO	VERDE
AZUL		AZUL	ROJO	GRIS	NEGRO	BLANCO
MORADO		BLANCO	AMARILLO	AZUL	NARANJA	ROJO
MARRÓN		MORADO	NEGRO	MORADO	VERDE	GRIS
GRIS		VERDE	NARANJA	VERDE	ROJO	MORADO
BLANCO		NARANJA	AZUL	AMARILLO	AMARILLO	MARRÓN
NEGRO		GRIS	MORADO	MARRÓN	GRIS	AZUL

III. 2.3. PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN



Fig. 128

Fig. 129





Fig. 130



Fig. 131



Fig. 132

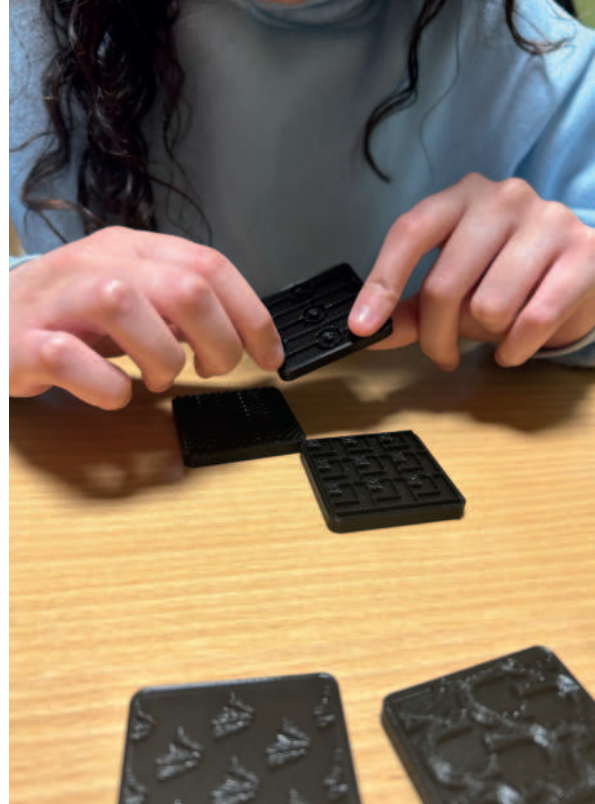
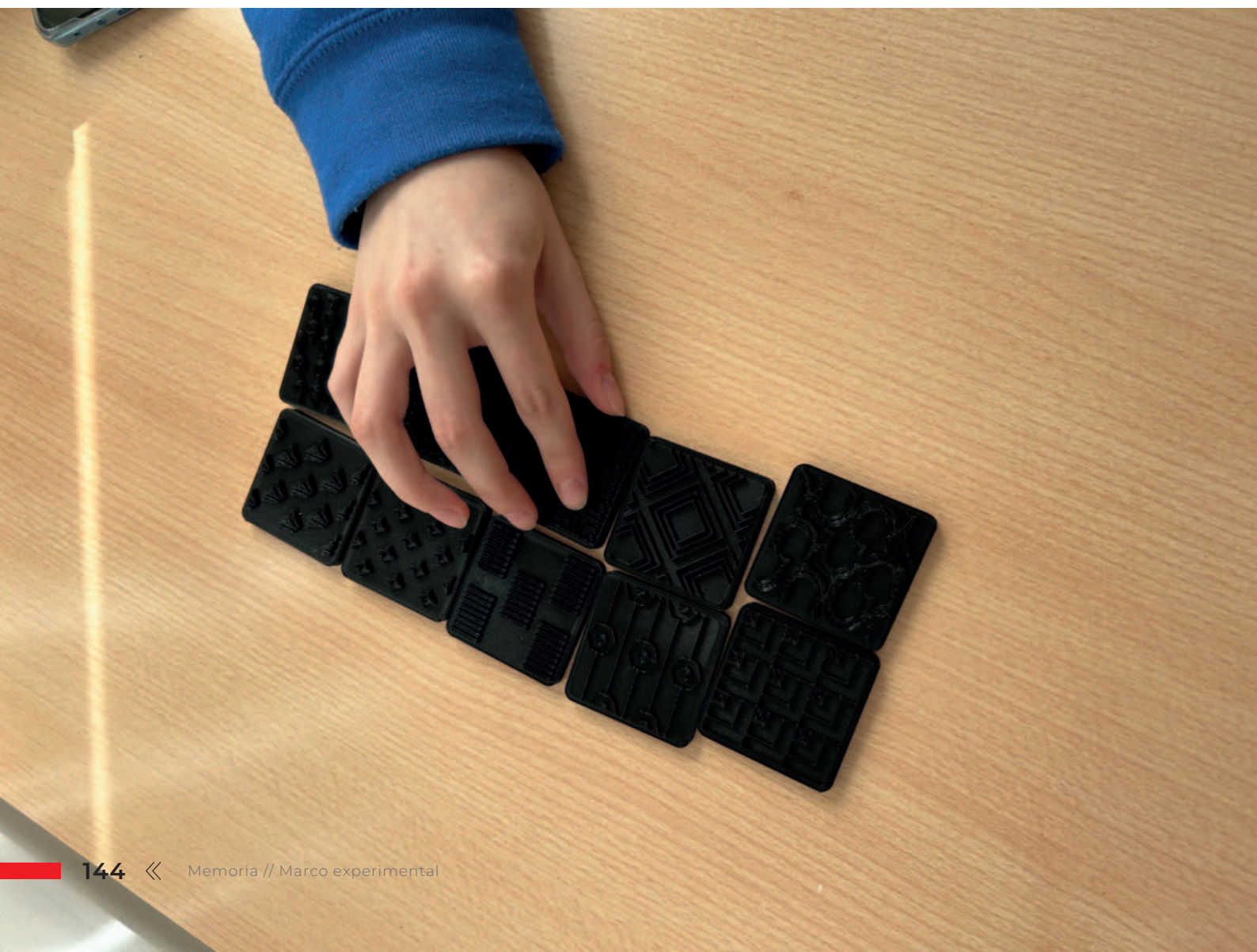


Fig. 133

Fig. 134

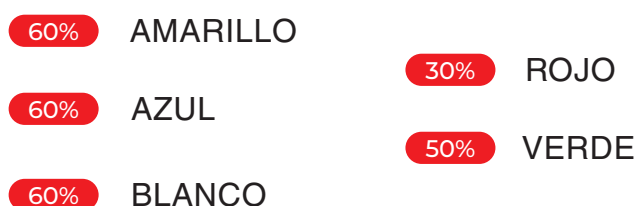


III. 2.4. CONCLUSIONES GENERALES

Del estudio de vinculación entre color y sentimientos, sacamos las siguientes conclusiones:

- Los colores que más fácil han resultado de reconocer han sido:
 - Amarillo – semejanzas con la luz del sol
 - Verde – semejanzas con la naturaleza
 - Azul – semejanzas con el mar y las olas
 - Blanco – semejanza con la pureza
 - Negro – semejanza con la textura de los cinturones del coche, además de guardar relación de aspectos opuestos con la textura en blanco.
- Los colores naranja y morado no han sido reconocidos por ningún usuario, y los colores rojo, gris y marrón han generado confusión (el marrón en ocasiones con el color negro por la relación con el aspecto de las betas de la madera).

Las texturas más acertadas han sido:



Por otro lado, se han sacado varias conclusiones sobre el estudio de vinculación entre las texturas y los sentimientos:

- La textura estrellada, que representaba el color blanco se han confundido en un 50% de los resultados con el color amarillo, debido a la asociación de las estrellas con ese color.
- La textura con figuras hexagonales, en muchos comentarios de los usuarios, recordaba en un primer momento a los paneles de las abejas, de color naranja y el amarillo, sin embargo, debido a los demás elementos de esa textura, los usuarios acababan rechazando ese color y cambiando su hipótesis inicial.
- La textura representante del negro recordaba en numerosas situaciones a las herraduras de los caballos, relacionándolas así con el gris en lugar con el negro.

- En el caso de la textura correspondiente al color morado, a muchos usuarios la forma alargada de gota ha recordado al color azul y al agua.
- La textura que representaba el color rojo se ha confundido en ocasiones con los colores gris y negro debido a su similitud con las yantas de las ruedas de un coche.

30%	VERDE	10%	ROJO
10%	AZUL	10%	MORADO

De los dos estudios propuestos podemos sacar beneficiosas conclusiones para el estudio, tanto de las texturas acertadas o más reconocidas como de aquellas que no han sido vinculadas con el color que se intentaba representar.

Por colores, se irán mencionando las diferentes características, anotaciones de los usuarios y las modificaciones que tendrán su textura representada para la elaboración de la siguiente experimentación.

III. 2.4.1. CONCLUSIONES DE CADA COLOR

ROJO

En la vinculación del color con el sentimiento, el rojo no ha sido de los más reconocidos; sin embargo, aquellos usuarios que han sido capaces de vincularlo lo han hecho a través de su similitud con una pared de ladrillos. En el caso de la vinculación de las texturas y los sentimientos, podemos concluir que no ha sido del todo acertada la textura seleccionada. A pesar de que, tras la investigación previa, se trate de una excelente representación de este color, pues se interpreta con líneas que se cortan, buscando esa fuerza, intensidad y esa superficie puntiaguda, en su lugar ha generado mayor confusión con elementos que visualmente o conceptualmente recordasen a esas formas puntiagudas (como ya se ha comentado anteriormente, las yantas del coche). Por ello, se opta por una simplificación mayor de la textura (girando el diseño propuesto) y juntando más los elementos geométricos para buscar esa sensación de textura.

NARANJA

La textura de puntos que vincula el color con el sentimiento no ha resultado exitosa, a diferencia de la que enlaza textura y sentimientos, que ha recordado con las formas hexagonales a paneles de abeja. Esto resulta muy positivo para futuras opciones de uno de estos dos colores. También cabe destacar la fatiga tanto visual como háptica que ha generado la textura del color naranja tomada del proyecto “Shapereader” por el exceso de elementos que la conformaban. Esto también resulta ser un detalle importante a tener en cuenta porque un excesivo número de elementos puede resultar contraproducente en lugar de ayudar a entender la representación del color.

AMARILLO

El amarillo representado en las texturas que enlazan el color con los sentimientos ha sido el color más entendido y percibido, además de con mayor rapidez, por los usuarios a lo largo del experimento. Una gran mayoría hacían referencias a “una corona”, “luz celestial”, “luz divina”, o “un rayo de sol”. Sin embargo, y a pesar de los buenos resultados, a la hora de adaptar este tipo de textura a un mosaico u obra artística de mayor tamaño, puede resultar dificultoso introducir esta textura en espacios tanto muy pequeños como muy grandes. A pesar de que en la estructura cuadrada que se utiliza como base para todas las texturas, es fundamental tener en cuenta que este proyecto tiene como fin su adaptación a formatos no necesariamente tan geométricas, como se ha comentado anteriormente.

VERDE

El color verde ha sido uno de los más acertados en ambas pruebas; en el caso de la vinculación entre textura y sentimiento, la forma recuerda en cierto modo a plantas o a formas de la naturaleza, al igual que la textura de la vinculación entre el color y el sentimiento. También cabe destacar, que en este segundo caso debe hacerse una modificación de forma debido a que, en lugar de una textura puede interpretarse que el diseño es un dibujo, que no es lo que se busca.

AZUL

El diseño utilizado en la vinculación del color y los sentimientos ha resultado bastante bueno por su rápida asociación por parte de los usuarios con las olas del mar, o esas formas curvas que caracterizan al agua. Sin embargo, en los resultados obtenidos de las pruebas sobre la vinculación entre la textura y los sentimientos, solo una persona relacionó el color con la textura, pero no por ninguna asociación o relación establecida. Por lo tanto, para los posteriores estudios continuaremos con la representación de este color a través de una textura que busque simular la curvatura de las olas del mar.

MORADO

Ha sido uno de los modelos menos acertados de todo el experimento. Las formas estrelladas utilizadas para la vinculación de color y sentimientos, en lugar de evocar a la galaxia o al espacio, recordaban a formas estrelladas, es decir, a colores como el blanco o el amarillo. Por otro lado, la textura utilizada para la vinculación de este color fue el naranja, es decir la textura de puntos. Debido a que la representación del color naranja va a ser modificada debidas las conclusiones obtenidas, se lleva a cabo también una reconfiguración de la textura representante del color morado.

MARRÓN

El color marrón ha sido uno de los menos acertados por los usuarios; en el estudio de vinculación entre color y sentimientos, se han dado respuestas con colores cálidos, como el rojo o el naranja, que de algún modo están relacionados con el marrón. Sin embargo, en el estudio de vinculación entre las texturas y los sentimientos, no ha sido una de las texturas que mejor haya transmitido el color.

GRIS

Para el estudio que toma como referencia las texturas del “Shapereader” no ha resultado representativa para ese color la textura utilizada. Por otro lado, para el estudio de vinculación entre el color y los sentimientos, solo el 20% ha pensado en las superficies metálicas de las escaleras, y por lo tanto en el color gris, mientras que otros han pensado en el color rojo, al recordar con esta textura la superficie de una fresa, o con el morado, como si de una flor se tratase. En otros casos, el gris ha evocado a formas metálicas, como en el caso del negro, a una herradura.

BLANCO

En el caso del blanco, en la textura de la vinculación entre el color y los sentimientos, ha sido muy curioso encontrar que la mayoría de los usuarios entendían, o bien esta textura, o bien la textura representativa del negro, como uno de los dos colores. Entendían que, si bien la textura plana era el blanco, la que era completamente rugosa era el negro y viceversa, entendiendo ambas texturas como dos complementarias entre sí. En el caso de la textura de vinculación con los conceptos del proyecto “Shapereader”, evocaba más al color amarillo, como ya se ha explicado en el apartado de este color, por su similitud a las estrellas.

NEGRO

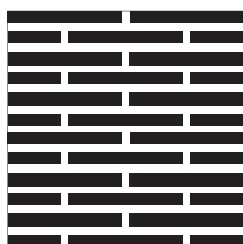
La representación de color y sentimientos del negro, como se ha mencionado en el párrafo anterior, ha sido complementaria a la identificación del blanco, entendiendo la mayoría de usuarios ambas texturas como elementos contrarios como lo son el blanco y el negro. En la prueba de la vinculación entre las texturas y los sentimientos, como también se ha mencionado previamente en el apartado del color gris, evocaba más a formas metálicas como una herradura, por las formas geométricas de la textura. En base a todas las anotaciones tomadas de esta segunda experimentación, se propone una tercera en la que se apliquen, no solo las modificaciones mencionadas en el diseño, sino también una reducción de la altura de las fichas.

III. 3. TERCERA EXPERIMENTACIÓN

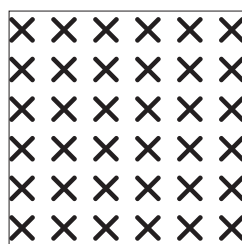
III. 3.1. TEXTURAS PROPUESTAS

Para la tercera experimentación se proponen las siguientes texturas:

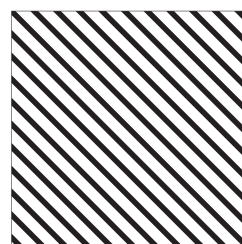
Rojo



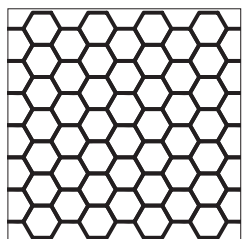
Rojo



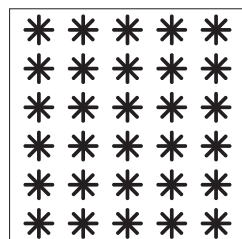
Rojo



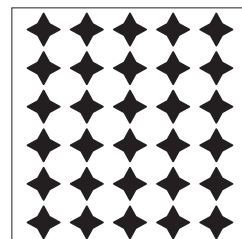
Naranja



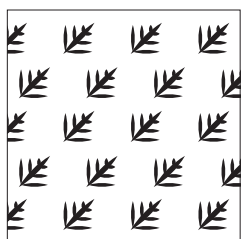
Amarillo



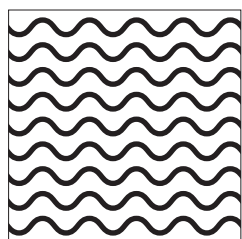
Amarillo



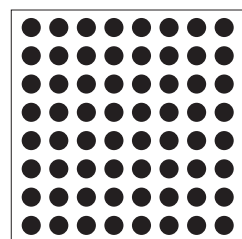
Verde



Azul



Morado



Marrón



Gris

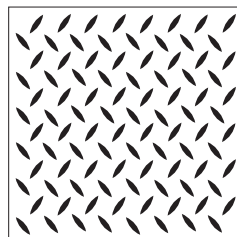


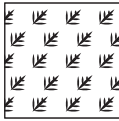

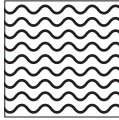

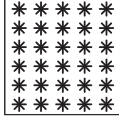
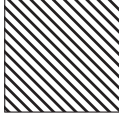
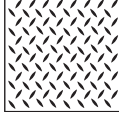
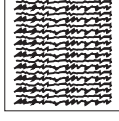
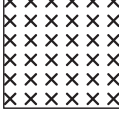
Fig. 135

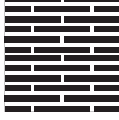
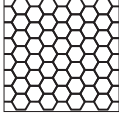
Para los colores de representación del blanco y el negro se sigue la mentalidad de colores contrarios, y se busca la representación de los mismos de tal forma que generen sensaciones opuestas al tacto. El color blanco, se representa como una ficha completamente vacía, es decir, sin elementos, y con una superficie suave, lisa y regular. El negro, por otro lado, se representará como una superficie rugosa, buscando una sensación áspera (lo contrario a la suavidad), con una distribución irregular y poco agradable al tacto. Para esta tercera experimentación se ha formado un “focus group” compuesto por los siguientes 10 usuarios, todos ellos videntes:

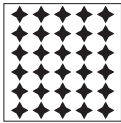
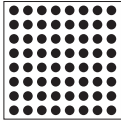
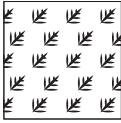

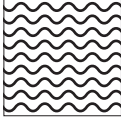

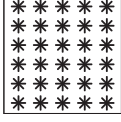
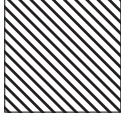
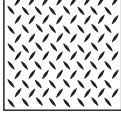
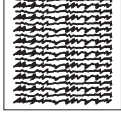
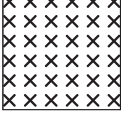
1. **Pablo González.** (23 años) Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.
2. **Elías Benavides.** (41 años) Estudiante de Educación Social.
3. **Nora Rubio.** (18 años) Estudiante de Periodismo.
4. **Laura Pérez.** (19 años) Estudiante de Medicina.
5. **Laura Calleja.** (18 años) Estudiante de Medicina.
6. **Blanca Sierra.** (19 años) Estudiante de Química.
7. **Enma Fernández.** (19 años) Estudiante de Medicina.
8. **Carmen Félix.** (24 años) Estudiante de Terapia Ocupacional.
9. **Alba García.** (20 años) Estudiante de Biomedicina.
10. **Irene Cabrera.** (20 años) Estudiante de Medicina.

