Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte.

Doctorado en Diseño.

Tesis

El diseño de interacción háptico como estímulo al marco representacional que generan las personas ciegas ante la narrativa en los museos

Presentada por:

Jorge Omar Chavarría Fernández

Para obtener el grado de

Doctor en Diseño

Directora: Dra. Silvia Husted Ramos

Co-Directora: Dra. Gloria Olivia Rodríguez Garay

Mayo de 2026

Índice

Introducción ***10***

1. Planteamiento del problema 10

2. Pregunta de investigación 12

3. Objetivo general 12
   3.1 Objetivos específicos 12

4. Supuesto de investigación 12

5. Delimitación del problema 13

6. Justificación 13

Capítulo I. Aproximación a la accesibilidad y ceguera en entornos museísticos en México ***15***

I.1 Estado del arte: Psicología de la percepción y ceguera desde una perspectiva multidisciplinar 15

I.1.1 Orígenes fisiológicos y cognitivos (siglo XIX) 15

I.1.2 La expansión hacia modelos mentales (siglo XX) 15

I.1.3 Enfoques contemporáneos: Cognición corporizada y háptica (siglo XXI) 16

I.1.4 Tecnología y accesibilidad: Nuevos horizontes 17

I.1.5 En la actualidad: Avances en percepción háptica, accesibilidad y diseño inclusivo 17

I.2 La ceguera y sus implicaciones en los procesos cognitivos 19

I.2.1 ¿Qué es la ceguera? 19

I.2.2 Háptica y cognición en la producción de imágenes mentales en los ciegos 21

I.2.2.1 La percepción táctil en la exploración activa del entorno. 23

I.2.2.2 El sentido del tacto y la háptica 24

I.2.2.3 La háptica como sistema de información 26

I.2.2.4 La importancia de la exploración táctil para las personas ciegas 27

I.2.2.5 El razonamiento analógico en la exploración táctil 28

I.3 El marco representacional de las personas ciegas: construyendo imágenes mentales 29

I.3.1 Las imágenes mentales desde la variable de la ceguera 30

I.3.2 Los marcos de representación mental 32

I.3.2.1 La memoria episódica y la recuperación de la información de los marcos de representación 33

Capítulo II. Diseño inclusivo, experiencia museográfica y tiflotecnología ***38***

II.1 Diseño para la inclusión de personas con ceguera 38

II.1.1 Diseñando para la inclusión 38

II.1.2 Acuerdos internacionales de accesibilidad y sostenibilidad para el diseño inclusivo 40

II.1.2.1 Latinoamérica ante la accesibilidad y sostenibilidad para el diseño inclusivo 41

II.1.2.2 El marco normativo mexicano: LFPED, LGIPD y sus implicaciones en el diseño inclusivo para personas ciegas. 43
II.1.2.3 Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación (LFPED) 43
II.1.2.4 La Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (LGIPD): Un marco jurídico para la equidad sustantiva 45
II.1.2.5 La Norma Técnica Complementaria de Accesibilidad para la CDMX 46
II.1.2.6 El Manual de Técnicas de Accesibilidad de la CDMX 46
II.2 El museo como espacio inclusivo 47
II.2.1 Del museo contemplativo al museo inclusivo: el papel del diseño 47
II.2.2 Diseñar para la inclusión de personas ciegas en los museos 49
II.2.3 El diseño incluyente en museos de México 49
II.2.3.1 Iniciativas de diseño incluyente en los museos de México 51
II. 3 Narrativas museísticas para Personas con Ceguera 52
II.3.1 Narrativas museísticas y accesibilidad 52
II.3.2 Fundamentos teóricos de la narrativa en museos 53
II.3.2.1 Storytelling como herramienta cultural 54
II.3.2.2 Transición del objeto al concepto: narrativas basadas en ideas 55
II.3.2.3 Las narrativas transmedia y cognición distribuida 57
II.3.3 Diseño de narrativas inclusivas para personas con ceguera 58
II.3.3.1 Crítica al paradigma ocularcéntrico 58
II.3.3.2 Narrativas hápticas y multisensoriales 59
II.3.3.3 Guiones museológicos y museográficos accesibles 59
II.3.4 Narrativa transmedia como sistema cognitivo, participativo y multisensorial en el contexto museístico inclusivo 60
II.3.4.1 Definición y evolución de la narrativa transmedia 62
II.3.4.2 Aplicaciones en museos: experiencias interactivas 64
II.3.4.3 Tiflotecnología y aplicación en museos 65
Capítulo III. Estrategia metodológica para la evaluación de la experiencia háptica para usuarios con discapacidad visual ***67***
III.1 Metodología de investigación 67
III.1.1 La Muestra 68
III.1.2 Instrumentos de recolección 68
III.2 Tipo de investigación. 69
III.2.1 Metodologías utilizadas en el desarrollo de la propuesta 69
III.3 Fase 1: Planificación 70
III.3.1 Herramientas para utilizar en la fase de planificación: 71

III.4 Fase 2: Ejecución 71

III.5 Fase 3: Monitoreo y control 73

III.6 Modelo DIMeHa (Dimensiones de la Experiencia Háptica) 74

III.6.1 EJE 1. Comprensión de la narrativa táctil 76

III.6.2 EJE 2. Representación y diferenciación 77

III.6.3 EJE 3. Experiencia sensorial y emocional 78

III.6.4 EJE 4. Evocación y post-exploración 79

III.6.5 EJE 5. El comportamiento táctil 79

III.6.6 La rúbrica DIMeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica 80

III.6.7 Validación, confiabilidad y criterios de aplicación del modelo DIMeHa 81

III.6.8.1. Validez de contenido 82

III.6.8.2. Validez del constructo teórico 83

III.6.8.3. Consistencia interna conceptual 83

III.6.8.4. Confiabilidad interevaluador 84

III.6.8.5. Validación ecológica 84

III.6.8.6. Justificación metodológica del enfoque 85

III.6.9 Consideraciones metodológicas finales 85

Capítulo IV. Desarrollo de la propuesta ***86***

IV.1 Fase de preparación previa a los prototipos: Programación de sensores capacitivos con Arduinos 88

IV.2 Prototipo 1. La tecnología para un prototipo háptico, pruebas con Arduino 89

IV.2.1 Creación de prototipo 1 90

IV.2.2 Pruebas y observación del prototipo 1: “La imagen ciega” 92

IV.2.3 Resultados de observación de prototipo 1. 93

IV.2.4 Consideraciones finales del primer prototipo 95

IV.3 Prototipo 2. Segunda etapa de testeo: La tiflotecnología en un prototipo háptico, para evaluación de lectura háptica 96

IV.3.1 Desarrollo de los 2 prototipos para evaluación háptica-tecnología-narrativa 96

IV.3.2 Pruebas de los prototipos “Robot” y “Hojas y Agua” 97

IV.3.3 Resultados de los prototipos “Robot” y “Gotas y Hojas” 98

IV.3.3.1 Resultados del prototipo 1: Robot 99

IV.3.3.2 Resultados del prototipo 2: Gotas y hojas 101

IV.3.4 Resultados generales de las pruebas con prototipos tiflotecnlógicos 105

IV. 4 Prototipo 3. Desarrollo de propuesta para museo: La tiflotecnología para una narrativa museológica 107

IV. 4.1 Etapa 1 de la propuesta para el museo. Gestión del proyecto 107

IV. 4.2 Fase 2. Ejecución 108
IV. 4.2.1 Capa 1. Definir el alcance 108
IV. 4.2.2 Fase definición de Narrativa 108
IV.4.2.3 Narrativa de los matachines como universo transmedia cultural 109
IV. 4.2.4 Museografía 111
IV.4.2.4 Tercer ciclo iterativo de la etapa de Ejecución: Desarrollo de las obras plásticas para el museo por parte de alumnos de la UACJ 112
IV. 4.2.5 Desarrollo de las obras plásticas para el museo: Briefing de las piezas. 114
IV. 4.2.6 Proceso de creación de obras en el taller de la clase. 116
IV. 4.2.7 Exposición de las piezas y evaluación para la curación de la exposición. 118
IV.4.3 Selección de obras de acuerdo con la narrativa 118
IV.4.4 Guion museográfico de la exposición, guion de interacciones 122
IV.4.5 Instrumento de evaluación de las piezas tiflotecnológicas en el museo. 126
IV. 4.6 Fase 3. Monitoreo y control: Evaluación de la exposición en el Museo y en el CEIAC. 127
IV.5 Evaluación de la propuesta en el Museo 131
IV.5.1 Selección de usuarios 131
IV.5.2 Observación basada en las dimensiones del modelo DIMeHa 135
Capítulo V. Resultados y evaluación ***144***
V.1 Comprensión de la narrativa táctil. 144
V.1.1 Reconocimiento secuencial: 146
V.1.2 Asociación con experiencias previas: 146
V.1.3 Coherencia interpretativa: 147
V.2 Procesos cognitivos y representación mental 148
V.2.1 Uso de metáforas táctiles 149
V.2.2 Construcción de imágenes mentales 150
V.2.3 Diferenciación de formas y texturas 150
V.3 Experiencia sensorial-emocional 151
V.3.1 Grado de inmersión 153
V.3.2 Preferencias en materiales y textura 153
V.3.3 Nivel de atención y exploración 154
V.4 Evaluación a través de la retroalimentación 155
V.4.1 Explicación verbal post-exploración 157
V.4.2 Pruebas de evocación diferida 157
V.4.3 Uso de las cédulas hápticas (mapas hápticos) 158
V.5 Comportamiento durante la exposición. 158

V.5.1 Estrategias de exploración manual 160
V.5.2 Interacciones y preguntas 161
Capítulo VI. Análisis crítico de la experiencia háptica y tiflotecnológica en propuesta museística: Hallazgos y brechas en el contexto local. ***162***
VI.1 Interpretación de los resultados desde la experiencia háptica 162
VI.2 Discusión desde el modelo DIMeHa 163
VI.3 Narrativa háptica y lógica transmedia 165
VI.4 Diseño centrado en el usuario y aprendizaje situado 167
VI.5 Limitaciones del estudio 168
VI.6 Líneas futuras de investigación 170
Conclusión ***172***
Referencias ***174***
Anexos ***185***

Índice de figuras

Figura 1 *Deterioro de la visión por la OMS* 20
Figura 2 *Imagen táctil en pruebas en el CEIAC* 34
Figura 3 *Dibujo de árbol realizado por persona normovisual* 36
Figura 4 *Dibujo de árbol realizado por una persona ciega* 37
Figura 5 *Propuesta metodológica.* 69
Figura 6 *Primera fase de la metodología: planificación.* 70
Figura 7 *Segunda fase de la metodología:* 71
Figura 8 *Tercer fase de la metodología* 73
Figura 9 *Modelo DimeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica* 75
Figura 10 *Propuesta metodológica* 86
Figura 11 *Gráfico de Gantt con las actividades marcadas en el EDT* 87
Figura 12 *Esquema de sensores capacitivos* 88
Figura 13 *Pruebas con Arduino y conductores capacitivos* 89
Figura 14 *Proceso del prototipo 1* 90
Figura 15 *Triangulación de la obra Imagen Ciega* 91
Figura 16 *Exposición de la pieza háptica del prototipo 1* 93
Figura 17 *Pruebas de usabilidad del prototipo 1* 94
Figura 18 *Interior del prototipo 1* 95
Figura 19 *Prototipos para prueba con usuarios con ceguera* 97
Figura 20 *Prueba de usabilidad del prototipo tiflotecnológico* 100

Figura 21 *Segundo prototipo titulado Hojas y Gotas* 102
Figura 22 *Reuniones de gestión del proyecto en UACJ* 108
Figura 23 *Los tres momentos del rito de los matachines y la velación de la palma.* 109
Figura 24 *Museografía* 111
Figura 25 *Explicación del tema de danza matachín* 113
Figura 26 *Boceto de obra danza matachín* 115
Figura 27 *Bocetos de los estudiantes* 116
Figura 28 *Proceso de trabajo en clase de taller* 117
Figura 29 *Exposición y evaluación de obras en la UACJ* 118
Figura 30 *Rúbrica utilizada para evaluar las piezas* 119
Figura 31 *Centro Cultural de las Fronteras* 125
Figura 32 *Plano museográfico para el CCF* 126
Figura 33 *Museografía dentro del CCF* 127
Figura 34 *Código Quick Response para ver el recorrido de la exposición en el CCF.* 128
Figura 35 *Usuarios del recorrido dentro del CCF* 128
Figura 36 *Usuario con ceguera en el recorrido en el CCF* 129
Figura 37 *Museografía dentro del Centro de Estudios para Invidentes AC* 130
Figura 38 *Código Quick Response para ver el recorrido realizado por un usuario ciego.* 131
Figura 39 *Clima típico de la región de Ciudad Juárez.* 133
Figura 40 *Recorrido de un grupo en el CCF* 134
Figura 41 *Dimensiones técnica y emocional del comportamiento en la exploración en el museo* 135
Figura 42 *Participante 2 en el Centro Cultural de las Fronteras* 137
Figura 43 *Usuario en el CEIAC* 139
Figura 44 *Participante tocando la pieza 2* 140
Figura 45 *Participante tocando la pieza 6* 141
Figura 46 *Participante adulto tocando la pieza 2* 142
Figura 47 *Gráficas sobre los datos del rubro comprensión de la narrativa táctil* 146
Figura 48 *Gráficas sobre los datos del rubro procesos cognitivos y representación mental* 149
Figura 49 *Gráficas sobre los datos del rubro experiencia sensorial y emocional* 152
Figura 50 *Gráficas sobre los datos del rubro evaluación a través de la retroalimentación* 156
Figura 51 *Gráficas sobre los datos del rubro comportamiento durante la exploración* 160