III. 3.2. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN

		PABLO G.	ELÍAS B.	NORA R.	LAURA P.	LAURA C.
ROJO		ROJO	MORADO	ROJO	NARANJA	NARANJA
NARANJA		AMARILLO	NARANJA	AMARILLO	AMARILLO	VERDE
AMARILLO		NARANJA	AMARILLO	MORADO	ROJO	ROJO
MORADO		ROJO	ROJO	NARANJA	GRIS	GRIS

		PABLO G.	ELÍAS B.	NORA R.	LAURA P.	LAURA C.
VERDE		VERDE	VERDE	VERDE	ROJO	ROJO
MARRÓN		MARRÓN	MARRÓN	MARRÓN	MARRÓN	MARRÓN
AZUL		AZUL	AZUL	AZUL	AZUL	AZUL
BLANCO		BLANCO	BLANCO	BLANCO	NEGRO	BLANCO
AMARILLO		AMARILLO	AMARILLO	GRIS	AMARILLO	ROJO
ROJO		ROJO	ROJO	ROJO	MORADO	AMARILLO
GRIS		GRIS	GRIS	AMARILLO	BLANCO	NEGRO
NEGRO		MORADO	NEGRO	NEGRO	VERDE	MORADO
ROJO		NEGRO	ROJO	ROJO	ROJO	AMARILLO

		BLANCA S.	ENMA F.	CARMEN F.	ALBA G.	IRENE C.
ROJO		ROJO	ROJO	MARRÓN	ROJO	NARANJA
NARANJA		AMARILA	NARANJA	MORADO	AMARILLO	MORADO

		BLANCA S.	ENMA F.	CARMEN F.	ALBA G.	IRENE C.
AMARILLO		NARANJA	AMARILLO	AMARILLO	BLANCO	AMARILLO
MORADO		MORADO	MORADO	GRIS	VERDE	ROJO
VERDE		VERDE	VERDE	NARANJA	GRIS	GRIS
MARRÓN		MARRÓN	MARRÓN	ROJO	MARRÓN	MARRÓN
AZUL		AZUL	AZUL	VERDE	AZUL	AZUL
BLANCO		BLANCO	BLANCO	BLANCO	ROJO	BLANCO
AMARILLO		AMARILLO	AMARILLO	ROJO	AMARILLO	AMARILLO
ROJO		ROJO	ROJO	AZUL	MORADO	VERDE
GRIS		GRIS	GRIS	NARANJA	GRIS	ROJO
NEGRO		NEGRO	NEGRO	NEGRO	NEGRO	NEGRO
NARANJA		ROJO	ROJO	AMARILLO	ROJO	ROJO

III. 3.3. PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN

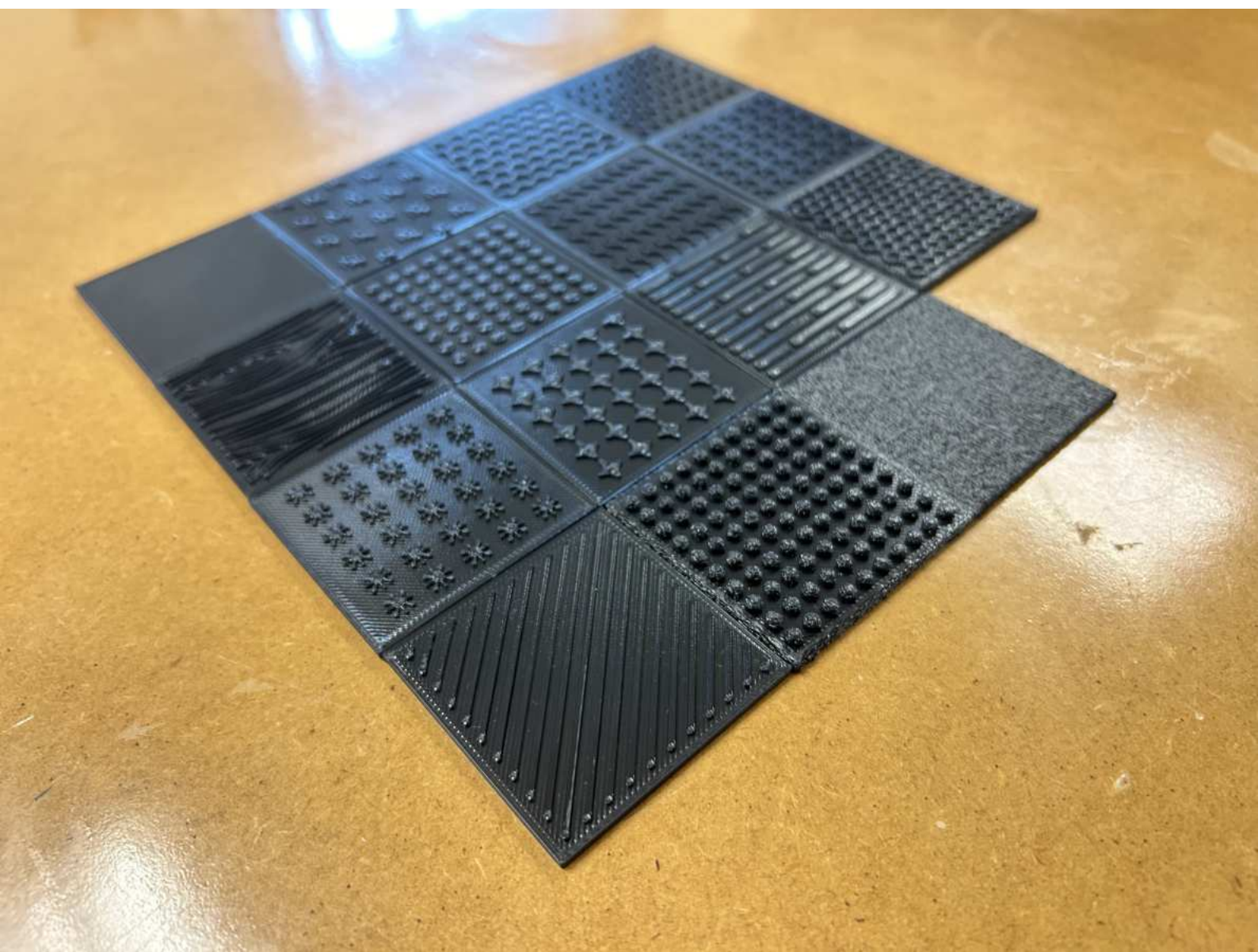


Fig. 136

Fig. 137

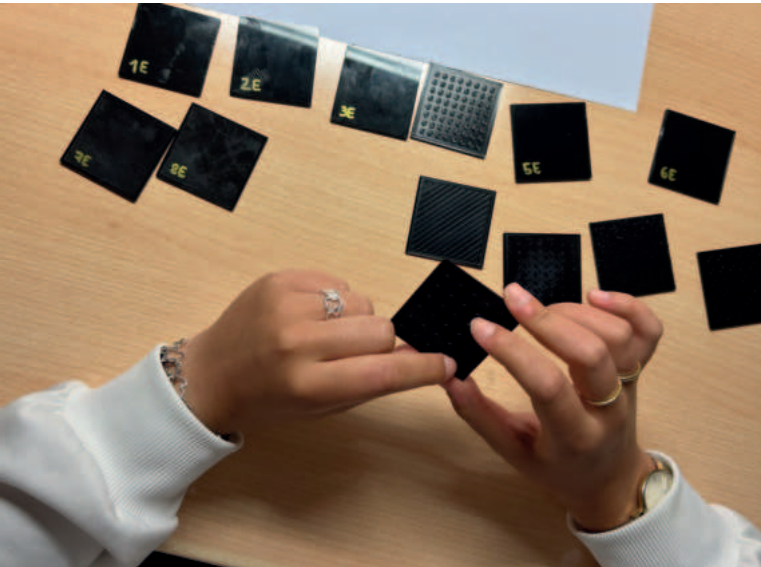


Fig. 138

Fig. 139

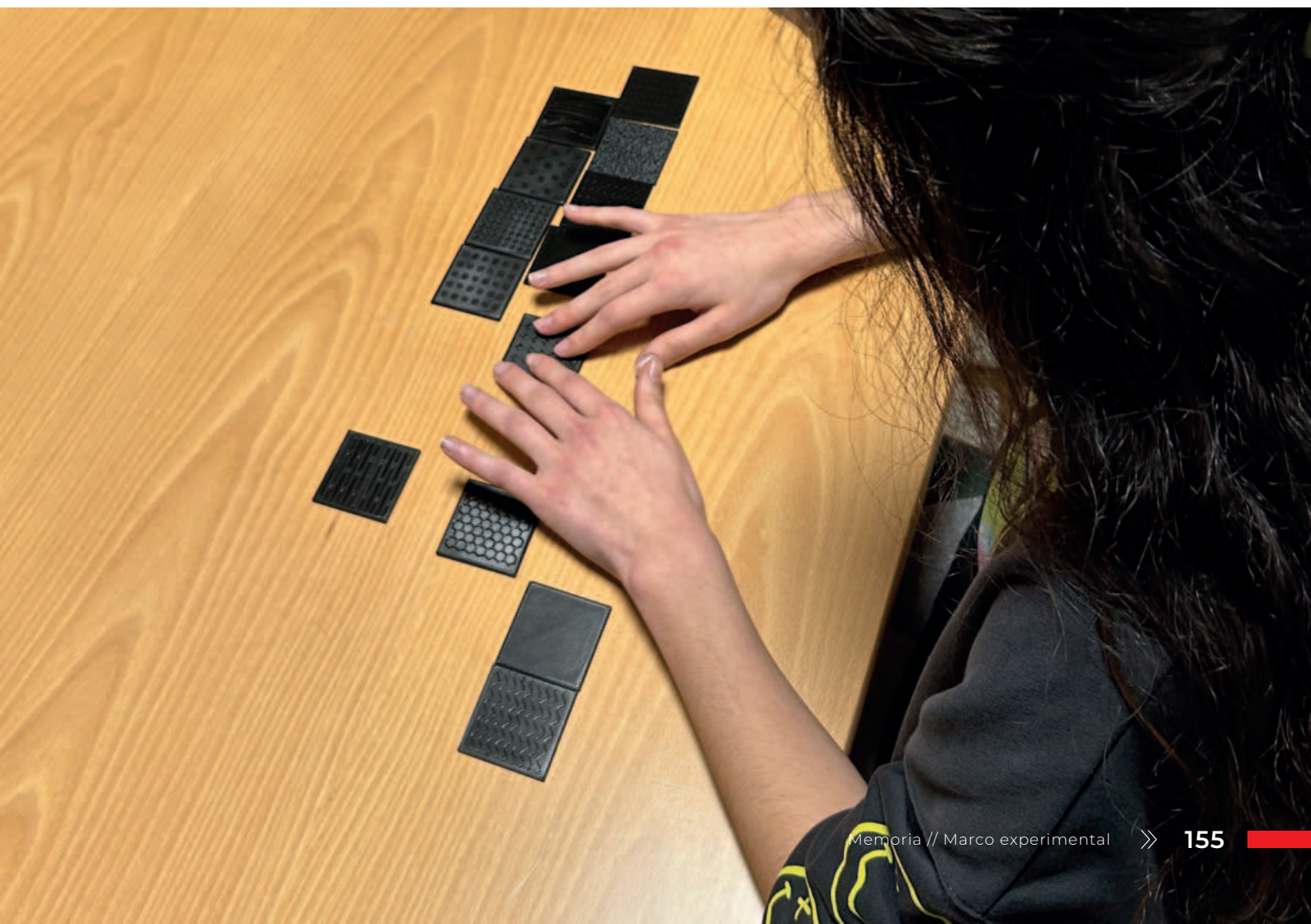


Fig. 140

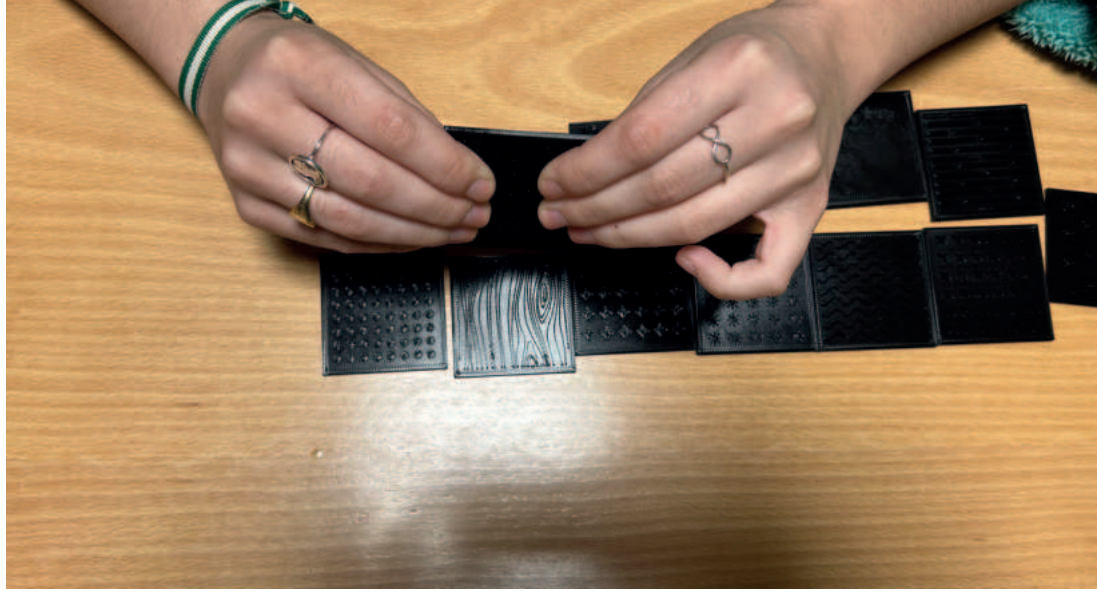
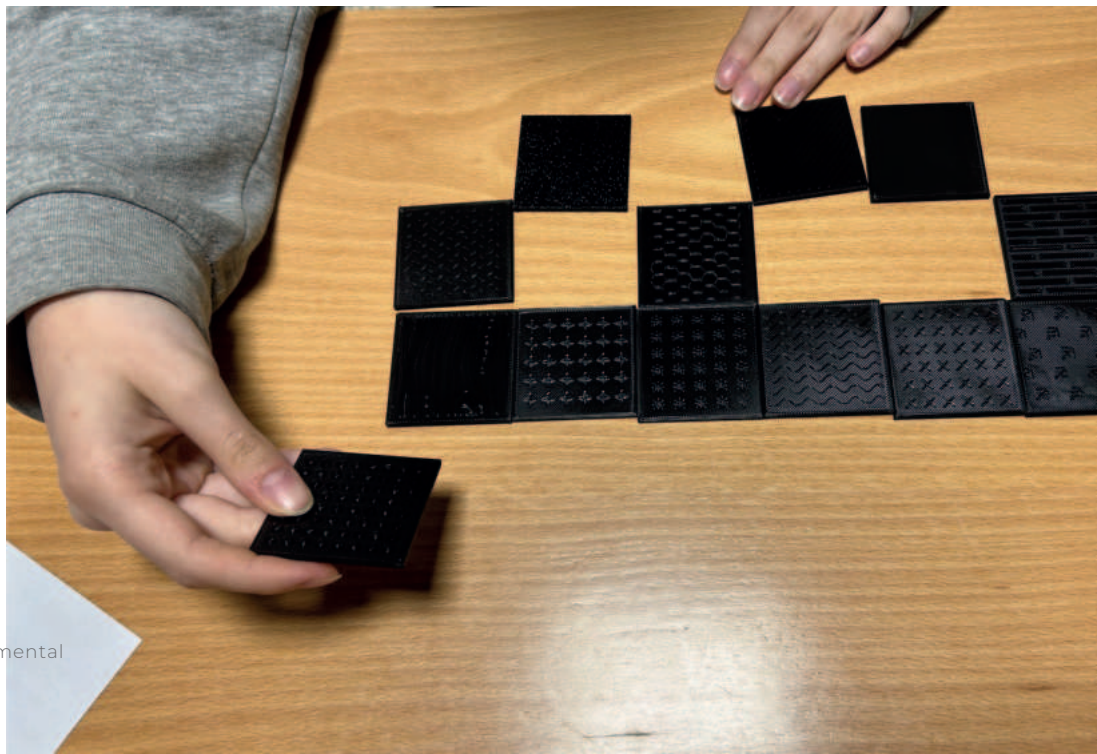


Fig. 141



Fig. 142



III. 3.4. CONCLUSIONES OBTENIDAS

En esta tercera experimentación podemos apreciar un mayor número de aciertos que en las experimentaciones anteriores, algo bastante positivo para los diseños elaborados.

Los colores que más han sido acertados (y de manera más directa) han sido los siguientes:

- **MARRÓN**
 - 90% de aciertos
 - A todos los usuarios les recordaba inmediatamente a las betas de un tronco, es decir, a la madera.
- **AZUL**
 - 90% de aciertos
 - Relacionado con el mar, las olas y las curvaturas relacionadas con el agua
- **BLANCO**
 - 80% de aciertos
 - Entendido como la igualdad ante la ausencia del color con la ausencia de elementos.
- **NEGRO**
 - 70% de aciertos
 - Por un lado se ha relacionado con el opuesto a la textura del blanco, mientras que otros usuarios han señalado su similitud con la textura de un cinturón de coche, una lija o una textura de carbón.
- **ROJO** (ficha con patrón de cruces)
 - 70% de ciertos
 - Relación con la negación, la cruz de cierre de programas de Windows, una señalítica automovilística, o lo contrario a un tic verde.
- **GRIS**
 - 50% de aciertos
 - Relacionado con los suelos metálicos, aunque algunos usuarios han destacado la rugosidad y aspereza de la textura finalizando su selección con colores más vivos como el rojo.