Índice de tablas

Tabla 1 *Eje sobre la comprensión de la narrativa táctil* 77
Tabla 2 *Eje sobre la representación y diferenciación* 78
Tabla 3 *Eje sobre la representación y diferenciación* 78
Tabla 4 *Eje sobre la exploración y evocación* 79

Tabla 5 *Eje sobre el comportamiento táctil* 80
Tabla 6 *Rúbrica de evaluación DIMeHa* 80
Tabla 7 *Operacionalización de constructos del modelo DIMeHa.* 83
Tabla 8 *Cuestionario para la segunda observación* 99
Tabla 9 *Resultados* generales *de las pruebas con prototipos tiflotecnológicos* 105
Tabla 10 *Planificación de las obras en la clase:* 112
Tabla 11 *Costos de los materiales para creación de obras tiflotecnológicas* 117
Tabla 12 *Resultados de la evaluación de las obras por docentes de la UACJ* 120
Tabla 13 *Guion museográfico para la exposición Danza Táctil* 122
Tabla 14 *Mapa de interacciones* 124
Tabla 15 *Datos de usuarios ciegos en las visitas a la exposición Danza Táctil* 132
Tabla 16 *Datos obtenidos del rubro Comprensión de la narrativa táctil* 145
Tabla 17 *Datos obtenidos del rubro Procesos cognitivos y representación mental* 148
Tabla 18 *Datos obtenidos del rubro experiencia sensorial y emocional* 152
Tabla 19 *Datos obtenidos del rubro evaluación a través de la retroalimentación* 156
Tabla 20 *Datos obtenidos del rubro comportamiento durante la exploración* 159

Índice de anexos

Anexo A *Dictamen favorable del comité de ética de la UACJ.* 185
Anexo B *Conferencia Tiflotecnología como herramienta de apoyo a la inclusión de personas con ceguera en los museos.* 186
Anexo C *Carta cede del Museo de Arte de Ciudad Juárez.* 187
Anexo D *Carta cede del Centro Cultural de las Fronteras.* 188
Anexo E *Carta cede del Centro de Estudios para Invidentes A.C.* 189
Anexo F *Rúbrica de evaluación de obras plásticas.* 190
Anexo G *Rúbrica de evaluación de obras plásticas llenada por evaluador 1.* 191
Anexo H *Rúbrica de evaluación de obras plásticas llenada por evaluador 2* 192
Anexo I *Rúbrica de evaluación de obras plásticas llenada por evaluador 3.* 193
Anexo J *Carta de cesión de derechos de autor de obras plásticas.* 194
Anexo K *Carta de cesión de derechos de autor de obras plásticas de la obra Danza con el corazón* 195
Anexo L *Publicidad de la exposición Danza táctil.* 196
Anexo M *Tríptico de la exposición Danza Táctil.* 197
Anexo N *Artículo EL arte para todos por medio de la danza táctil en la web de la UACJ.* 199
Anexo O *Carta de consentimiento informado.* 200
Anexo P *Carta de consentimiento informado de una estudiante del CEIAC.* 202
Anexo Q *Rúbrica de evaluación: DIMeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica.* 203

Anexo R *Rúbrica de evaluación DIMeHa del usuario CCF05 llenada por evaluador.* 204
Anexo S *Rúbrica de evaluación: DIMeHa del usuario CEIAC 06* 205
Anexo T *Encuesta de satisfacción de usuario de la exposición.* 206
Anexo U *Cuestionario de Satisfacción de usuario.* 207
Anexo V *Cuestionario de satisfacción de usuario del usuario NV01* 209
Anexo W *Dictamen publicación aceptada por Nodos.* 211

Introducción

En las últimas décadas, la inclusión de personas con discapacidad visual en espacios culturales ha cobrado relevancia tanto en el ámbito académico como en las políticas públicas internacionales. Sin embargo, persiste una brecha significativa entre los marcos normativos y su implementación práctica, particularmente en contextos locales como Ciudad Juárez, México. A pesar de que instrumentos como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) y la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006) establecen la accesibilidad como un derecho fundamental, los museos en esta región carecen de diseños inclusivos que permitan a las personas con ceguera experimentar exposiciones de manera autónoma y significativa.

Este problema se agudiza al considerar que, en México, el 5.8 % de la población vive con alguna discapacidad (INEGI, 2020) y de ellos, aproximadamente 415,800 personas tienen ceguera total (Sociedad Mexicana de Oftalmología, 2023). En Ciudad Juárez, donde residen más de 30,000 personas con discapacidad visual (INEGI, 2020a), la falta de adaptaciones hápticas y auditivas en museos limita no solo su acceso a la cultura, sino también su capacidad para construir narrativas mentales propias a través de la interacción con los objetos expuestos.

Ante este escenario, surge la necesidad de investigar cómo el diseño de interacción háptica puede potenciar el marco representacional de las personas con ceguera, facilitando la comprensión de narrativas museísticas sin depender de asistencia externa. Este estudio se alinea con investigaciones previas sobre percepción táctil y cognición espacial (Amedi et al., 2017; Kappers, 2020), pero aporta una perspectiva innovadora al centrarse en la construcción autónoma de significados dentro de un contexto cultural específico.

1. Planteamiento del problema

Las personas con ceguera enfrentan barreras sistémicas para acceder a espacios recreativos como museos, lo que contradice el principio de igualdad consagrado en instrumentos internacionales (ONU, 2006; UNESCO, 2015). En México, aunque el 6.4 % de las personas con discapacidad reportan dificultades visuales graves (INEGI, 2020), solo el 12 % de los museos

nacionales cuenta con recursos hápticos o auditivos permanentes (Zarur, 2023). En Ciudad Juárez, esta problemática se agrava por la desaparición de sistemas de apoyo auditivo debido al COVID-19, que fueron sustituidos por códigos Quick Response (QR) y que, para una persona ciega, usualmente requieren la ayuda de otra persona o de un guía.

Una persona ciega, al igual que cualquier ciudadano, tiene derecho de acceso a espacios recreativos, como lo son los museos. De acuerdo con Zarur (2023), en México las personas con ceguera no tienen los mismos niveles de accesibilidad a los espacios y entornos recreativos si estos son comparados con los de una persona normovisual. La falta de accesibilidad no solo violenta derechos humanos, sino que también limita la memoria episódica (Tulving, 2002) y la construcción de modelos mentales (Johnson-Laird, 1983) en personas ciegas, ya que la interacción pasiva con guías verbales anula su capacidad para explorar y dar significado autónomo a los objetos (Heller & Ballesteros, 2015).

Los museos tienen la obligación de cumplir con los estándares internacionales de accesibilidad establecidos en la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006) y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), que reconocen el acceso a la cultura como derecho fundamental (Art. 30). Sin embargo, existe una brecha significativa entre estos marcos normativos y su implementación práctica en contextos locales. Esto es particularmente evidente en Ciudad Juárez, donde los museos carecen de diseños universales que garanticen autonomía a visitantes con ceguera.

La situación actual en esta ciudad fronteriza revela un retroceso en materia de inclusión: sistemas de audioguía preexistentes fueron desmantelados durante la pandemia y las alternativas implementadas, como códigos QR, requieren mediación visual, perpetuando la dependencia de personas videntes (Fortuna et al., 2023). Este escenario contradice los principios de diseño para todos (Story et al., 1998) y vulnera el derecho a la participación cultural independiente.

El estándar ideal, conforme a la teoría de la autonomía háptica (Heller & Ballesteros, 2015), implicaría entornos multisensoriales integrando mapas táctiles con texturas, audiodescripciones activadas con feedback háptico. Propiciar el aprendizaje experiencial, donde la exploración táctil active la memoria episódica mediante secuencias narrativas, puntos de interés con información y espacios de descubrimiento guiado. Como demuestran estudios recientes (Amedi et al., 2017;

Thinus-Blanc & Gaunet, 1997), que este enfoque no solo mejora la accesibilidad, sino que potenciaría la construcción de esquemas mentales complejos en usuarios ciegos, facilitando un aprendizaje significativo (Ausubel, 2002).

2. Pregunta de investigación

¿Cómo el marco representacional de las personas con ceguera influye en la comprensión de narrativas museísticas mediante la percepción háptica y cómo puede optimizarse mediante diseños de interacción táctil?

3. Objetivo general

Realizar un diseño de interacción háptica que estimule la construcción autónoma de narrativas a través el marco representacional que generan las personas ciegas basado en sus procesos cognitivos.

3.1 Objetivos específicos

- Analizar los procesos básicos de interacción háptica en personas ciegas, desde la psicología perceptual.
- Identificar los mecanismos cognitivos implicados en la generación de imágenes mentales durante la exploración táctil de objetos museísticos.
- Proponer estructuras narrativas hápticas validadas con usuarios, utilizando metodologías de diseño.

4. Supuesto de investigación

El diseño de interacción háptica, apoyado por el marco representacional de las personas con ceguera, los ayuda a que sean capaces de construir significaciones basadas en sus propias narrativas y experiencias a través de la percepción de su entorno.

5. Delimitación del problema

Este estudio se aplicará en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, a través de un diseño interactivo háptico para personas con ceguera, quienes podrán realizar un recorrido autónomo, conducidos a través de las guías podotáctiles que se disponen en la instalación. La propuesta es realizar dos exhibiciones efímeras como diseño experimental. El primer montaje se realizará en la Sala Torre, del Centro Cultural de las Fronteras, que pertenece a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (para facilitar la inauguración y difusión), y el segundo en las instalaciones del Centro de Estudios para Invidentes, A.C. (CEIAC) para tener acceso a la muestra que sugiere el estudio.

6. Justificación

La relevancia de esta investigación trasciende el ámbito académico para posicionarse como una respuesta urgente a las problemáticas de exclusión cultural que enfrenta la comunidad con discapacidad visual en Ciudad Juárez. Con una población que supera las 30,000 personas con deficiencias visuales (INEGI, 2020), la falta de accesibilidad en los espacios museísticos no solo constituye una violación a los derechos culturales reconocidos en la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006), sino que además perpetúa dinámicas de marginación social que requieren intervenciones inmediatas y fundamentadas.

Desde una perspectiva de la psicología, este estudio adquiere especial pertinencia al explorar cómo los procesos cognitivos permiten a las personas ciegas desarrollar representaciones mentales complejas a través de estímulos hápticos, un campo que hasta ahora ha recibido escasa atención en el contexto de los museos mexicanos. Los hallazgos en este sentido podrían revolucionar los paradigmas actuales sobre percepción táctil y cognición espacial (Thinus-Blanc & Gaunet, 1997), ofreciendo nuevas claves para comprender la construcción de narrativas culturales sin mediación visual.

Para el campo del diseño, la investigación representa un avance significativo al desarrollar metodologías innovadoras que trascienden el enfoque asistencialista tradicional. Al implementar principios de diseño centrado en el usuario (Petrie et al., 2018) adaptados específicamente a las necesidades de la población ciega, se establecen precedentes valiosos para la creación de

experiencias museísticas verdaderamente inclusivas. Este aspecto adquiere particular importancia en el contexto fronterizo de Ciudad Juárez, donde las condiciones socioeconómicas exigen soluciones creativas y de bajo costo que puedan replicarse en otros espacios culturales de la región.

La dimensión social del proyecto se manifiesta en su potencial para transformar las prácticas institucionales vigentes. A través de la colaboración con organismos como el Centro de Estudios para Invidentes (CEIAC) y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la investigación generará un marco accesible para el diseño e implementación de exposiciones tiflotecnológicas, además de herramientas de evaluación que permitirán a los gestores culturales implementar cambios concretos en sus espacios expositivos. Estos recursos buscan subsanar las carencias identificadas en el diagnóstico inicial, particularmente la eliminación pospandemia de sistemas de apoyo y su sustitución por tecnologías inaccesibles para las personas ciegas.

Lo que distingue a este estudio de iniciativas anteriores es su enfoque integral que combina rigor científico con aplicabilidad práctica. Al priorizar la autonomía del usuario mediante interacciones hápticas cuidadosamente diseñadas, se fomenta no solo el acceso físico a los espacios culturales, sino también la construcción de experiencias significativas que activan la memoria episódica (Tulving, 2002) y favorecen procesos de aprendizaje profundos. La utilización de tecnologías asequibles como los sensores táctiles garantiza que las soluciones propuestas puedan implementarse incluso en contextos con recursos limitados, ampliando así su potencial impacto social.

En última instancia, esta investigación busca establecer un precedente transformador que trascienda el ámbito local. Los conocimientos generados podrían aplicarse a otros museos del país y de la región latinoamericana, contribuyendo al desarrollo de políticas públicas más inclusivas y al fortalecimiento del marco jurídico en materia de accesibilidad cultural. Al demostrar que la inclusión efectiva es posible mediante aproximaciones interdisciplinarias basadas en evidencia científica, el proyecto aspira a convertirse en un referente para futuras iniciativas que busquen garantizar el derecho a la cultura para todos los ciudadanos, independientemente de sus capacidades visuales.