Las texturas menos acertadas han sido las restantes:

- **VERDE**
 - 50% de aciertos
 - El diseño de la textura ha sido confundido en multitud de casos con una forma de ancla en lugar de una forma de planta o vegetal. Por ello, se procede a realizar un rediseño de la textura.

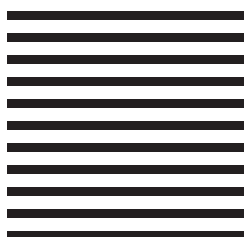
- **NARANJA**
 - 20% de aciertos
 - La mayoría de usuarios que lo han relacionado rápidamente con la forma de una colmena de abejas, en lugar de optar por el color naranja, han elegido el amarillo. También cabe destacar que las personas que han elegido el color naranja para esta textura, lo han hecho por descarte debido a que otras texturas les generaban mayor sensación de ser amarillo. Por ello, concluimos que esta textura será la representante del color amarillo en lugar del naranja.
- **MORADO**
 - 20% de aciertos
 - El color morado ha sido el que más complejidad ha generado en los usuarios de percibir. Las personas que han seleccionado este color con su textura, han destacado su similitud con los arándanos. Sin embargo, las restantes personas además de ser incapaces de relacionar esta textura con el morado, también lo eran con las restantes piezas. Podemos afirmar que este color es el que más cuesta, y el que en numerosas ocasiones ha sido el último en seleccionar y se ha hecho por descarte.

Podemos observar que, los colores que han generado más complejidad para los usuarios de percibir son los colores secundarios.

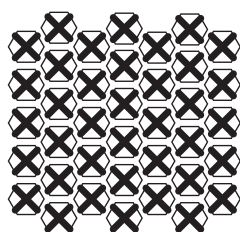
- Si recordamos los estudios del color realizados en la etapa de investigación de este Trabajo de Fin de Grado, podemos recordar que métodos del color como el “Sistema Constanz” o el “Método Feelipa”, seleccionaban una forma representativa geométrica de los colores primarios, es decir, del rojo, amarillo y azul, y a raíz de esta definición elaboraban mediante las mezclas con las que se consiguen los colores, mezclas geométricas para representar los secundarios, el verde, morado y naranja.
- Debido al escaso éxito que han tenido los colores secundarios en esta tercera experimentación, se opta por elaborar nuevas alternativas para los tres colores:
 - Por un lado, a través de la definición del color rojo y amarillo, se elabora una textura mezclada para representar el naranja. De igual manera de hará para el color verde, como mezcla del amarillo y del azul, y para el morado, como mezcla del azul y del rojo.

- Por otro lado, se llevará a cabo una observación basada en las relaciones efectuadas por los usuarios verbalmente a lo largo del experimento, de los colores con elementos reales. Para el morado, al relacionarse con los arándanos, se diseña una textura que simule estos frutos; para el naranja, la fruta de la naranja, y para el verde elementos naturales remodelados que simulen mejor esta forma.
- Para el siguiente experimento, con usuarios de la ONCE se presentarán todas las texturas mostradas en el experimento tres, de tal forma que podamos encontrar similitudes de selección de, por ejemplo, el color rojo, entre los resultados de los usuarios videntes y los invidentes. Además, se incluirán otros nueve diseños elaborados en base a las conclusiones recién expuestas, de tal forma que se pueda estudiar qué modelo de diseño de los colores secundarios es más acertado. Las nuevas incorporaciones son las siguientes:

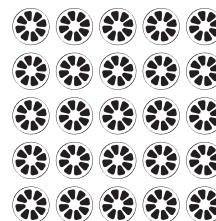
Negro



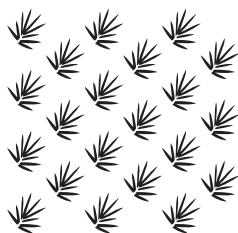
Naranja



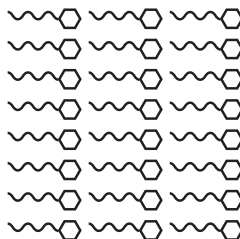
Naranja



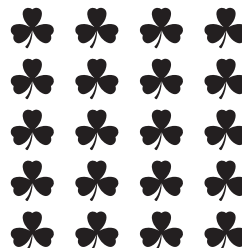
Verde



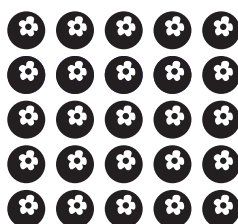
Verde



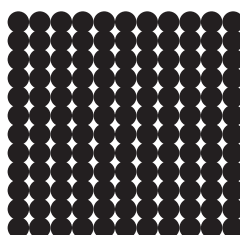
Verde



Morado



Morado



Morado

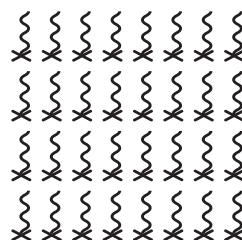


Fig. 143

Para los diseños, se ha utilizado como referencia métodos estudiados en el marco teórico sobre el color, como el “Método Constanz”, o el “Método Feelipa”, que en base a la creación gráfica de los colores primarios, se realiza una fusión de los elementos que representan estos colores primarios para la creación de los secundarios. Aplicado a nuestros diseños, podemos observar, por ejemplo, que una nueva propuesta representante del color naranja, resulta ser la mezcla de la cruz “X” que representa el rojo, y la figura hexagonal que representa el amarillo, pero juntadas. O por ejemplo, otra de las nuevas propuestas del color verde, resulta ser la fusión entre la línea ondulada que representa el color azul, y la figura hexagonal que representa el amarillo. Siguiendo este mismo planteamiento, se elabora un nuevo diseño también para el morado, como resultado de la fusión entre las cruces rojas que representan el rojo, y las líneas onduladas que representan el azul. Los restantes diseños buscan la asociación de elementos cotidianos con el color que pretenden representar, de tal forma que resulte más sencillo e intuitivo vincular los colores con las texturas para los participantes.

III. 4. CUARTA EXPERIMENTACIÓN

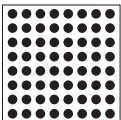
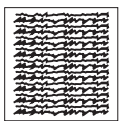
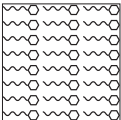
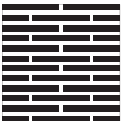
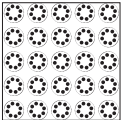
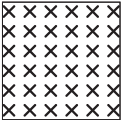


III. 4.1. TEXTURAS PROPUESTAS

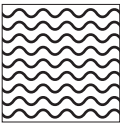

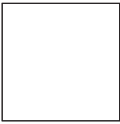
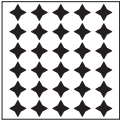
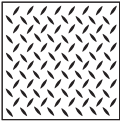
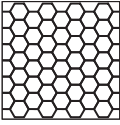

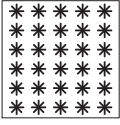
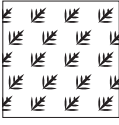
Para la cuarta experimentación se ha contado con la colaboración de usuarios con discapacidad visual de la organización española ONCE. Para ello se acude a la sede en Valladolid, y gracias a la colaboración de 6 personas con diferentes tipos de discapacidad visual entre ellas, percibiendo algunas de ellas colores y formas, y otras nada en absoluto. Para toda la parte experimental de este Trabajo de Fin Grado resulta clave la colaboración con usuarios con discapacidad visual para poder comprobar el correcto funcionamiento de las texturas y corroborar la veracidad de los modelos propuestos. Para ello, se ha desarrollado un “focus group” compuesto por 6 personas invidentes:

1. **Daniel Carrascal Platero.** (pintor). Apenas tiene resto visual, únicamente percibe luces y sombras
2. **Araceli de las Heras.** Tiene resto visual y puede percibir colores como manchas, pero no matices.
3. **Conchi de Castro.** Ceguera absoluta desde los 40 años.

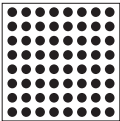

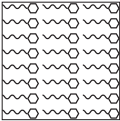
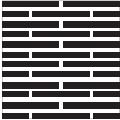
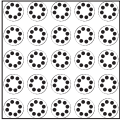
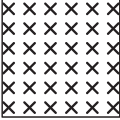

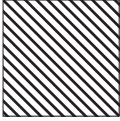
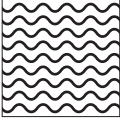
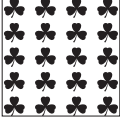

4. **Pedro Aguilar.** Tiene un ligero resto visual, que le permite percibir algunos colores.
5. **María de la Luz Hernández.** Tiene ceguera absoluta desde los 36 años.
6. **Rodrigo González.** Distingue colores pero a penas como manchas.

III. 4.2. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN

	DANIEL C.	ARACELI H.	CONCHI C.
MORADO 	VIOLETA	AZULADO	MORADO FUERTE
NEGRO 	nada	AMARILLO (textura limón)	ROSA SUAVE (color pastel)
VERDE 	VERDE	nada	batiburrillo de elementos
ROJO 	AMARILLO	AZUL (lluvia)	nada
NARANJA 	AZUL	ROSA O ROJO (flores)	AZUL (flores)
ROJO 	ROJO	BLANCO (nieve)	BLANCO
MARRÓN 	AZUL CELESTE	AZUL (mar, agua)	BLANCO
ROJO 	VIOLETA (sensación agradable)	ROSA CLARO (suavidad)	ROSAS CLAROS (sensación guatosa)

		PEDRO A.	MARILUZ H.	RODRIGO G.
AZUL		GRIS PERLA / AZUL GRISÁCEO	MARRÓN (textura rugosa)	MARRÓN
VERDE		OCRE (recuerda a paisajes de castilla)	NEGRO	NEGRO
BLANCO		BLANCO	BLANCO	BLANCO
AMARILLO		ROJO	AZUL (burbujas)	VERDE FUERTE
GRIS		GRIS CLARO (grillos)	GRIS	GRIS
NARANJA		AMARILLO	ROJO	ROSA FUERTE
NEGRO		AMARILLO (líneas, luz, paja, ...)	AMARILLO / VERDE (campo de castilla)	VERDE (césped)
AMARILLO		GRIS (empedrado de las calles)	GRIS (piedras)	AMARILLO
VERDE		VERDE OLIVA	AMARILLO (flores amarillas)	ROJO (pica-pinchos)

Durante una segunda fase de experimentación háptica de los usuarios de la ONCE, se expusieron sensaciones, palabras o conceptos que les recordaban a cada color. Esto sirve de gran ayuda para poder hacer modificaciones finales de los diseños.

		PEDRO A.	MARILUZ H.	RODRIGO G.
MORADO		MORADO	nada	MARRÓN BURDEOS
NEGRO		NARANJA (textura de piel de naranja)	NARANJA	NARANJA
VERDE		BLANCO	nada	nada
ROJO		GRIS (metal, similar a las vías longitudinales del metro)	GRIS / MARRÓN	ROJO
NARANJA		BEIGE	ROJO	ROJO
ROJO		AZUL CLARO (sensación de relax)	BLANCO	BLANCO (marcas podotáctiles)
MARRÓN		MARRÓN CLARO (rodadas de los vehículos en tierra)	GRIS OSCURO	GRIS METÁLICO
ROJO		MORADO CLARO	ROSA CLARO	ROSA PASTEL (agradable)
AZUL		AZUL (flujo de agua)	AZUL	AZUL
VERDE		ROJO (dolor, sangre)	NEGRO	BLANCO
BLANCO		BLANCO	BLANCO	BLANCO

		PEDRO A.	MARILUZ H.	RODRIGO G.
AMARILLO		nada	GRIS PERLA	VERDE (redes naturales)
GRIS		VIOLETA	NARANJA	VERDE
NARANJA		AMARILLO	NARANJA OSCURO	AZUL (burbujas)
NEGRO		GRIS	ROSA FUERTE	GRIS INTENSO (metal)
AMARILLO		BLANCO / AMARILLO (campo de margaritas)	AZUL OSCURO (noche con cielo estrellado)	AMARILLO (estrellas)
VERDE		NEGRO (lectura braille, negro sobre blanco)	AZUL CLARO	BLANCO / AMARILLO (estrellas)

De las 22 texturas diseñadas para el cuarto experimento con usuarios de la ONCE, se utilizaron 17 de ellas. A pesar de que las personas con discapacidad visual cuentan con un sentido háptico más desarrollado y sensible que el de una persona sin esta discapacidad, debido a su necesidad de obtener información del entorno a través del tacto en lugar de la vista, el exceso de uso del tacto ante superficies con tanto detalle genera un agotamiento háptico debido al exceso de uso de este sentido. Debido a la intensidad de la sesión con las texturas, se redujo el número de texturas probadas a 5 menos, que fueron las mostradas a continuación y descartadas por los siguientes motivos:

Tres de las nuevas texturas propuestas para los colores secundarios fueron elaboradas siguiendo la metodología del “Método Constanz”, en el que, en base a la representación geométrica de los colores primarios, los colores secundarios resultan ser la fusión geométrica de los que al mezclarse los generan. Así se ha hecho con el naranja, verde y el morado. Debido al escaso éxito del verde creado de esta manera, y el exceso de información que ha generado en los participantes la abundancia de elementos de las mismas, se prescindió de las texturas representantes del morado y el naranja creadas como fusión del rojo y el azul, para el morado, unión de cruces y ondas, y la fusión del rojo y el amarillo para el naranja, como resultado de la mezcla entre hexágonos y cruces.

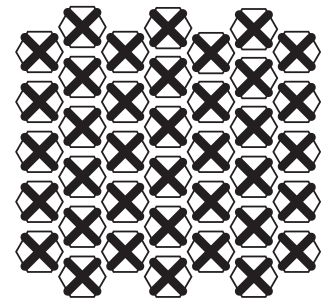


Fig. 144

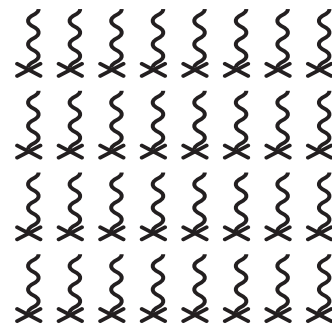


Fig. 145

Debido a la falta de aciertos con la representación del color verde a través de un elemento de la naturaleza, y dado que se había realizado otro en la misma línea, aunque buscando la simplificación del anterior, este diseño quedó también fuera del estudio. Le siguen dos representaciones hápticas del color morado, ambas con figuras geométricas circulares, pero también variaciones de una sí incluida en el estudio que resultó ser acertada por gran cantidad de los participantes, de tal modo que se prescindió de las otras dos alternativas.

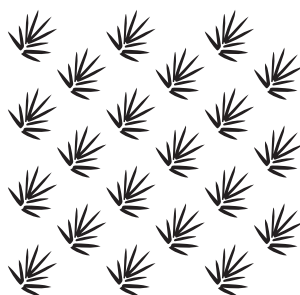


Fig. 146

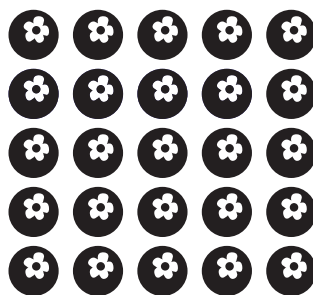


Fig. 147

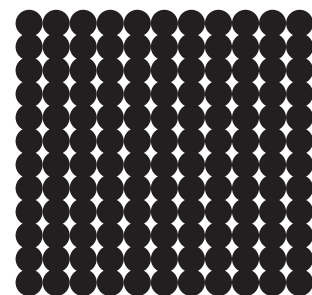


Fig. 148

Durante una segunda fase de experimentación háptica de los usuarios de la ONCE, se expusieron sensaciones, palabras o conceptos que les recordaban a cada color. Esto sirve de gran ayuda para poder hacer modificaciones finales de los diseños.

ROJO	NARANJA	AMARILLO	VERDE	AZUL
Pasión	Velocidad	Luz	Calma	Frío
Corazón	Valencia	Sol	Naturaleza	Mar
Ferrari	Naranjas	Girasol	Esperanza	Agua
Amapolas	Llamas	Sequedad	Vegetal	Malestar
Vida	Fuego	Molier	Relax	Cielo
Vitalidad	Despertar		Bueno visualmente	Falta de recogimiento
Flores	Zumo			Ansia
Sangre	Amanecer			Deseo

ROSA	MORADO	MARRÓN
Infancia	Recogimiento	Heces
Ternura	Muerte	Tierra
Niñez		Tabaco
Buen olor		Dulce
Suavidad		Chocolate

GRIS	BLANCO	NEGRO
Metal	Pureza	Muerte
Vías de tren	Paz	Elegancia
Ruido de martillo	Final	Final
Frío	Nada	Historias (libro)
	Bien	Tinta sobre blanco

III. 4.3. PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN



Fig. 149



Fig. 150

Fig. 151



Fig. 152



Fig. 153



Fig. 154



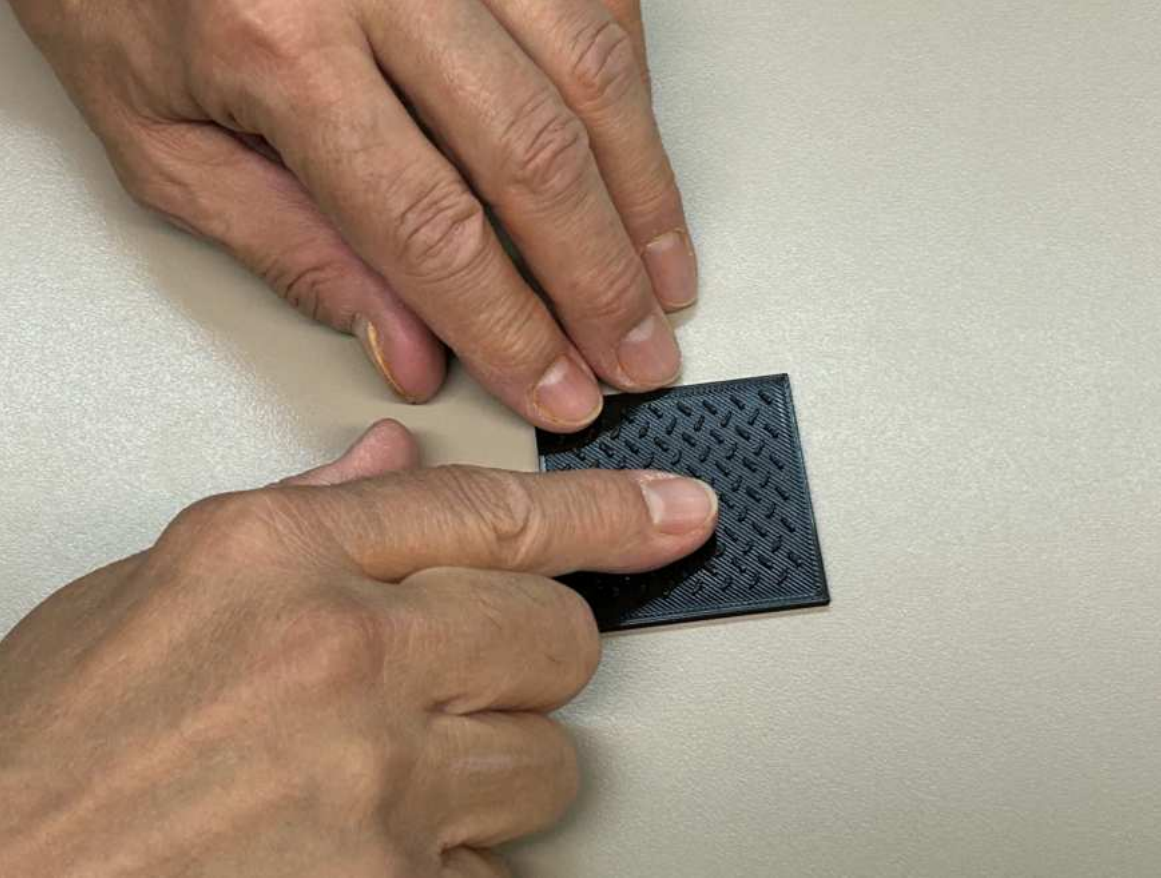


Fig. 155

Fig. 156



III. 4.4. CONCLUSIONES OBTENIDAS

Si analizamos los resultados obtenidos en la sesión con los usuarios invidentes de la ONCE sobre las texturas diseñadas, podemos concluir que no hay muchas texturas que hayan sido acertadas por todos los usuarios, a la vez que hay texturas que han sido percibidas por unanimidad con un color que no era el representado, y otras que han sido acertadas o razonadas con un color por la mitad de los usuarios. Analizando estos resultados, concluimos que el método idóneo de diseño de unas texturas vinculadas a cada color, de la misma manera que nosotros sabemos que el color rojo recibe el nombre de rojo, debe hacerse de manera global (como hacemos nosotros con los colores) y de manera estandarizada para estos usuarios.

Si bien es cierto que se deben realizar con algún tipo de lógica relacionada, como se han ido realizando los diseños a lo largo de la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado, también sería de utilidad el establecimiento de unas texturas concretas para cada color mediante la memorización de las mismas y de manera internacional para todos los usuarios invidentes.

De la misma manera que una persona vidente aprende que la palabra para denominar el color del sol, de un plátano, de una corona de oro o de un limón es la palabra “amarillo” como un concepto de color local, utilizar esta misma lógica para elaborar una textura que, sea quién sea quien la perciba, sepa que es amarillo.

Teniendo en cuenta esto, se proponen como texturas definitivas para la representación háptica de los siguientes colores:

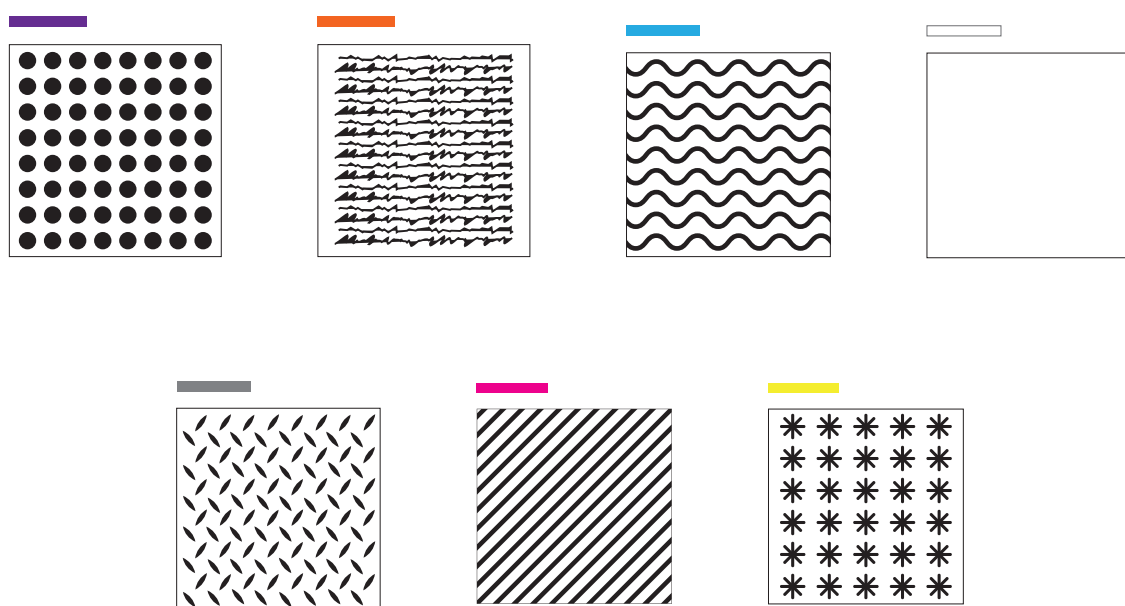


Fig. 157



Fig. 158

Llama la atención las escasas relaciones con el color verde, el rojo y el amarillo a lo largo del estudio, siendo éstos los colores menos mencionados o relacionados con las texturas propuestas. Es por esto que se prueba a elaborar una textura que busque simular este color basándose en las características o elementos que los usuarios de la ONCE relacionaban con este color.

Debido a la necesidad de probar un nuevo rediseño de los tres colores restantes, el rojo, el verde y el negro, se lleva a cabo una quinta experimentación con el fin de obtener las texturas definitivas para la representación de estos tres colores. Para este rediseño, se utilizan los términos establecidos por los usuarios de la ONCE, de tal forma que puedan servir de guía.

III. 5. QUINTA EXPERIMENTACIÓN

III. 5.1. TEXTURAS PROPUESTAS

Para la quinta experimentación se busca la vinculación definitiva para las texturas que no se lograron acertar en la experimentación anterior; para los colores rojo, verde y negro. Para la definición de estas nuevas texturas, se ha buscado una mayor simplificación de los conceptos realizados para los diseños anteriores.

Para el color verde, se ha buscado una relación lineal con la hierba, manteniéndose la mentalidad de vinculación con elementos de la naturaleza, pero con una representación más sencilla que la representación a través de plantas de mayor complejidad geométrica. Por un lado se ha diseñado una propuesta de elementos lineales verticales, otra que varía de la primera por la orientación de las líneas, y una tercera que busca simular un césped de escasa altura, e incluso, una superficie de musgo.

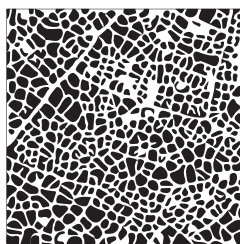
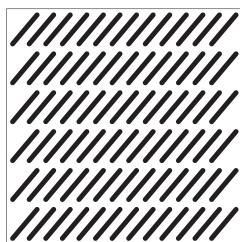
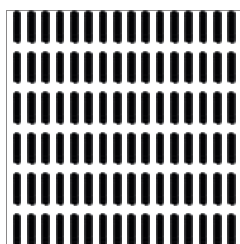


Fig. 159

Para el color rojo, se ha buscado la relación con la textura de una fresa, debido a que en muchos estudios docentes de enseñanza infantil de discapacidad visual, se les enseña el color rojo, entre otras relaciones, con las fresas.



Fig. 160

Por último, para el color negro, se ha buscado la representación de una textura que generase las emociones que se obtuvieron de la cuarta experimentación con personas discapacitadas visuales en la ONCE. Para ellos, el negro se representa a través de una textura muy rugosa, que genere una sensación desagradable y áspera. Para ello, tras un proceso de investigación, se ha diseñado una textura inspirada en el diseño de “Bacterio” de “Ettore Sottsass”, arquitecto y diseñador italiano de mediados del siglo XX, que destacó por sus diseños en interiorismo, diseño de productos, trabajando con diversos estilos y materiales para la elaboración de diseños atrevidos y chocantes. La inspiración en su textura “bacterio” resulta clave para la representación del color negro debida la cantidad de elementos que pueden generar esa sensación de aspereza que se persigue.

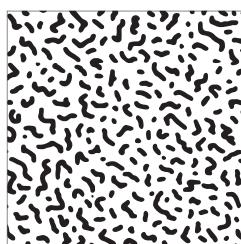
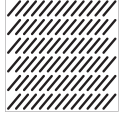



Fig. 161

Para la realización de esta quinta experimentación, se ha contado con la colaboración de tres discapacitados visuales de la ONCE:

1. **Araceli de las Heras.** Tiene resto visual y puede percibir colores como manchas, pero no matices.
2. **Rodrigo Gonzalo.** Distingue difícilmente los colores, prácticamente como manchas.
3. **Daniella Najmas Ramallo.** Poco resto visual.

III. 5.2. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN

	ARACELI H.	DANIELA N.	RODRIGO G.
VERDE		BLANCO	COLOR ALMENDRA
ROJO		OCRE	MARRÓN
VERDE		GRIS OSCURO	AMARILLO
VERDE		AZUL / VERDE ((lluvia o césped)	VERDE (césped)
NEGRO		VERDE (césped)	VERDE (hierba)
VERDE		NEGRO	GRIS OSCURO
VERDE		GRIS OSCURO	GRIS OSCURO
VERDE		ROJO (construcción)	MARRÓN (casa o construcción)
VERDE		MARRÓN (casa o construcción)	nada

III. 5.3. PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN



Fig. 162



Fig. 163



Fig. 164



Fig. 165



Fig. 166

Fig. 167



III. 5.4. CONCLUSIONES OBTENIDAS

En base a las respuestas obtenidas, podemos concluir que las texturas que hemos conseguido determinar con las vinculadas con el color verde y el color negro, mostradas a continuación:

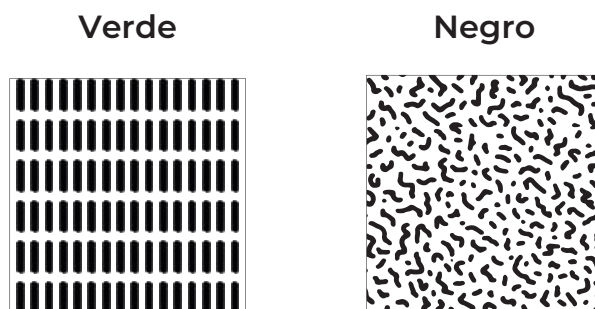


Fig. 168

Sin embargo, ninguna de las propuestas ofrecidas para el color ojo ha sido acertada por los participantes. Debido a esto, se les ha preguntado qué textura o representación les resultaría claramente una representación del color rojo. Para ellos, el color rojo se relaciona con elementos suaves, como las flores (claveles o rosas rojas) y con sentimientos tiernos o positivos, como el amor o la amistad. Esto resulta contradictorio ante el concepto del color que se ha creado entorno a la investigación de los colores realizada al comienzo de este Trabajo de Fin de Grado.

Dada la situación, se ha elaborado una textura como representativa del color rojo, que busca ser una mezcla entre los pétalos de las flores, de una forma geométrica y con una colocación que puede simular a la estructura de un tejado, de color rojizo también, que se muestra a continuación:

Rojo

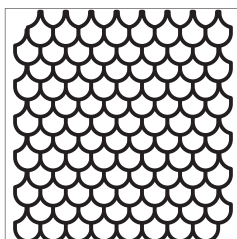


Fig. 169

III. 6. SEXTA EXPERIMENTACIÓN

III. 6.1. “Les lunettes de simulation”

Para esta última experimentación se va a utilizar el proyecto “Les lunettes de simulation” (“las gafas de simulación”). El lema del proyecto es “los dedos que sueñan”.

“Las gafas de simulación”

Se trata de un proyecto diseñado para un público infantil que busca simular diferentes discapacidades visuales de tal forma que los niños, aunque también pueden los adultos, sean capaces de entender cómo ven otras personas y cómo se sienten percibiendo así el mundo. El proyecto cuenta con 6 pares de gafas para simular las 6 patologías más características de ceguera y baja visión que establece la OMS.

III. 6.1.1. TIPOS DE GAFAS



Fig. 170

GAFAS AZULES

CEGUERA DEL SEGUNDO GRUPO

(visión de la luz)

Ésta es la visión que se encuentra con mayor frecuencia en las personas ciegas. Se trata de una visión residual permitirá al bebé integrar el ritmo día-noche y a los mayores orientarse. Ejemplo: en un pasillo oscuro, la persona puede caminar hacia un ventanal.

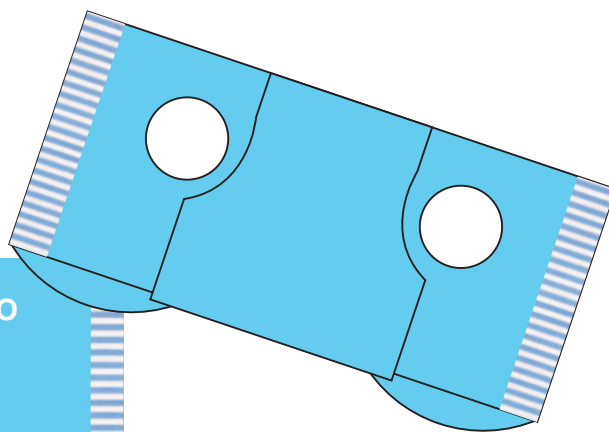
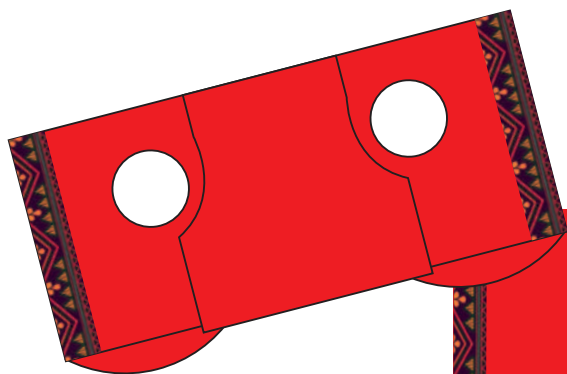


Fig. 171



GAFAS ROJAS

CEGUERA DEL PRIMER GRUPO

(visión de la luz, colores y masas)

Además de las posibilidades mencionadas anteriormente, la persona puede sortear obstáculos o incluso diferenciar su ropa por sus colores. Todavía tiene que aprender braille, porque leer “en negro” no es posible.

Fig. 172

GAFAS VERDES

MIOPÍA FUERTE

(con corrección de lentes ópticas)

Con una mínima información visual, la persona puede: orientarse, comprender un objeto o una persona (a menudo por su forma o tamaño) y leer con mucha atención. Los documentos escritos deben estar ampliados, contrastados y bien iluminados.

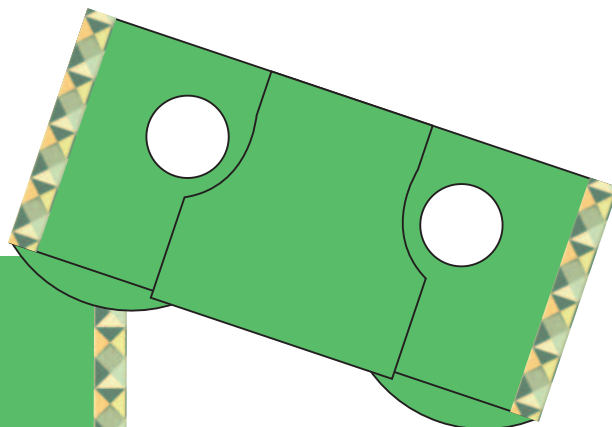
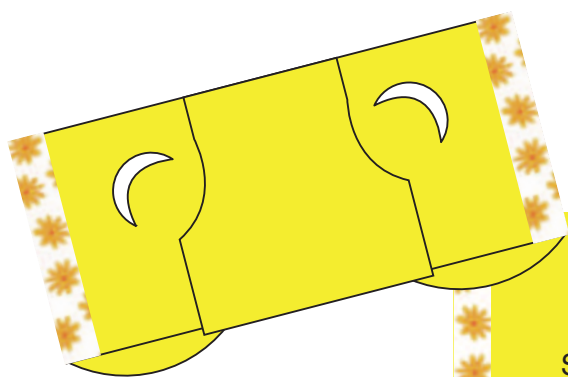


Fig. 173



GAFAS AMARILLAS

FALTA DE VISIÓN CENTRAL

Se trata de una patología que afecta al campo visual, es decir, el usuario es capaz de ver desde lejos, al poder ver la parte superior, pero su visión cercana será nula. Además, el campo visual abarca únicamente la visión periférica (parte derecha e izquierda). Es común para las personas con falta de visión central adoptar posturas particulares, como por ejemplo mirar hacia un lado o bajar o levantar la cabeza de forma anormal, entre otros.

Fig. 174

GAFAS NARANJAS

VISIÓN TUBULAR (u “ojo de cerradura”)

Una persona con visión tubular tiene menos de 5 grados de campo visual. Además, en condiciones de poca luz o ambientes nocturnos la persona se queda completamente ciega. Esta discapacidad visual a menudo resulta ser consecuencia de la retinosis pigmentaria.