Capítulo I.

Aproximación a la accesibilidad y ceguera en entornos museísticos en México

I.1 Estado del arte: Psicología de la percepción y ceguera desde una perspectiva multidisciplinar

I.1.1 Orígenes fisiológicos y cognitivos (siglo XIX)

Los estudios iniciales sobre percepción y ceguera surgieron en el marco de la fisiología experimental del siglo XIX, con exploraciones cognitivas que estaban basadas en estudios que reducían el fenómeno perceptual a procesos de sinapsis y mecanismos biológicos desde la psicología estudiada por Helmholtz y Wundt (Matten, 2015). Este enfoque, además de biologicista, situó al cuerpo como mero soporte de la cognición (Morales, 2015). Básicamente, eran estudios enfocados en la psicología de la percepción de los sentidos y el almacenamiento de la información en el cerebro, omitiendo su rol activo en la construcción de significados, un vacío que luego abordarían las teorías corporizadas *embodied cognition* (Gallagher, 2017).

I.1.2 La expansión hacia modelos mentales (siglo XX)

Más adelante, a mediados del siglo XX, la psicología genética de Piaget (1966) impulsó investigaciones sobre imágenes mentales en personas ciegas, destacando que la construcción de esquemas cognitivos no dependía exclusivamente de la visión (Rosa, 1981). Masini (1994) criticó el *ocularcentrismo* dominante, demostrando que los diseños inclusivos de la época replicaban sesgos videntes, ignorando la experiencia multisensorial. De esta forma, se obtienen los primeros acercamientos a los procesos de desarrollo cognitivo en personas con ceguera, al momento de percibir y procesar la información a través de modelos e imágenes mentales. Paralelamente, Huertas (1988) introdujo el estudio de representaciones figurativas táctiles, sentando las bases para entender cómo la ceguera reconfigura la percepción espacial y simbólica.

La postura del mundo basada en la vista llevó a un punto en el que tanto los estudios, como las propuestas de diseño estaban apoyadas en patrones adoptados por los videntes (Masini, 1994).

Así, para finales del siglo XX, el diseño para la inclusión no se centraba en el usuario objetivo. Las propuestas de diseño inclusivo realizadas para las personas con discapacidades

visuales eran concebidas por las ideas de lo que los diseñadores consideraban correcto en los productos finales. Posteriormente, los estudios ya no solo se enfocaban en las cuestiones fisiológicas, sino que se empezó a sumar al conocimiento de la psicología de la ceguera. Dando así paso a los estudios de las representaciones figurativas y modelos mentales a través de los objetos percibidos por diferentes sentidos por las personas ciegas (Huertas, 1988).

Un punto importante al momento de diseñar es conocer el contexto de las personas a quienes se va a aplicar un diseño. Por consiguiente, el entender el contexto desde el entorno de las personas ciegas es básico para diseñar productos adecuados para los ciegos. Por ello, es importante reconocer cómo es que se comprenden los mensajes desde el punto de vista de la cognición y en el caso de los ciegos, la importancia de la percepción y los sentidos para comprender un mensaje. De esta manera, estos estudios de las representaciones figurativas y mentales de los objetos percibidos por las personas ciegas llevan al acercamiento y suman al conocimiento de la psicología de la ceguera. En el siglo pasado, los principales estudios eran acerca de la psicología de la ceguera (Huertas, 1988).

I.1.3 Enfoques contemporáneos: Cognición corporizada y háptica (siglo XXI)

En las últimas décadas, el giro corporizado (*embodied cognition*) ha replanteado la percepción como un proceso enactivo, donde el cuerpo interactúa dinámicamente con el entorno (Gallagher, 2017). Dezcallar (2012) enfatiza que "cada sistema perceptual codifica propiedades distintas" (p. 10), lo que justifica el estudio de la háptica como sistema alternativo a la visión. Correa (2008) amplía esta idea desde la semiótica, analizando cómo los signos táctiles adquieren significado en ausencia de referentes visuales.

En México, Martínez (2009) propuso el *diseño háptico* como paradigma para materiales destinados a personas con discapacidad visual, mientras que Zarur (2020) desarrolló metodologías para museos inclusivos, integrando narrativas táctiles y audiodescripciones. Estos avances se alinean con la teoría de la *mente extendida* (Clark & Chalmers, 1998), donde las tecnologías hápticas funcionan como extensiones cognitivas (Kappers, 2020).

I.1.4 Tecnología y accesibilidad: Nuevos horizontes

Los avances tecnológicos han emergido como herramientas clave para potenciar la accesibilidad en personas con ceguera, particularmente a través de sistemas hápticos que facilitan la decodificación de información textual y espacial (Kappers, 2020). Investigaciones recientes demuestran que estas tecnologías no solo optimizan la comprensión de mensajes, sino que también activan procesos cognitivos vinculados a la memoria táctil y la construcción de esquemas mentales (Amedi et al., 2017).

Este enfoque ha permitido explorar la interacción entre percepción táctil y cognición, evidenciando cómo el diseño de experiencias hápticas, desde mapas 3D, hasta interfaces táctiles permiten la construcción de representaciones espaciales a través de modalidades no visuales, lo que evidencia la capacidad de reorganización del sistema cognitivo en ausencia de visión (Loomis et al., 2013). Además, estudios interdisciplinares destacan la multimodalidad sensorial en estos procesos, ya que, como señala Dezcallar (2012), *"cada sistema perceptual codifica propiedades distintas"* (p. 10), lo que sustenta la integración de estímulos auditivos y kinestésicos en dispositivos de asistencia.

Por otro lado, la neurociencia cognitiva ha demostrado que el cerebro de personas ciegas reorganiza áreas visuales para procesar información táctil y auditiva (Amedi et al., 2017). Esto sustenta el diseño de herramientas como mapas hápticos (Loomis et al., 2013) o sistemas de realidad aumentada táctil (Pietrzak et al., 2025). No obstante, persisten desafíos en accesibilidad museística, donde la inclusión requiere no solo adaptaciones físicas, sino también *diseño centrado en la experiencia* (Petrie et al., 2018).

I.1.5 En la actualidad: Avances en percepción háptica, accesibilidad y diseño inclusivo

Los estudios contemporáneos sobre imágenes táctiles exploran su dimensión semiótica y su relación con los procesos cognitivos, analizando cómo los signos táctiles adquieren significado y cómo el cerebro construye representaciones simbólicas en ausencia de visión (Correa, 2008; Lederman & Klatzky, 2009). Este enfoque interdisciplinar integra la psicología perceptual, la neurociencia cognitiva y el diseño, demostrando que la percepción háptica no solo sustituye la

visión, sino que activa redes neuronales alternativas para la codificación espacial y conceptual (Amedi et al., 2017).

En el contexto mexicano, investigaciones desarrolladas por Martínez (2011), como *El diseño háptico: un paradigma diferente*, han sentado las bases para desarrollar materiales y experiencias táctiles culturalmente pertinentes. Estos trabajos destacan la importancia de adaptar los diseños de las prácticas socioculturales de las personas con ceguera, superando el enfoque asistencialista tradicional (Zarur, 2020). Un ejemplo paradigmático es la Propuesta metodológica para materiales hápticos en museos (Zarur, 2020), que combina narrativas táctiles, audiodescripciones y recorridos interactivos para garantizar accesibilidad en espacios públicos.

Paralelamente, las tecnologías hápticas han evolucionado desde herramientas básicas hasta sistemas complejos que emulan procesos cognitivos. Dezcallar (2012) sostiene que estas tecnologías operan bajo principios computacionales, donde "el pensamiento emerge de representaciones mentales procesadas de manera análoga a algoritmos" (p. 10). Actualmente, dispositivos como tabletas hápticas o impresiones 3D interactivas no solo facilitan el acceso a la información, sino que también promueven la autonomía y participación social (Loomis et al., 2013).

La contribución de este proyecto se enmarca en los esfuerzos actuales por democratizar el acceso a la cultura mediante el diseño de interacción háptica. A diferencia de propuestas anteriores, se centra en la creación de narrativas museísticas inclusivas para espacios en Ciudad Juárez, integrando:

- Enfoque centrado en el usuario: Co-diseño con personas ciegas para garantizar relevancia cultural y funcional (Petrie et al., 2018).
- Multimodalidad sensorial: Uso combinado de háptica, sonido y movimiento (Pietrzak et al., 2025).
- Evaluación cognitiva: Medición del impacto en la construcción de modelos mentales (Heller & Ballesteros, 2018).

I.2 La ceguera y sus implicaciones en los procesos cognitivos

I.2.1 ¿Qué es la ceguera?

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aporta la métrica legal para la consideración de la ceguera, por ser una de las condiciones que afecta a millones de personas dentro del abanico de discapacidades. La define dentro de su publicación de La Clasificación Internacional de Enfermedades 11 (2019) como el deterioro de la visión a una agudeza visual inferior a lo normal en un rango menor a 3/60, es decir, una pérdida del campo visual a menos de 10°, donde lo normal son 180°, y categoriza el deterioro de la visión en dos grupos: deterioro de la visión cercana y de la visión distante. La ceguera se encuentra dentro de las discapacidades sensoriales, en este caso el sentido de la vista, donde la agudeza visual (para considerar legalmente que una persona es ciega) percibe lo mismo a una distancia menor a 3 metros en contraste con lo que una persona calificada como emétrope, o normovisual, distingue a 60 metros.

La UNESCO, por su parte, menciona las definiciones de ceguera de distintos gobiernos, entre ellos el francés, alemán, egipcio, suizo, entre otros, para buscar una definición base como norma a la que todos los países puedan referirse. En ese ensayo no se tiene una definición clara, sino que se revisa algunas de las normativas en las que se toma como base el campo visual normal de 180 grados y se refiere como "ciego" a una persona cuyo campo visual sea menor a 20 grados. También hace énfasis en la rareza de tener a una persona como ciega totalmente (Nino, 1960), dicho documento ha sido referente del tema desde su publicación.

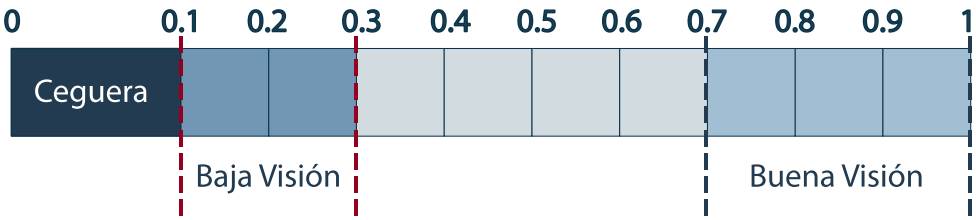
No obstante, Hollins (2022) señala que "la clasificación de ceguera depende de factores determinantes a la capacidad de una persona para percibir la luz a través de la retina y además de la interpretación cognitiva que se da en el cerebro para generar la visión" (p. 7). Sin embargo, también dependemos de las normativas internacionales, así como las de cada país, para realizar una interpretación del concepto de ceguera legal. De esta manera, definimos el concepto de ceguera como una condición médica en la que, por cuestiones de diferentes problemas con el sistema oftálmico, se carece del sentido de la visión. Esta condición se clasifica en ceguera parcial o total, puesto que existen diferentes grados de ceguera acorde con el porcentaje de la capacidad de visión.

De acuerdo con lo anterior, la definición de ceguera legal requiere mediciones agudas de lo que el sistema visual es capaz de percibir.

En la época actual se tiene una mayor cantidad de estudios que hablan sobre la ceguera de una manera más específica, a diferencia de cómo se tenía en el siglo XX. De esta manera, el concepto de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que la ceguera es determinada por el deterioro de la visión, como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Deterioro de la visión por la OMS



Agudeza visual			Funcionalidad	Categoría
1	6/6	20/20	Normal	Normal
0.5	6/12	20/40	Problemas de conducción	Deficiente visual
0.4	6/15	20/50	Problemas lectura periódico	Deficiente visual
0.3	6/21	20/70	Necesitan ayudas para la lectura	Baja Visión
0.1	6/60	20/200	Ceguera legal en España	Baja Visión
0.025	6/240	20/800	Problemas para desplazarse	Baja Visión
0.01	6/600	20/2000	Límite aumento ayudas ópticas	Baja Visión
0.005	6/1200	20/4000	Límite aumento sistemas proyección	Baja Visión
Percepción de luz			----------	Funcionalmente ciego
Amaurosis			----------	Ceguera total

Nota. Valores que determinan el deterioro de la visión. *Elaboración propia basada en la OMS*

Tanto para Hollins como para la OMS, la ceguera es producto de las condiciones y capacidades de una persona para la interpretación de la estimulación sensorial de los receptores del ojo ante las percepciones lumínicas de su entorno; así pues, se entiende como ceguera a la pérdida completa de visión. Sin embargo, en México se considera legalmente ciega a las personas cuya agudeza visual sea menor o igual a 0.1 (10/100) o un campo visual menor o igual a 10 grados.

Para los Estados Unidos de Norteamérica y países europeos, la ceguera legal está definida por la destreza visual de 20/200 o 6/60 con corrección visual (como el uso de lentes u operaciones).