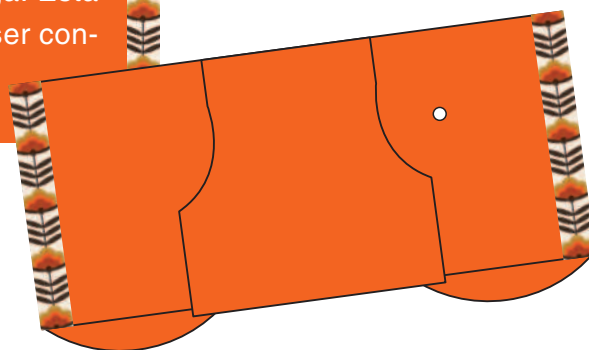


Fig. 175

III. 6.2. TEXTURAS PROPUESTAS

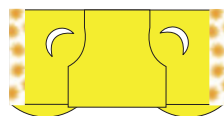
Las texturas propuestas para este último experimento son las seleccionadas y validadas en la experimentación anterior. La diferencia con las anteriores pruebas está en que, en este caso, se presenta a los participantes las texturas con el color que representan, de tal forma que se pueda observar los efectos que generan para cada usuario. Cada persona tendrá una de las 6 gafas, y evaluará con ella las 10 texturas propuestas. Los participantes describirán cómo perciben las formas, colores y texturas de los diseños mostrados. Este último “focus group” está compuesto por:

1. **Blanca Sierra.** (19 años) Estudiante de química.
2. **Eva Zanduetta.** (20 años) Estudiante de óptica.
3. **Enma Fernández.** (19 años) Estudiante de medicina.
4. **Lucía Sendin.** (18 años) Estudiante de nutrición.
5. **Laura Pérez.** (19 años) Estudiante de medicina.
6. **Carmen Félix.** (24 años) Estudiante de terapia ocupacional.

III. 6.3. RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN

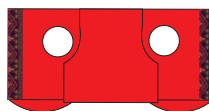
Los resultados han sido los siguientes:

Fig. 176



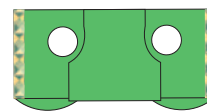
BLANCA S.

Fig. 177



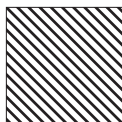
EVA Z.

Fig. 178



ENMA F.

ROSA

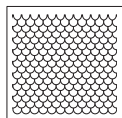


ROSA
(se distinguen las líneas)

ROSA
(no se distingue una
textura, pero sí las rayas)

ROSA
(se perciben ondas al
tacto)

ROJO

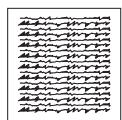


ROJO
(se entiende la textura
en todos lados menos
en el centro)

ROJO
(círculos, pero no se
distinguen formas más allá)

ROJO
(manchas rojas,
formas similares a
rombos)

NARANJA

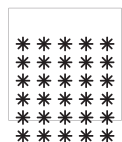


NARANJA
(se ve una textura
fibrosa)

NARANJA
(no se percibe ninguna
textura, se entienden rayas)

NARANJA
(se ve una mancha
naranja que se confunde
con el fondo marrón)

AMARILLO

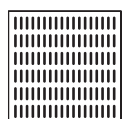


AMARILLO
(se ven flores)

AMARILLO
(no se entiende la forma
aunque se toque)

AMARILLO
(se percibe una mancha)

VERDE

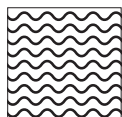


VERDE
(se ven las rayas)

VERDE
(se ven cuadrados que
recuerdan al carril bici)

VERDE
(el color que más ha
costado percibirse
hasta el momento y
que parece blanco)

AZUL

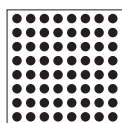


AZUL
(se distingue bien el
color)

AZUL
(no se distinguen círculos
o rectas)

AZUL
(mancha de textura
azulada con ondas)

MORADO



MORADO
(se ve bien el color y
la textura de círculos)

MORADO
(color morado con tenden-
cia a gris, azul, y sin
textura clara)

MORADO
(no se distinguen las
texturas hasta que se
tocan)

BLANCO

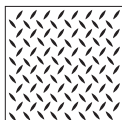


BLANCO
(color claro, textura
lisa)

BLANCO
(al tacto no se distingue
nada)

BLANCO
(cuesta determinar el
color y no se diferen-
cian texturas)

GRIS

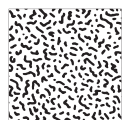


GRIS
(se entiende una
textura de figuras en
posición perpendicular)

GRIS
(se entienden el color pero no
las formas, más allá de una
sensación de rugosidad)

GRIS OSCURO
(ni se ve bien, ni se
percibe la textura con
claridad)

NEGRO

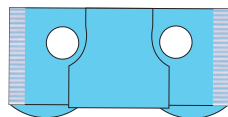


NEGRO
(se percibe si se coloca a
un lateral, y se entiende
una textura llena de
motitas)

NEGRO
(no se entiende la
textura pero sí el color)

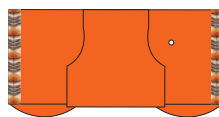
NEGRO
(se entienden formas
como birutas, y una
textura similar al asfalto)

Fig. 179



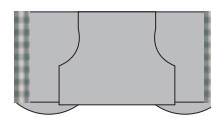
LUCÍA S.

Fig. 180



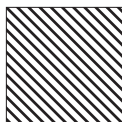
LAURA P.

Fig. 181



CARMEN F.

ROSA

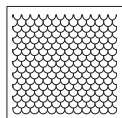


NADA
(no se ve el color, y se
intuyen únicamente
líneas)

ROSA
(ficha rosa con líneas
diagonales)

NADA
(se percibe una sensa-
ción de suavidad en
diagonal)

ROJO

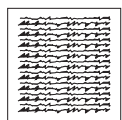


AZUL
(ondulaciones que
denotan el color, pero
no se ve)

COLOR TEJA
(se entiende la textura de un
tejado)

VERDE
(textura similar a las
escamas de un
dragón)

NARANJA

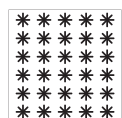


NADA
(sensación de piel de
mandarina o limón
rugoso)

NARANJA
(líneas y rugosidad)

NARANJA
(textura muy rugosa)

AMARILLO

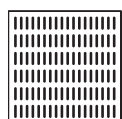


NADA
(se entienden háptica-
mente círculos)

AMARILLO
(textura de soles o flores)

NADA
(formas repetidas pero no
se distinguen)

VERDE

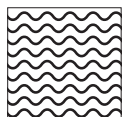


AMARILLO
(se perciben líneas,
pero no se ve nada)

VERDE
(textura dudosa)

NADA
(líneas en vertical)

AZUL

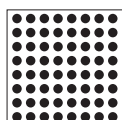


NADA
(solo focos de luz)

AZUL
(textura resaltada de la que
solo se perciben las líneas)

AZUL
(ondas que recuerdan
al mar)

MORADO



NADA
(no se ve ningún color,
y se perciben círculos)

MORADO
(con textura de círculos)

NADA
(puntos en el espacio)

BLANCO

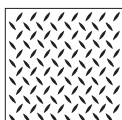


NADA

BLANCO
(cuadrado blanco y vacío)

BLANCO
(textura vacía pero
suave)

GRIS

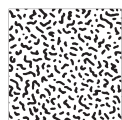


NADA
(no se ve el color ni se
intuyen líneas y
círculos)

GRIS
(rayas en forma de "x", similar a
un pavimento)

NADA
(gran cantidad de
elementos pequeños)

NEGRO



NADA
(no se perciben ni colores
ni texturas)

NEGRO
(recuerda a formas
bacterianas y se perciben
las texturas)

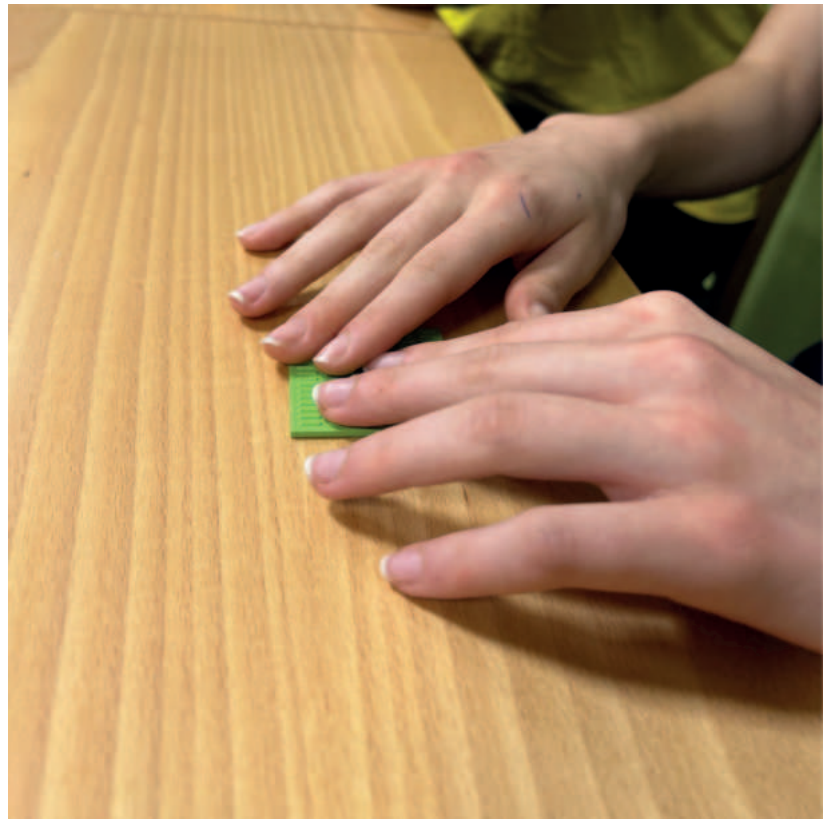
NEGRO
(sensación muy rugosa
al tacto)

III. 6.4. PROCESO DE EXPERIMENTACIÓN



Fig. 182

Fig. 183



III. 6.5. CONCLUSIONES OBTENIDAS

El proyecto infantil denominado “las gafas de simulación” permite entender de forma muy real diferentes capacidades visuales.

- Las gafas amarillas permiten apreciar colores y formas, pero con un campo visual muy reducido (la zona central está anulada).
- Las gafas rojas permiten distinguir algunos colores pero nada de formas o texturas visuales.
- Las gafas verdes puede apreciar formas pero los colores los percibe como manchas en el espacio.
- Las gafas azules no permiten ver nada más que algunos focos de luz (como por ejemplo las luces del techo en caso de ser intensas), pero no se entienden ni colores ni formas. Cabe destacar que, a la hora de entregarles las texturas, el usuario con las gafas azules necesitaba que se entregasen en mano porque no era capaz de encontrarlas por sí mismo.
- Las gafas naranjas permiten apreciar principalmente texturas, y vagamente colores.
- Las gafas grises no permiten apreciar nada; representan la ceguera absoluta.

Resulta realmente interesante cómo puede percibirse con este proyecto una sensación similar a la que sienten las personas con discapacidad visual para comprender el mundo.



MARCO TEÓRICO



ESTADO DEL ARTE



MARCO EXPERIMENTAL



IV

DISEÑO FINAL

IV. 1. EXPLICACIÓN DE LA PROPUESTA FINAL

La primera experimentación parte de una representación del color basada en todo el estudio teórico previo realizado. Se han diseñado un total de 20 texturas visuales diferentes que buscan evocar a 10 colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, morado, marrón, gris, blanco y negro.

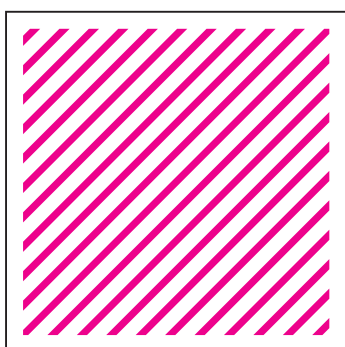


Fig. 184

» ROSA

Un color que busca transmitir suavidad, evocar a lo infantil, una textura agradable y que sea sencilla de representar.

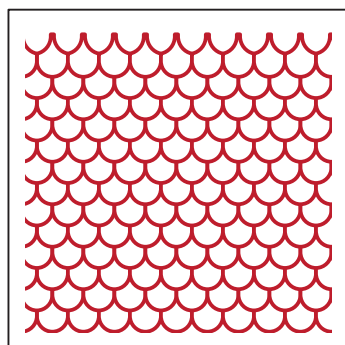


Fig. 185

» ROJO

Lo que para la psicología resulta ser un color intenso y agresivo, que transmite fuerza, para las personas invidentes, recuerda a conceptos más suaves como el amor, o la amistad. Su representación recuerda a pétalos de flores o a las tejas de un tejado.

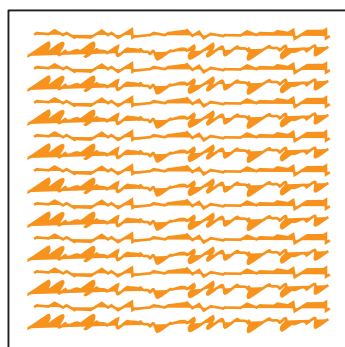


Fig. 186

» NARANJA

La representación del color naranja es fácilmente representable a través de una aproximación a característica cáscara de una mandarina o una naranja.

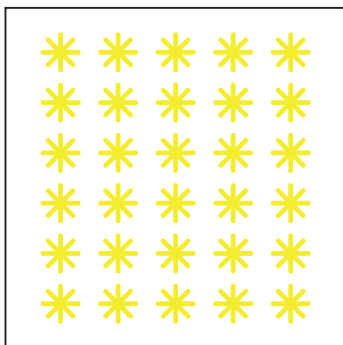


Fig. 187

» AMARILLO

El color amarillo resulta ser un color llamativo, que se relaciona con el calor, la luz y el sol. La textura vinculada a este color muestra la repetición de un patrón simplificado de una figura solar o estrellada.

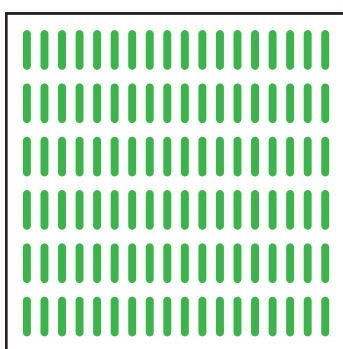


Fig. 188

» VERDE

El verde busca representarse a través de su vinculación con la naturaleza. La hierba, los campos, y el césped, son reconocibles por este color. Se ha realizado una simplificación de este concepto a través de elementos geométricos lineales y repetidos.

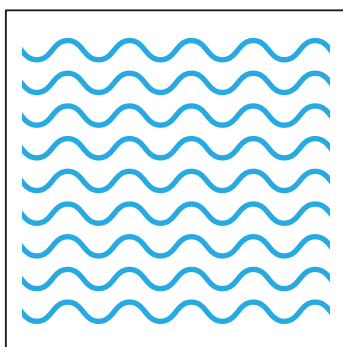


Fig. 189

» AZUL

De la misma forma que el color verde se relaciona inmediatamente con lo vegetal, así lo hace el azul con el agua. Las ondulaciones del mar son representaciones que desde pequeños somos capaces de identificar, y por ello la textura del color azul cuenta con este elemento.

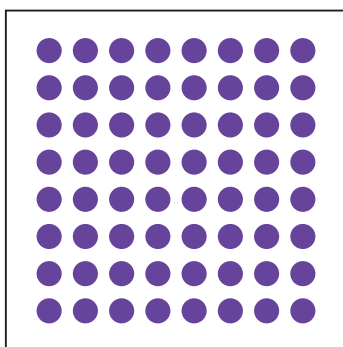


Fig. 190

» MORADO

A lo largo de los primeros estudios, el morado era uno de los colores que más dificultad generaba para entenderse. Sin embargo, cuando se realizaron los experimentos con personas con discapacidad visual, fue claramente vinculado con una textura de puntos.

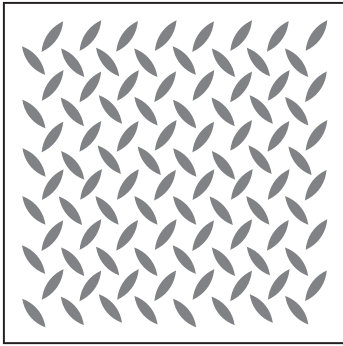


Fig. 191

» GRIS

Para la representación de este color, se ha utilizado el diseño de las superficies podotáctiles que podemos apreciar en escaleras o suelos metálicos.

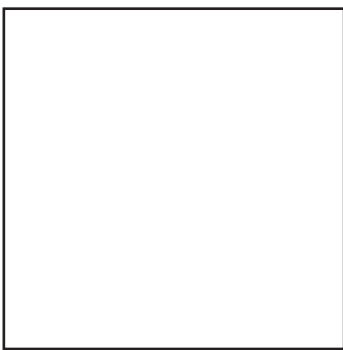


Fig. 192

» BLANCO

El color que transmite paz y pureza, calma y tranquilidad. La vinculación entre color y textura ha sido de las más acertadas a lo largo de todas las experimentaciones, transmitiéndose perfectamente a quienes la tocaban, que la suavidad y la ausencia de elementos representaban el color blanco.

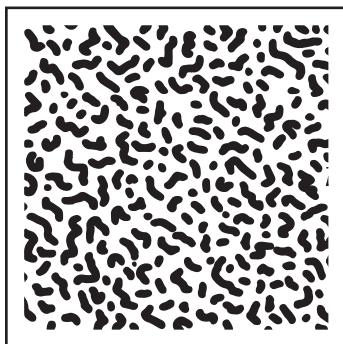


Fig. 193

» NEGRO

La representación del negro busca transmitir precisamente lo contrario al blanco. Los opuestos generan contrastes, y así lo hacen las texturas que los vinculan. De la misma manera que el blanco evoca paz, ausencia de textura y calma, el negro cuenta con una superficie llena de elementos que generan aspereza y rugosidad.

IV. 1.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las fichas cuentan con unas dimensiones cuadradas de 50x50 milímetros, es decir, formas cuadradas, con una altura de 2 milímetros de base, y una altura de textura de 0,5. Este valor se ha determinado a partir de los valores normalizados de lectura braille, en los que se establecen como valores para una correcta lectura háptica una altura comprendida entre 0,5 y 0,65 milímetros. La superficie que comprende la textura, también cuadrada, es de 40x40 milímetros, dejando así un margen entre la textura y el límite de la ficha de 5 milímetros a cada lado.