Eso significa que, legalmente ciego es aquella persona que, a una distancia de 6.1 m de un objeto (incluso usando lentes), tiene la misma destreza visual de una persona con destreza visual normal a una distancia de 200 pies o 61 metros. De ahí las numeraciones de 20/200 y 6/60, la primera en pies, la segunda en metros. Además, según la *Social Security Disability Insurance Organization* (SSDIQUALIFY) de los Estados Unidos (2014), un campo visual menor a 20 grados es considerado ceguera y la visión normal es a partir de 180 grados.

Por su parte, Hollins (2022) resalta las diferencias entre los problemas de percepción y el cerebro, clasificando 4 tipos de discapacidades visuales: ceguera y los ojos; ceguera y el cerebro; ceguera y percepción; y ceguera y cognición. En concordancia, Smith et al. (2007) menciona que, cuando existen problemas de percepción visual a nivel cognitivo, en donde el problema no se debe a cuestiones de afectaciones del sistema visual, sino a fallas neuronales, se le conoce como ceguera mental. En este caso, la ceguera se debe a una falla del proceso de sinapsis, y no a la percepción del sentido o afectaciones y anomalías oculares.

Se llega al consenso de que una persona que, incluso usando lentes, tenga una percepción menor a 20/200 es considerada legalmente ciega. Eso es menor al diez por ciento de lo que una persona con buena visión puede percibir (Hollins, 2022). Lo anterior es lo que se toma para referirnos a los límites perceptivos que nos llevan al término de ceguera legal, a pesar de que oftalmológicamente debe interpretarse la ceguera como ausencia total de visión, incluida la falta de percepción de la luz. Por su parte, el gobierno de México menciona en el *Protocolo de atención y trato digno a personas con discapacidad* que:

> Son personas ciegas o con baja visión (es decir, personas con remanentes visuales) y otras condiciones relacionadas con el sentido de la vista (por ejemplo, el daltonismo) que se enfrentan a barreras actitudinales, físicas, en la comunicación y la información, así como a cuestiones relacionadas con la movilidad y la orientación (Instituto de las personas con discapacidad, 2020, p.14).

I.2.2 Háptica y cognición en la producción de imágenes mentales en los ciegos

La comprensión de cómo las personas con ceguera generan y manipulan imágenes mentales a partir de la percepción háptica constituye un campo de estudio que desafía las

concepciones tradicionales sobre la cognición espacial y la representación mental. Para efectos de esta investigación, nos apegamos a la definición de *háptica* de Lederman y Klatzky (2009), que la describen como un conjunto de percepciones sensoriales relacionadas con el tacto, que incluyen sensaciones de presión, temperatura, textura y movimiento y que, en el ámbito del diseño, se refiere a tecnologías y experiencias que estimulan el sentido del tacto para facilitar la interacción con interfaces o entornos físicos y digitales.

Desde esta perspectiva, la producción de imágenes mentales en ausencia de visión no es un proceso pasivo de traducción de estímulos táctiles, sino una construcción activa mediada por lo que Heller y Ballesteros (2023) denominan *esquemas de integración multisensorial*, donde la información háptica se combina con inputs auditivos y kinestésicos para generar modelos mentales coherentes del entorno. Investigaciones recientes en entornos museísticos (Dima et al., 2014) muestran que cuando las personas ciegas exploran objetos táctiles diseñados con propiedades específicas (gradientes de textura, formas contrastantes, temperaturas variables), activan redes neuronales similares a las que se observan durante la visualización mental en personas normovisuales.

Esto sugiere que la imagen mental es, en esencia, un fenómeno amodal que puede construirse a partir de múltiples vías sensoriales. Como demuestran los estudios de Kupers y Ptito (2014), la ausencia de visión no impide la formación de representaciones mentales ricas y detalladas, sino que activa mecanismos que se reorganizan para procesar información táctil y auditiva con una precisión comparable a la percepción en personas normovisuales.

Sin embargo, como advierte Millar (2008), no todas las experiencias hápticas generan representaciones mentales equivalentes. Factores como la calidad del diseño táctil, la secuencialidad de la exploración y la redundancia informativa juegan un papel crucial en la formación de imágenes mentales precisas. Estudios conductuales realizados por García-Vizcaíno en 2024 revelan que las personas ciegas construyen representaciones más detalladas y memorables cuando los objetos táctiles incorporan relieves, texturas y formas simplificadas; es decir, el uso de claves hápticas diferenciadas como variaciones sistemáticas en rugosidad, dureza y volumen codifican información que ayuda a crear una imagen conceptual.

La percepción háptica en personas con ceguera involucra una red integrada de procesos cognitivos que transforman estímulos táctiles en representaciones mentales funcionales, proceso que ha sido ampliamente documentado desde la neurociencia cognitiva y la psicología experimental (Lederman & Klatzky, 2009). A diferencia de la visión, que permite una captación simultánea de información espacial, el sistema táctil opera mediante un procesamiento secuencial y acumulativo, donde la memoria de trabajo espacial juega un papel determinante en la integración de fragmentos de información (Loomis et al., 2013).

I.2.2.1 La percepción táctil en la exploración activa del entorno.

La percepción es el uso de los sentidos para la exploración del entorno, creación del conocimiento y patrones de aprendizaje. Diversos autores, como (Cienfuegos, 2012) y (Goldstein, 2008), mencionan que la percepción es el proceso cognitivo básico a través del cual todos los seres vivos interactúan con su entorno y se interpreta la información que es recibida a través de los sentidos. Percibir es, entonces, el proceso cognitivo de entrada que nos permite registrar la información para luego entenderla.

Tomando como ejemplo la manera en que funcionan los procesos computacionales, la percepción es similar a lo que es el *input* en los sistemas de cómputo, el cual es el medio que registra la entrada de datos al sistema, para su posterior procesamiento y uso en los modelos mentales. Smith y Kosslyn (2015), reiterando esta analogía, mencionan que los *inputs* forman parte de la atención selectiva, que se encarga de elegir cuál información se procesa más a fondo o se desecha, puesto que "el objetivo de la percepción es obtener información sobre el entorno y darle sentido" (p. 15).

Sin embargo, la percepción va más allá del simple registro de estímulos a través de los cinco sentidos. Se encuentra relacionada con la capacidad de uso de la atención selectiva al elegir cuál información guardar en los distintos tipos de memoria para la generación de modelos para el procesamiento de la información. Villarroel (1995) señala que los modelos cognitivos almacenan la información a través de "experiencias, información, actitudes e ideas de una persona y la forma como esta las integra, organiza y reorganiza" (p. 116). En este mismo sentido, Smith y Kosslyn (2015) agregan que "nuestra interpretación del mundo que nos rodea está determinada por la interacción de dos hechos: 1) la estructura biológica de nuestro cerebro y 2) la experiencia, que modifica dicha estructura" (p. 58). De acuerdo con estos dos puntos, es como el proceso de

cognición elige, toma la información y la procesa hacia qué tipo de memoria la va a almacenar, de acuerdo con el tipo de experiencia vivida al momento de la generación del *input*.