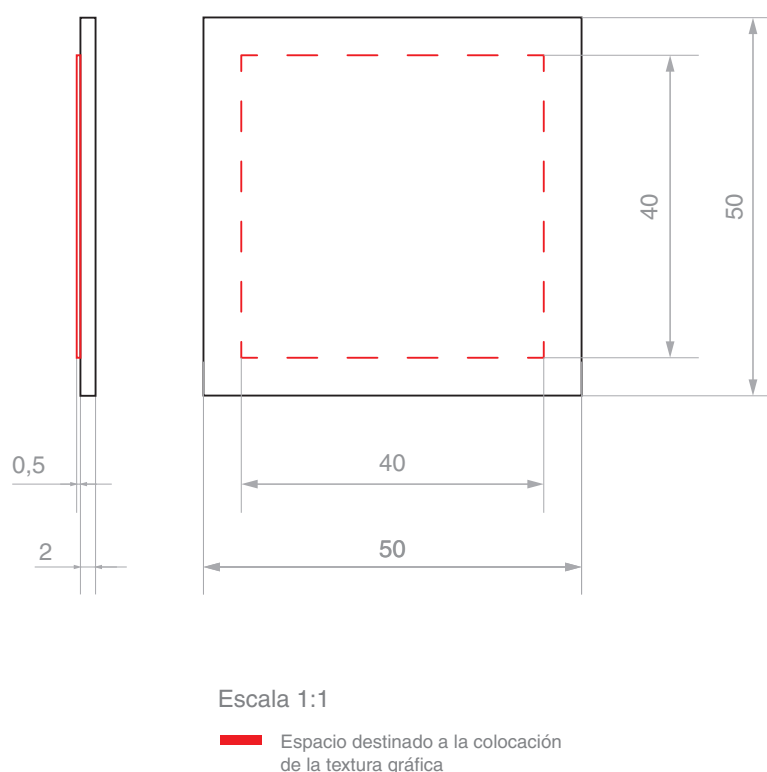


Fig. 194

Los prototipos presentados junto con este Trabajo de Fin de Grado se han realizado con impresión 3D, utilizando como material PLA (ácido poliláctico) de 1,75 milímetros de grosor para las fichas y el tablero expositor. El PLA es un material de fácil impresión, de gran resistencia, que es capaz de reproducir superficies de gran complejidad geométrica. Sin embargo, se recomienda el uso de distintos materiales para la reproducción de las texturas, tales como cueros, textil, madera, cerámica o metales entre otros, de forma que sirva de apoyo para el significado del color representado.

Como se ha explicado anteriormente, a través de este Trabajo de Fin de Grado se busca la adaptación de las texturas al color, más allá de una aplicación a mosaicos u obras pictóricas, sino que se trata de una adaptación del color como ayuda a la comprensión del entorno de las personas con discapacidad visual.

IV. 2. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA FINAL



Fig. 195

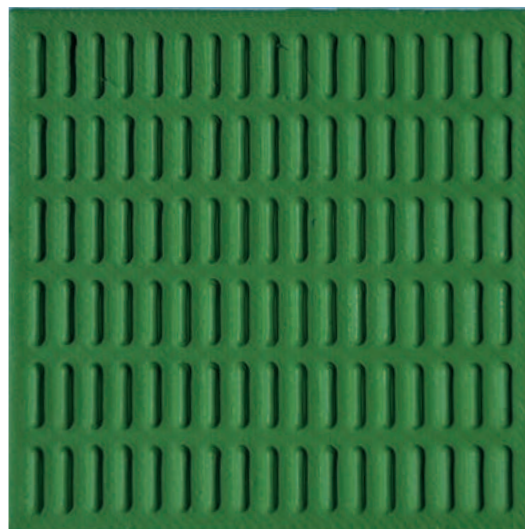
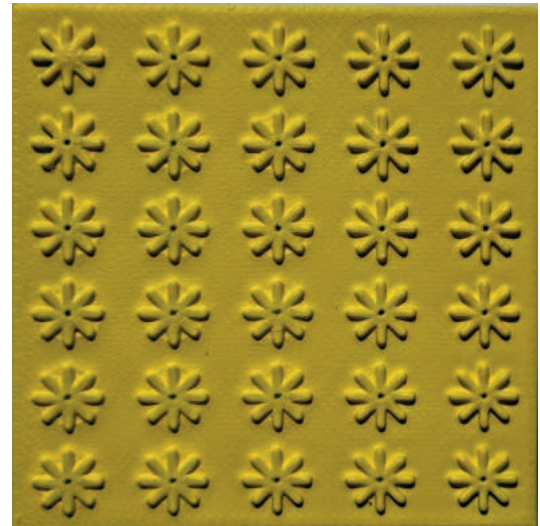
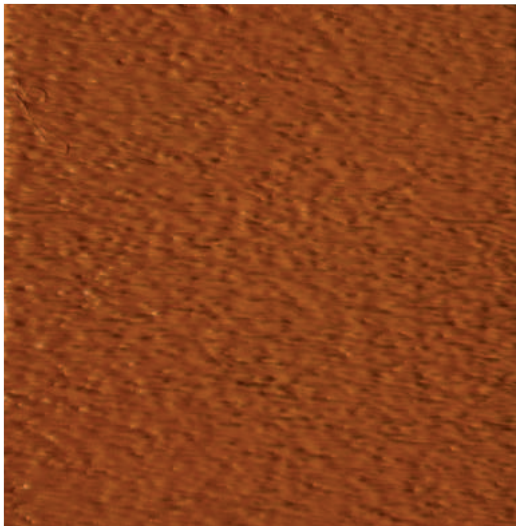
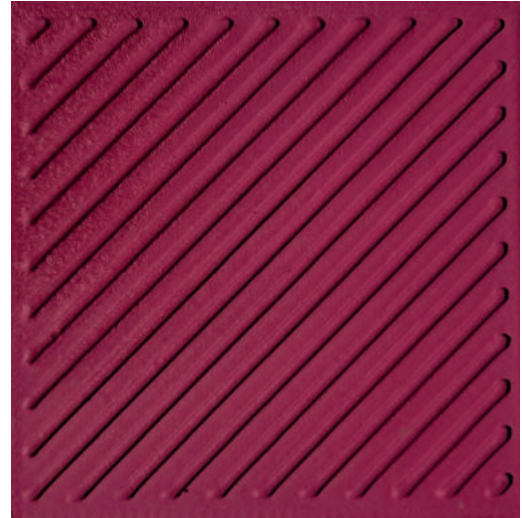
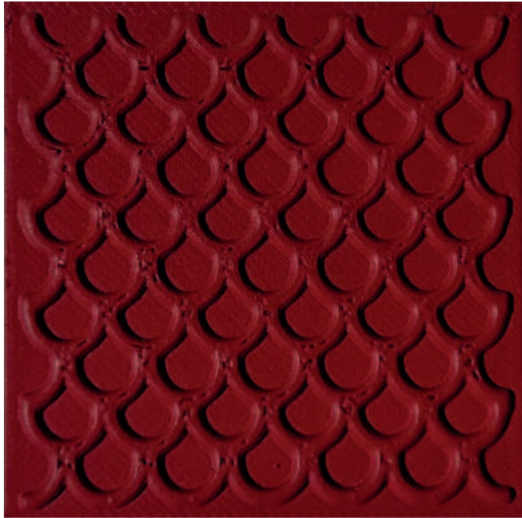


Fig. 196

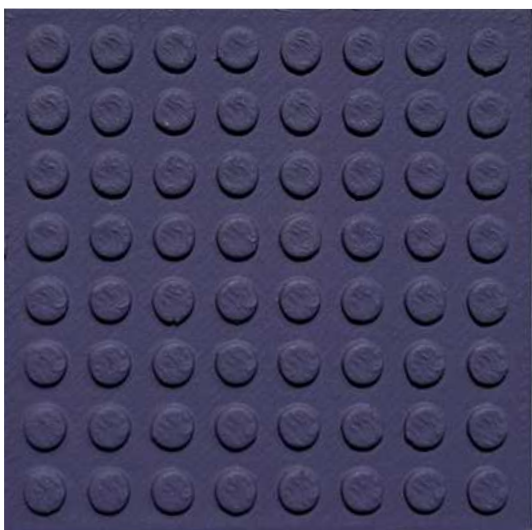


Fig. 197

IV. 3. APLICACIÓN REAL EN LA ACCESIBILIDAD A LA CULTURA

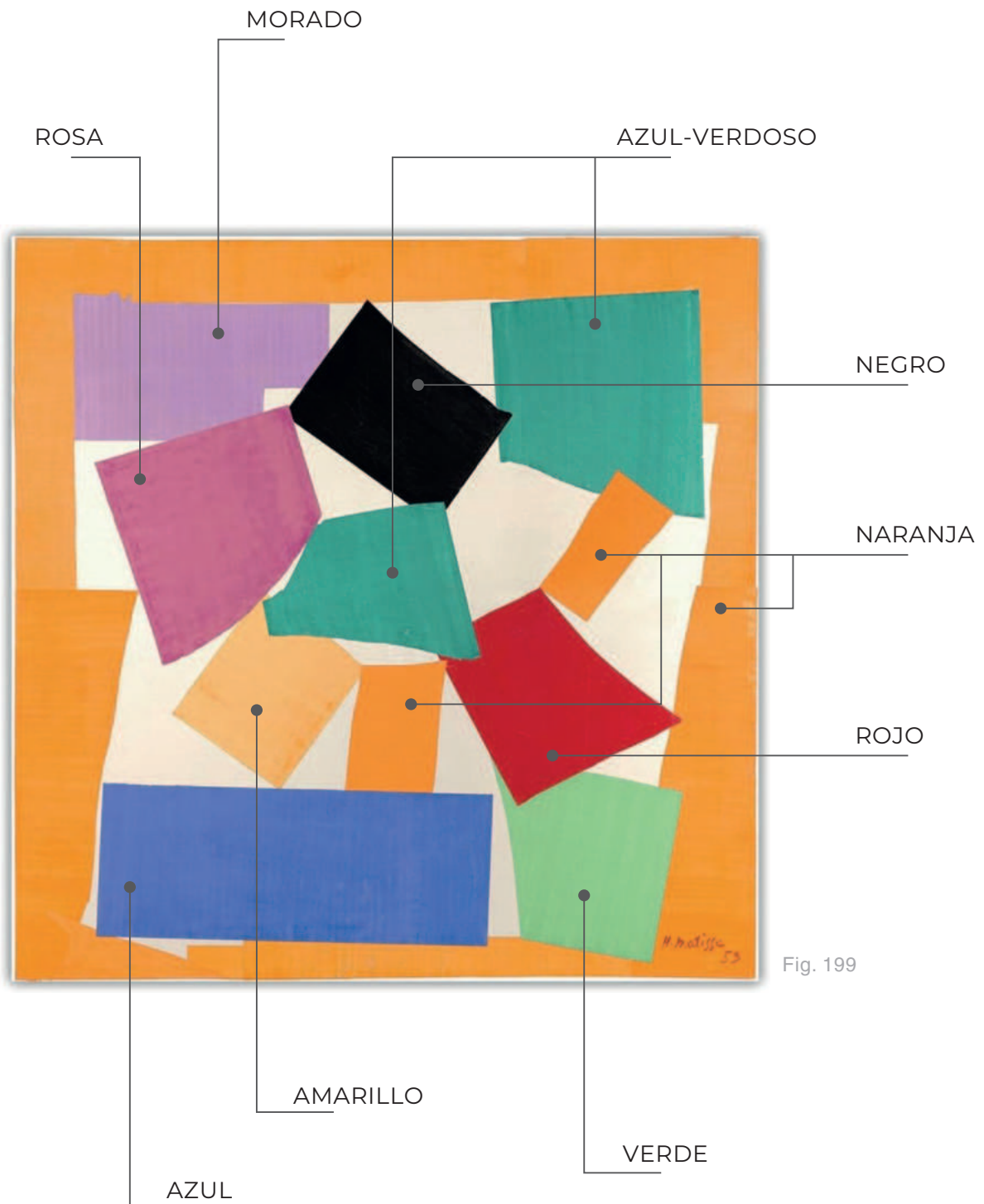


Fig. 198

Establecidas las texturas definitivas para la representación de los colores, se busca la representación de una obra pictórica para poder aplicarlas. En este caso, se ha elegido “El caracol”, de Henri Matisse, como se puede ver en la imagen superior. Se trata de un collage que el autor realizó en 1952, con pinturas “gouache” sobre papel. La selección de esta obra se basa en el uso de los colores y las dimensiones de los elementos, de tal forma que se facilite la representación de las texturas para entender su aplicación en futuras obras.

IV. 3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS COLORES

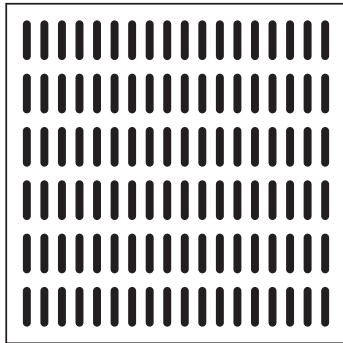
En primer lugar, se realiza un análisis del cuadro para poder identificar los colores representados y las formas de los mismos. En este caso, cabe destacar la inclusión de un color que se ha determinado como “azul-verdoso” cuya representación se hará a través de una mezcla figurativa de las texturas representativas de ambos colores.



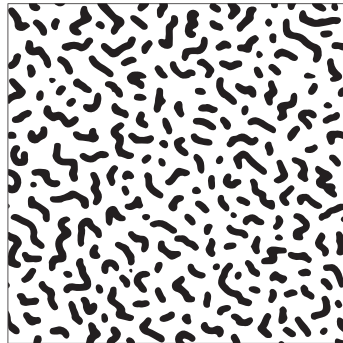
IV. 3.2. VINCULACIÓN COLOR Y TEXTURA

A continuación se muestran las texturas para cada color identificado de I cuadro:

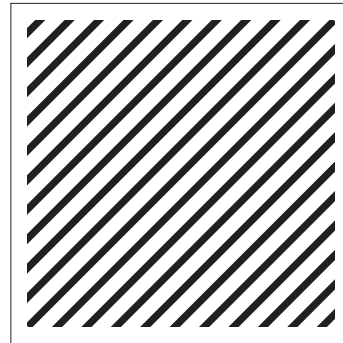
Verde



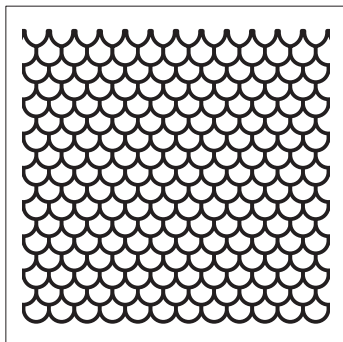
Negro



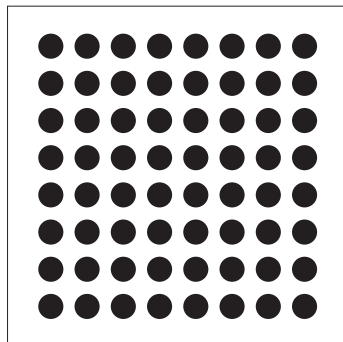
Rosa



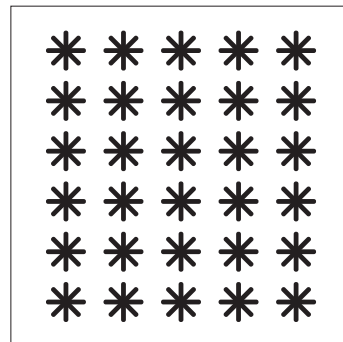
Rojo



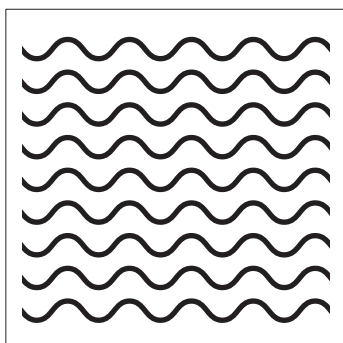
Morado



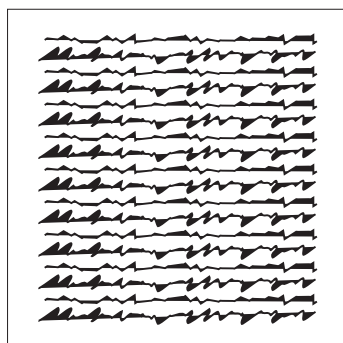
Amarillo



Azul



Naranja



Azul-verdoso

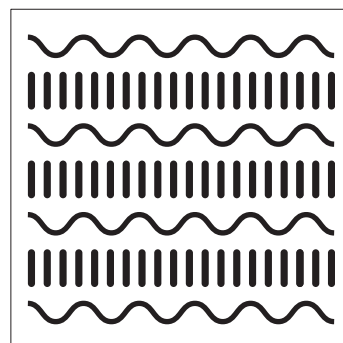


Fig. 200

IV. 3.3. APLICACIÓN A LAS FORMAS

Identificadas las formas y los colores, se realiza la representación de los mismos de forma individual:

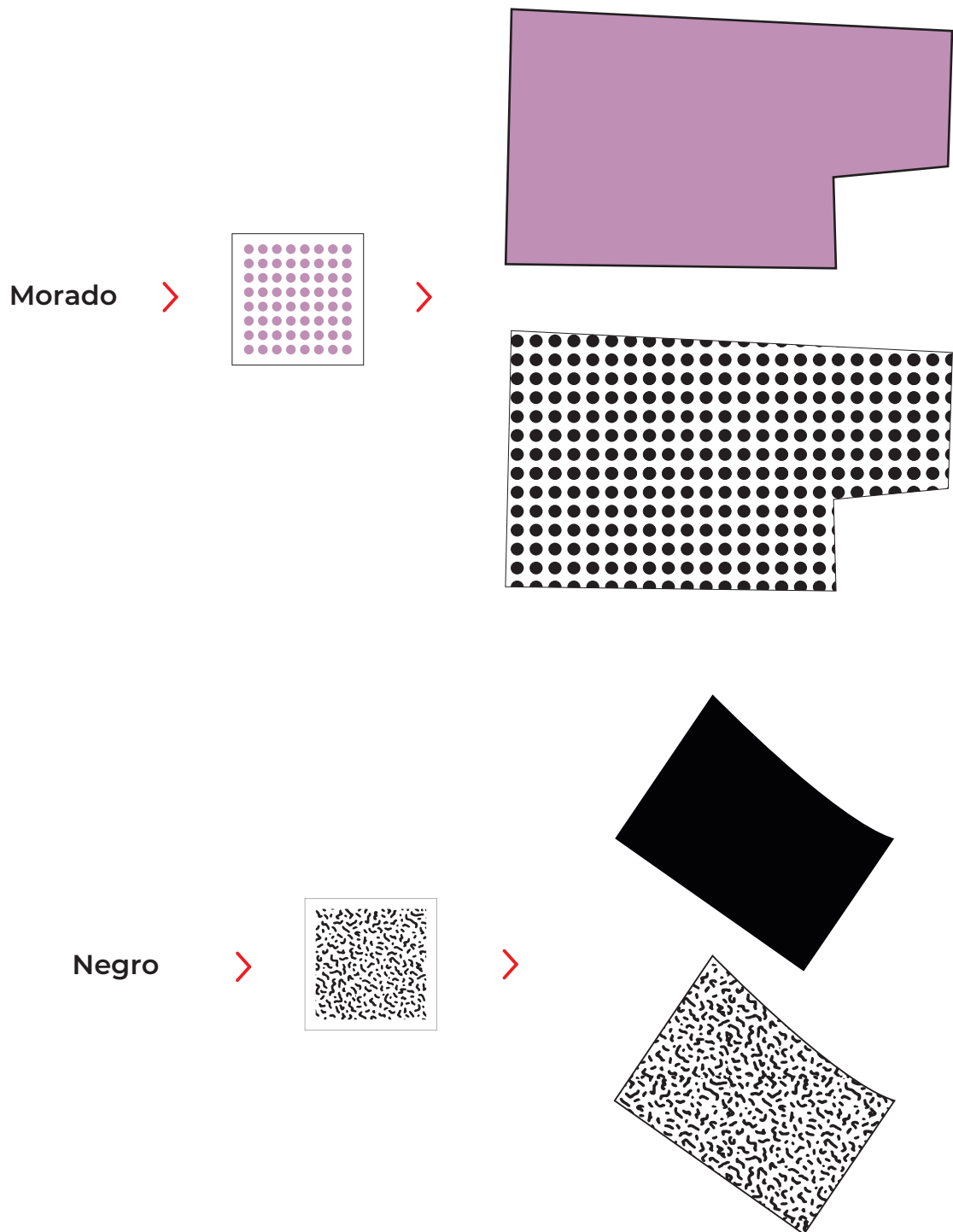
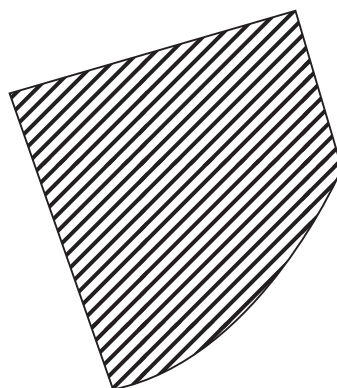
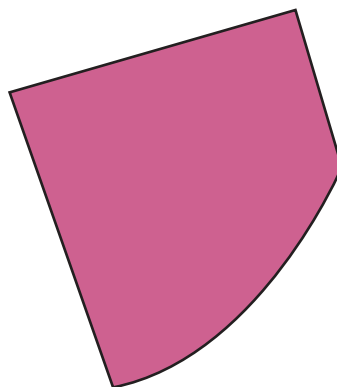
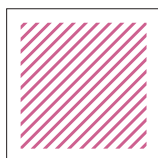


Fig. 201

Rosa



Azul-verdoso

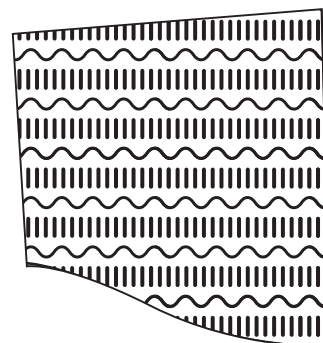
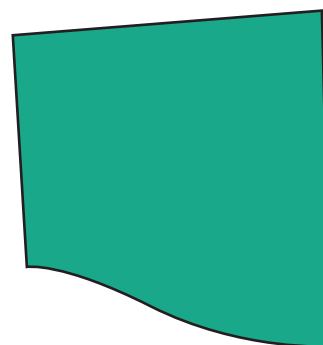
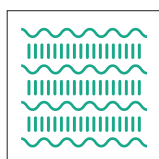
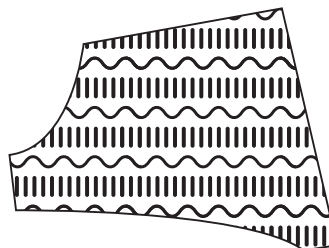
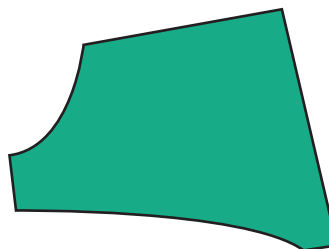
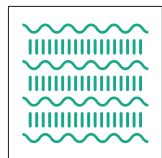
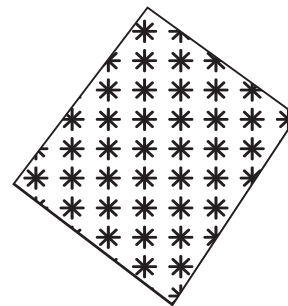
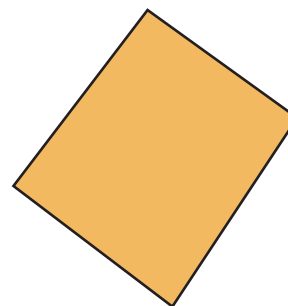
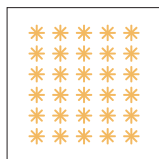


Fig. 202

Azul-verdoso



Amarillo



Naranja

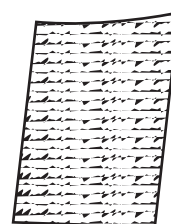
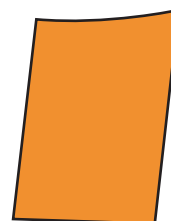
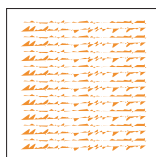
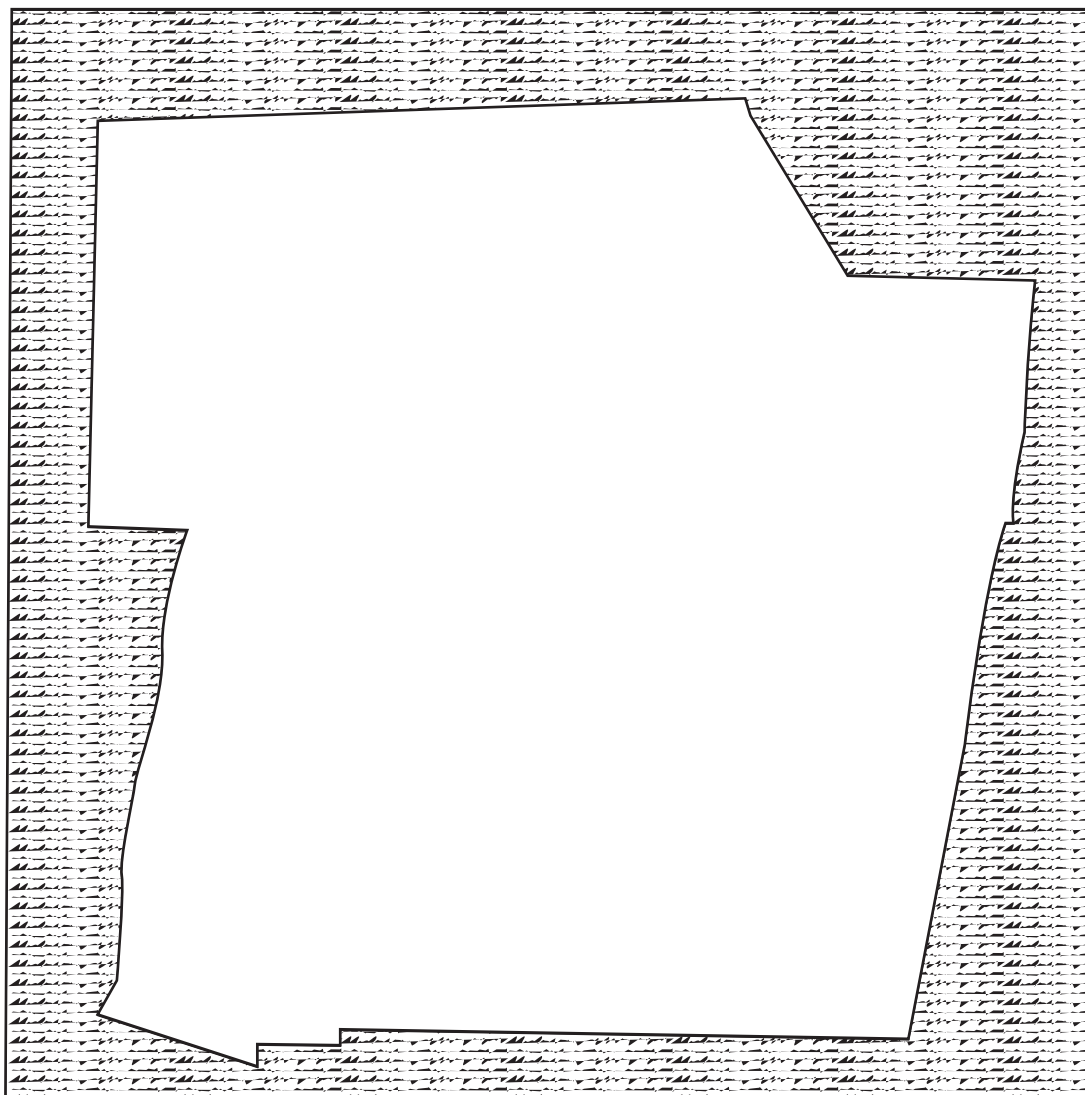
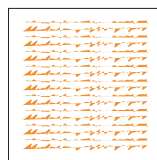


Fig. 203

Naranja >



Naranja >

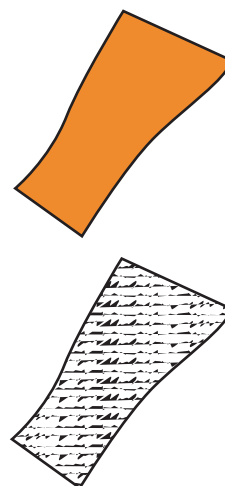
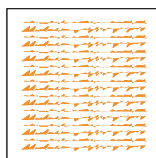


Fig. 204

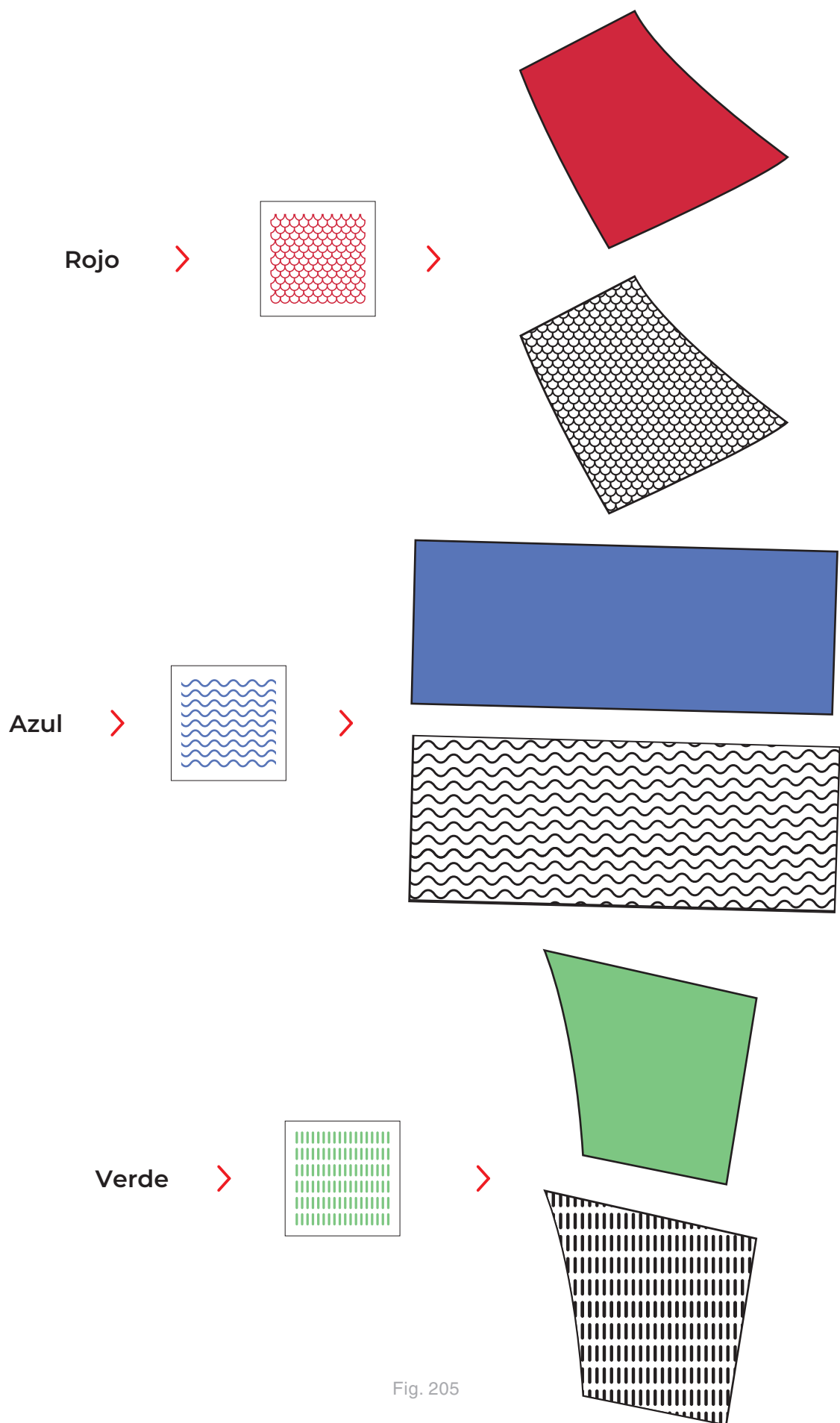


Fig. 205

IV. 3.4. RESULTADO FINAL

Una vez determinadas las texturas aplicadas a cada figura del cuadro, el resultado final del cuadro adaptado a través de las texturas propuestas es el mostrado a continuación. En un primer lugar, se busca la adaptación del cuadro a una escala 1:10, debido a las grandes dimensiones de la obra (casi tres metros de ancho y alto), de tal forma que las dimensiones de la obra pasan de ser 2870 x 2880 mm a ser 287 x 288 mm. Establecidas estas medidas, se aplica posteriormente una escala de 1:2 tanto a la representación original como a las texturas diseñadas para poder mostrar el resultado a continuación.

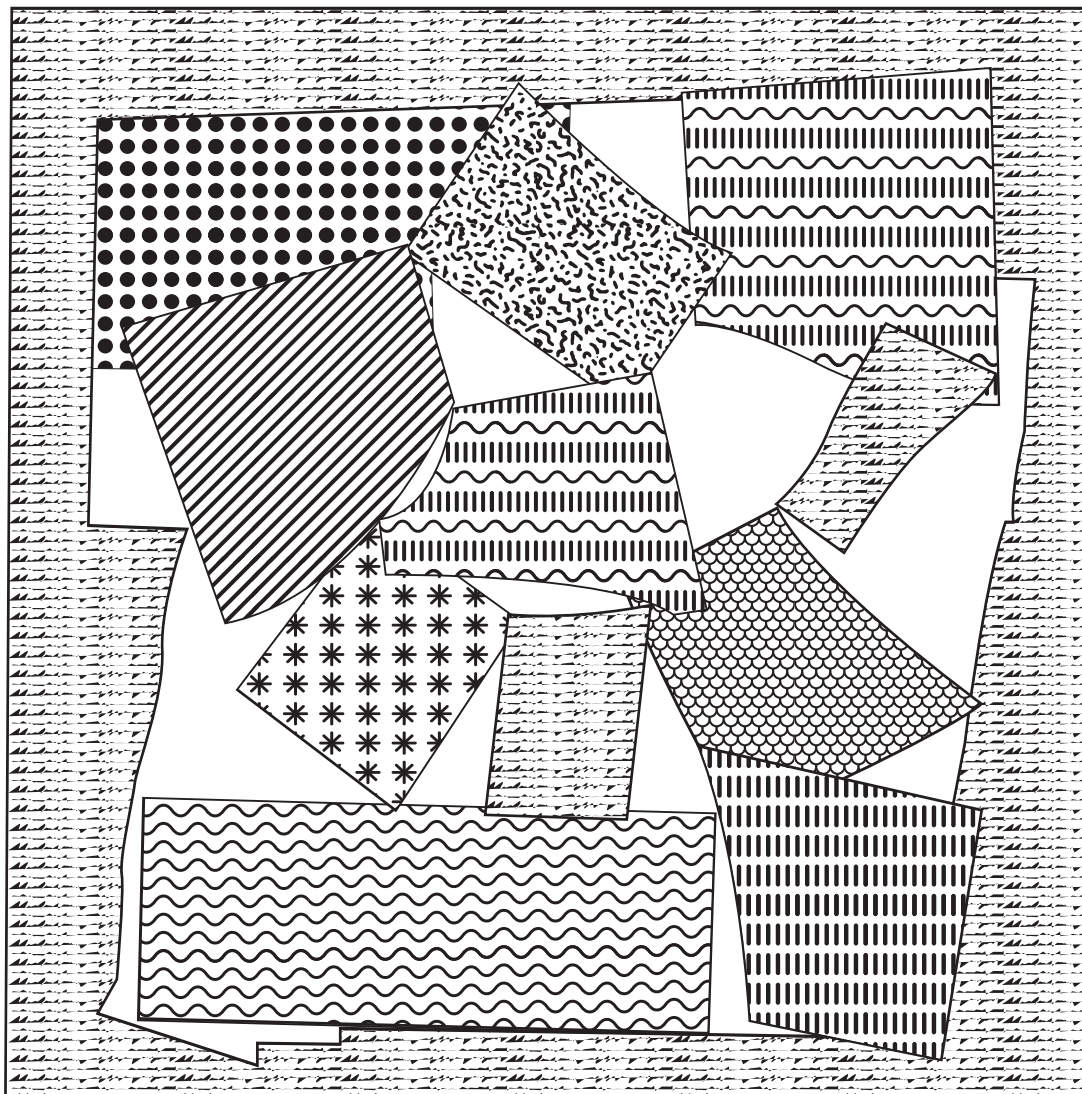


Fig. 206

IV. 3.5. CONCLUSIÓN FINAL

A lo largo del proceso de investigación entorno al color y a la textura, ha destacado la escasa información que existe actualmente sobre la textura aplicada a la discapacidad visual, y las pocas alternativas que persiguen el acercamiento de las personas invidentes a la cultura, al arte y al ocio. Es por esto que, para poder realizar la vinculación entre el color y la textura, se han establecido como hilos conductores las sensaciones, las emociones y los sentimientos. Por un lado, las provocadas por los colores (estímulos visuales) y por otro, las generadas por las texturas (estímulos hápticos). El punto en el que ambas relaciones confluyen sirve de guía para unir el color con una textura. Cada una de las texturas persigue la representación de un único color. Si bien es cierto que los diseños propuestos han sido los más acertados en las experimentaciones, no se descarta la posibilidad de que a cada persona pueda recordarle a un color diferente. Es por esto que se recomienda la inclusión de una leyenda explicativa color-textura, de tal forma que se facilite la experiencia háptica y sensorial de los usuarios.

En relación con las texturas cabe destacar que las pruebas realizadas con personas invidentes a lo largo del proceso de mejora de los diseños hápticos, han sido fabricadas con PLA (ácido poliláctico) en impresoras 3D Ultimaker. De cara a la aplicación en la cultura y en el arte, resulta de gran ayuda el uso de diferentes materiales en la representación de las texturas, tales como telas, cerámica, cueros, madera, metales,...). De esta manera, se incluye información a través de una superficie en relieve (la propia textura) y la sensación que aporta el material en que esté fabricado. Por ejemplo, la representación del color azul o del color gris, ambos colores de gama cromática fría, puede verse potenciada con una representación háptica fabricada en un material metálico.

La oportunidad de experimentar las texturas diseñadas con usuarios, tanto videntes como invidentes, ha resultado clave en el proceso de mejora constante de los diseños propuestos. Gracias a esta dinámica de prueba-error y a las dinámicas “focus group” realizadas en cada experimentación, se ha podido alcanzar una propuesta de diseño final para 10 colores (rosa, rojo, naranja, amarillo, verde, azul, morado, gris, blanco y negro).

Por último debe mencionarse que la vinculación entre color y textura adaptada al ámbito de la discapacidad visual podría ser sistematizada de tal forma que, al igual que una persona vidente aprende que el color rojo corresponde con una tonalidad concreta, se establezca de igual modo a través del tacto para este colectivo. En conclusión, finalizado el presente TFG, se puede confirmar la posibilidad de desarrollar alternativas que faciliten la accesibilidad a la cultura para personas con discapacidad visual.



Fig. 207



Los ojos quieren ver,
las manos quieren acariciar.

(Pallasmaa, 1996)



Para la bibliografía se ha seguido un orden alfabético de las referencias bibliográficas referenciadas en normativa APA edición nº 7.

- Acceso al Patrimonio cultural y natural: para quienes disfrutan de los museos, monumentos, de caminar... — Web de la ONCE. (2018, febrero 20). Once.es. <https://www.once.es/servicios-sociales/cultura-y-ocio/acceso-al-patrimonio-natural-y-cultural>
- Albers, J. (1975). *Interaction of Colour*. Yale University Press.
- Anguiano, J. A. (2020, agosto 28). Cómo enseñar los colores a un niño que desde su nacimiento, tiene discapacidad visual. HIT: Hagamos de la Inclusión un Todo. <https://hitdiscapacidad.com/2020/08/28/como-ensenar-los-colores-a-un-nino-que-desde-su-nacimiento-tiene-discapacidad-visual/>
- Aparicio, A. M. (gosto 2015). *Demografía de la Baja Visión y de la Ceguera en España*. Universidad de Valladolid.
- BOE-A-2022-5140 Ley 6/2022, de 31 de marzo, de modificación del Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, para establecer y regular la accesibilidad cognitiva y sus condiciones de exigencia y aplicación. (s/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2022-5140>
- BOE.es - Búsqueda sencilla de legislación. (s/f). Boe.es. Recuperado el 2 de junio de 2024, de https://www.boe.es/buscar/legislacion.php?campo%5B2%5D=tit&dato%5B2%5D=discapacidad%20visual&accion=Buscar&checkbox_solo_tit=S&sort_field%5B0%5D=PESO&sort_order%5B0%5D=desc
- C., M. A. M. (2015, diciembre 25). Un sistema para ver el color con las manos. *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/economia/un-sistema-para-ver-el-color-con-las-manos-article-607708/>
- CONVENCIÓN INTERAMERICANA PARA LA ELIMINACIÓN DE TODAS LAS FORMAS DE DISCRIMINACIÓN CONTRA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD. (s/f). Oas.org. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.oas.org/juridico/spanish/tratados/a-65.html>
- Curso de aprendizaje. (s/f). Sistema Constanz. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <http://www.sistemaconstanz.com/curso-de-aprendizaje/>

- De Guzmán, R. B. (2021, febrero 25). Equilibrio y Audición. Clínica barona | Especialistas en Otorrinolaringología; Clínica Barona y Asociados S.L. <https://clinicabarona.com/equilibrio-y-audicion/>
- Del Castillo Sabogal, M. E. C. Ñ. E. M. (2020). Material didáctico para estudiantes con discapacidad visual. INCI (Instituto Nacional Para Ciegos).
- Deutsche Welle. (2012, mayo 18). Los ciegos “ven” con ayuda de los ecos. Deutsche Welle. <https://www.dw.com/es/los-ciegos-ven-con-ecoson-da/a-15958399>
- Díaz, P. (2021, agosto 20). Las personas ciegas entienden el color igual que las personas videntes. BuscandoRespuestas. <https://buscandorespuestas.lne.es/-sorprendente/personas-ciegas-entienden-el-color-igual-que-videntes/>
- Diderot, D. (1978). Carta sobre los ciegos para uso de los que no ven. Las Ediciones de La Piqueta.
- Efe, R. es /. (2017, marzo 23). El cerebro de las personas ciegas se “reconfigura” para potenciar otros sentidos. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20170323/cerebro-personas-ciegas-se-reconfigura-para-potenciar-otros-sentidos/1508912.shtml>
- El futuro es háptico. (s/f). Gov.co. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.inci.gov.co/blog/el-futuro-es-haptico>
- El sentido de orientación. (2001, julio 22). LA NACION. <https://www.lanacion.com.ar/opinion/el-sentido-de-orientacion-nid321773/>
- Enseñando los colores a niños ciegos: estrategias efectivas para una educación inclusiva. (2023, abril 6). Noticia.do | Noticias de República Dominicana de Última Hora; Administrator. <https://noticia.do/ensenando-los-colores-a-ninos-ciegos-es-estrategias-efectivas-para-una-educacion-inclusiva/>
- Española, C. B. (2024). Parámetros dimensionales del braille. Grupo social ONCE.
- Europa Press. (2014, julio 2). ¿Se puede describir colores a una persona ciega de nacimiento? desconecta. <https://www.europapress.es/desconecta/curiosity/noticia-puede-describir-colores-persona-ciega-nacimiento-20140702165745.html>

- Europa Press. (2021, agosto 17). Se demuestra que las personas ciegas comprenden el color de igual forma que las videntes. infosalus. <https://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticia-demuestra-personas-ciegas-comprenden-color-igual-forma-videntes-20210817165510.html>
- Feelipa Color Code. (s/f). Feelipa Color Code. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://feelipa.com/es/>
- García-Allen, J. (2016, mayo 21). Psicología del color: significado y curiosidades de los colores. pymOrganization. <https://psicologiaymente.com/miscelanea/psicologia-color-significado>
- Garrido, D. (2021, julio 6). Así se aplica la teoría del color de Kandinsky en la arquitectura. Architectural Digest. <https://www.admagazine.com/arquitectura/la-teoria-del-color-de-kandinsky-en-la-arquitectura-20210706-8729-articulos>
- Glaucoma. (s/f). Nih.gov; National Eye Institute. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.nei.nih.gov/espanol/aprenda-sobre-la-salud-ocular/enfermedades-y-afecciones-de-los-ojos/glaucoma>
- Glaucoma. (2023, enero 27). Mayoclinic.org. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/glaucoma/symptoms-causes/syc-20372839>
- Goethe, D. (s/f). Sistema Constanz. Sistema Constanz. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <http://www.sistemaconstanz.com/sistema-constanz/>
- Heller, E. (2020a). Psicología del Color: Cómo Actúan Los Colores Sobre Los Sentimientos Y La Razón. Editorial Gg.
- Home Constanz. (s/f). Sistema Constanz. Recuperado el 26 de junio de 2024, de <http://www.sistemaconstanz.com/>
- Horak, M. (2022, enero 3). Estudio de caso: modelos hápticos PLA para personas con discapacidad visual. Prusament.com; Prusament. <https://prusament.com/es/estudio-de-caso-modelos-hapticos-pla-para-personas-con-discapacidad-visual/>
- Huitzil Muñoz Enrique, E. (s/f). Háptica. Com.mx. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=70038>
- Informe mundial sobre la visión. (2020). OMS.

- Itten, J., & Birren, F. (1985). The elements of colour. John Wiley & Sons.
- Kandinsky, V. (2003). De lo espiritual en El arte. Ediciones Paidós Iberica.
- Kandinsky, W., & Kandinsky, V. (1997). Punto y Línea sobre El Plano. Ediciones Paidós Iberica.
- Kim, J. S., Aheimer, B., Montané Manrara, V., & Bedny, M. (2021). Shared understanding of color among sighted and blind adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(33). <https://doi.org/10.1073/pnas.2020192118>
- La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión. (s/f). Who.int. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://who.int/es/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>
- Los ciegos y el arte pictórico. (2016, enero 21). Blog sobre ortopedia de ortoweb.com. <https://www.ortoweb.com/blogortopedia/los-ciegos-ya-pueden-ver-las-pinturas/>
- María, F. (2023, octubre 12). ¿Las personas ciegas tienen más sentido del tacto? okdiario.com. <https://okdiario.com/ciencia/personas-ciegas-tienen-mas-sentido-del-tacto-11718223>
- México, T. (2023, marzo 17). Cómo perciben los colores las personas con discapacidad visual. Teletón México; Fundación Teletón. <https://teleton.org/como-perciben-los-colores-las-personas-con-discapacidad-visual/>
- Mireya, F. N. F. (2006). DISEÑO DE IMÁGENES PARA CIEGOS, MATERIAL DIDÁCTICO PARA NIÑOS CON DISCAPACIDAD VISUAL. Universidad Politécnica de Valencia.
- Mk, A. P. (2017, julio 14). Las combinaciones de color según Itten. Arte.Plus. <https://arte.plus/las-combinaciones-color-segun-itten/>
- Neurología. (s/f). Neurología.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://neurologia.com/noticia/4515/la-estimulacion-tactil-pasiva-mejora-la-sintomatologia-en-ninos-ciegos-con-trastorno-por-deficit-de-atencion>
- Pallasmaa, J. (1996). Los ojos de la Piel. Editorial GG, SL.

- Palomino, J. V. A. (2020). Uso de texturas podo táctiles y su influencia en la circulación de personas invidentes en la calle Real en el tramo Jr. Ayacucho al Jr. Cajamarca en la ciudad de Huancayo al 2019. Escuela Académico Profesional de Arquitectura, Universidad Continental.
- Promoción artística: para quienes actúan, hacen música o artes plásticas — Web de la ONCE. (2023, octubre 11). Once.es. <https://www.once.es/servicios-sociales/cultura-y-oocio/promocion-artistica-para-quienes-actuan-hacen-musica-o-artes-plasticas-1>
- Publimas Digital. (2022). Principales causas de ceguera irreversible en España. <https://www.immedicohospitalario.es/noticia/34623/principales-causas-de-ceguera-irreversible-en-espana.html>
- Quiénes Somos. Nuestra Historia y Compromiso. Tutto Ecuador. (s/f). Tutto.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://ec.tutto.com/institucional/historia>
- Rabanaque, L. (2020, enero 31). Un sistema permite a los ciegos ver a través del tacto. El Periódico de Aragón. <https://www.elperiodicodearagon.com/el-mostrador/2020/01/31/sistema-permite-ciegos-ver-traves-46563832.html>
- Raya, L. (s/f). Dispositivos hápticos para ciegos. Realovirtual.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.realovirtual.com/articulos/5043/dispositivos-hapticos-ciegos>
- Relieve y audiodescripciones, claves para que las personas ciegas disfruten de la pintura. (2019, noviembre 3). Servimedia. <https://www.servimedia.es/noticias/1188311>
- RojasSeguir, K. (s/f). Gestalt y los colores. SlideShare. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://es.slideshare.net/Karlitarojas85/gestalt-y-los-colores-18067788>
- Salud visual. (s/f). Paho.org. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.paho.org/es/temas/salud-visual>
- Salvatori, S. (2019, mayo 28). ¿Cómo representan los colores las personas ciegas? Psicología para Todos. <https://www.psicologiaparatodos.net/destacados/como-representan-los-colores-las-personas-ciegas/>
- Saul. (2020, julio 9). En esta entrada de blog, vamos a explicarte qué es un Focus Read more. Design Thinking España. <https://xn--designthinkinges-paa-d4b.com/que-es-un-focus-group-y-como-disenarlo>

- Servicios Sociales de la ONCE: inclusión de la discapacidad. (2018, enero 25). Once.es. <https://www.once.es/servicios-sociales>
- SHAPEREADER. (s/f). SHAPEREADER. Recuperado el 5 de junio de 2024, de <https://shapereader.org/>
- Striem-Amit, E., Wang, X., Bi, Y., & Caramazza, A. (2018). Neural representation of visual concepts in people born blind. *Nature Communications*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07574-3>
- Tecnología para ciegos y personas con discapacidad - Web ONCE. (2018, enero 31). Once.es. <https://www.once.es/servicios-sociales/tecnologiayrecursosadaptados>
- The Geco Company. (2021, noviembre 15). Niños ciegos en una actividad para reconocer texturas y olores a través de las plantas. Región Digital. <https://regiondigital.com/noticias/juventud/353610-ninos-ciegos-en-una-actividad-para-reconocer-texturas-y-olores-a-traves-de-las-plantas.html>
- Tomás Ortiz Alonso Departamento de Medicina legal, Psiquiatría y Patología. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. (2020). Neuroplasticidad crosmodal táctil: ¿Podría un ciego “ver” mediante el tacto?
- Torres, A. (2015, septiembre 9). Teoría de la Gestalt: leyes y principios fundamentales. pymOrganization. <https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-gestalt>
- Por Un Ojo Para, el A. (2016, marzo 10). EL ARTE HÁPTICO: La percepción táctil como herramienta de aprendizaje. Un Ojo Para el Arte. <https://unojoparaelarte.wordpress.com/2016/03/10/el-arte-haptico-la-percepcion-tactil-como-herramienta-de-aprendizaje/>
- Visual, P. P. D. (s/f). Construyendo ARTE + d i v e r s i d a d. Blogspot.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://construyendoarte-en-la-discapacidad.blogspot.com/2010/12/la-textura-de-los-colores.html>
- Young, E. (2019, marzo 28). How do blind people who’ve never seen colour, think about colour? BPS; The British Psychological Society. <https://www.bps.org.uk/research-digest/how-do-blind-people-whove-never-seen-colour-think-about-colour>

- (S/f-a). Bvsalud.org. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://pesquisa.bv-salud.org/portal/resource/pt/ibc-86873>
- (S/f-b). Foal.es. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.foal.es/es/entrevistas/el-aroma-de-los-colores>
- (S/f-c). Foal.es. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.foal.es/es/entrevistas/pintura-sensorial-una-forma-diferente-de-acceder-al-arte>
- (S/f-d). Cuatropalabras.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <http://www.cuatropalabras.com/articulo/sociedad/como-funcionan-colores-personas-ciegas/20220804112533025902.html>
- (S/f-e). Webmati.es. Recuperado el 2 de junio de 2024, de https://www.webmati.es/index.php?option=com_content&view=article&id=63:las-cifras-de-baja-vision-en-espana&catid=15&Itemid=101#:~:text=De%20esta%20manera%20se%20estima,y%20920.900%20tienen%20baja%20visi%C3%B3n
- (S/f-f). Culturainquieta.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://culturainquieta.com/arte/pintura/como-suena-cada-color-segun-wassily-kandinsky/>
- (S/f-g). Culturainquieta.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://culturainquieta.com/estimulante/la-fascinante-teoria-del-color-de-goethe/>
- (S/f-h). Admagazine.com. Recuperado el 2 de junio de 2024, de <https://www.admagazine.com/arquitectura/la-teoria-del-color-de-kandinsky-en-la-arquitectura-20210706-8729->

Antes de concluir el Trabajo de Fin de Grado, quiero agradecer la participación a todas las personas implicadas en las pruebas de experimentación.

Gracias a todo el equipo del **FabLab** por participar en las experimentaciones y sobre todo por permitirme llevar a cabo todos los prototipos de los experimentos. Gracias a mis amigas y compañeras de la **residencia** por estar dispuestas siempre a participar en las sesiones de “focus group” y dedicarle tiempo cuando apenas sobraba y ganas cuando apenas quedaban.

Gracias al grupo social **ONCE** de Valladolid, especialmente a Araceli de las Heras, a Daniel Carrascal, a Concha de Castro, a Pedro Aguilar, a María de la Luz Hernández, a Rodrigo González y a Daniela Najmas. Gracias por permitirme llevar a cabo no sólo una sino dos reuniones, pero especialmente gracias por el trato y el cariño con el que me han recibido.

Por último, gracias **Nieves** por guiarme a lo largo de este proyecto, por buscar tiempo de donde no lo había para dedicármelo y por confiar en mí, en mis capacidades y en mi trabajo.

Gracias a todos de corazón.