En cambio, un factor determinante en las personas con ceguera es dejar en claro que ellos reconocen los objetos y su entorno mediante el tacto o el sonido principalmente (Smith y Kosslyn, 2008). Para una persona ciega, la entrada de la información, o *input*, se da esencialmente con la percepción de lo que escucha y toca. Cabe mencionar que el oído es un sentido telereceptor o, dicho de otra manera, un sentido a distancia. Por su parte, el tacto es un sentido de contacto directo con los objetos percibidos. Dentro de los procesos de percepción y entrada de información al cerebro existen sentidos en los que no es necesario el contacto directo con los objetos, como la vista, el olfato y el oído. Sin embargo, el gusto y el tacto requieren el contacto directo con los objetos.

I.2.2.2 El sentido del tacto y la háptica

Todos los sentidos juegan un papel importante en la percepción del ser humano, ya que por separado cada uno tiene una función diferente, además de que cada uno de ellos es parte de un proceso de estimulación y comunicación a través de los receptores del cuerpo. Dichos receptores son los encargados de percibir la información y de conducirla hacia el cerebro a través del proceso llamado sinapsis cerebral. Según Smith y Kosslyn (2008), cada entrada de información es parte de una capa de entrada o *input*, las cuales son "un conjunto de unidades que recibe estimulación del medio ambiente. Las unidades de la capa de *input* están conectadas a unidades de una *capa oculta*, así llamada porque estas unidades no tienen contacto directo con el medio externo" (p. 44).

El sentido del tacto, en específico, incide en el desarrollo cognoscitivo de las personas debido a que es el sentido con el que el humano percibe la información en las primeras etapas de la vida. De acuerdo con lo anterior, Bremner y Spence (2017) mencionan que "el tacto es la modalidad sensorial que primero se desarrolla, convirtiéndose en una especie de armazón sensorial en el que se percibe el propio cuerpo y el sentido de «sí mismo»" (p. 74). Así es como Vega y Suazo (2021) definen al sentido del tacto como

> uno de los cinco sistemas básicos que permite la relación con el entorno y percibir algunas cualidades de nuestro medio. Puede definirse como la detección de los estímulos mecánicos que impactan en la piel, incluidos los inocuos y los nocivos (p. 27).

Como podemos darnos cuenta, los factores que influyen en el tacto son variados. Cada uno de ellos aporta al fenómeno táctil, en el que tanto la percepción como el movimiento participan en un papel central de la percepción háptica, a lo que se le conoce como tacto activo. De esta manera, Katz, citado por Morales (2015), menciona que "sólo […] en el movimiento se descubre al órgano táctil la riqueza toda del mundo palpable, y […] mediante el movimiento consigue el sentido del tacto que los cuerpos mismos nos hablen de sus propiedades" (p. 29).

De igual manera, se denominan 3 tipos de sensibilidad que dependen del tipo de percepción táctil (Vega y Suazo, p. 26).

1. *La exteroceptiva:* Se origina en la piel.
2. *La propioceptiva:* Se origina a través de los músculos, tendones y articulaciones.
3. *La interoceptiva:* Se origina por medio de las vísceras.

Retomemos: el tacto es un sentido con un rango muy diverso de mecanorreceptores y vías nerviosas que perciben la estimulación táctil. De acuerdo con esto, Keyser et al. (2010) resaltan el hecho de que la importancia de modalidad sensorial no solo es el vehículo de los estímulos externos a través de la dimensión sensitivo-discriminatoria del tacto, "sino que también es esencial para el desarrollo cognitivo y de la socialización" a través de la dimensión afectivo-emocional del tacto (p. 27). Es por ello que es importante el tacto en el diseño emocional y el diseño de experiencia como un medio más de recepción y transmisión de la información.

Una vez percibida una sensación, la señal se envía a través de las terminaciones nerviosas a la corteza cerebral, en específico en el lóbulo parietal, en el cual la mitad anterior es el encargado "de recibir e interpretar las señales somatosensoriales y la mitad posterior de efectuar su interpretación en niveles de complejidad funcional todavía más elevados" (Morales, 2015, p.65). De esta manera, "las neuronas se comunican entre ellas mediante conexiones funcionales llamadas sinapsis [...] en cada sinapsis hay implicadas dos neuronas, la que entrega la información, llamada neurona presináptica y la que la recibe, llamada neurona postsináptica" (Morgado, 2019, p. 114). En este sentido, el tacto da inicio al proceso de comunicación a través de la percepción sensorial y culmina en su integración dentro de los sistemas cognitivos del cerebro, donde se configuran los modelos mentales.

I.2.2.3 La háptica como sistema de información

Consecuentemente, dentro del estudio de lo táctil, nos encontramos con la rama de la háptica, la cual es aquella que une a las capacidades físicas con las intelectuales y de razonamiento. En este sentido, podemos definirla como la capacidad de percepción a través del tacto activo y la inteligencia corporal o cinestésica, uniendo de esta manera al cuerpo con la mente (Morales, 2015).

De acuerdo con lo anterior, dejamos en claro que la háptica va más allá de solo tocar algo, sino que es la capacidad del humano de generar un significado de acuerdo con la información recabada a través de los estímulos mecánicos percibidos por la piel, músculos y órganos involucrados con el tacto. Katz (1930) menciona que "solo en el movimiento se descubre al órgano táctil la riqueza toda del mundo palpable" (p. 81). Entonces, de acuerdo con Morales (2015), "mediante el sistema táctil y háptico se distinguen tanto las formas como las cualidades y la disposición de los materiales en una composición" (p. 29).

Desde la base etimológica del término, la Real Academia de la Lengua Española la define como "el estudio de las percepciones a través del tacto" (2023). Proviene del griego *háptô*, lo cual se traduce como tocar. El término háptico fue acuñado por Revesz en 1950, pero no es hasta 1962 cuando Gibón destaca el término como uno de los sistemas sensoriales en el que lo principal es el tacto activo e intencional (Huertas, 1988, et al. p. 55).

Posteriormente, Srinivasan (1995) retoma el término y lo define como la percepción y manipulación a través del tacto. El autor lleva su definición más allá del simple tacto, resaltando la importancia del diseño a través del sentido del tacto, dejando de lado así, el significado limitado al estudio de tocar objetos por los humanos, como solían definirlo los psicólogos a lo largo del siglo XX. En este sentido, Schneider et al. definen a la háptica como la percepción humana sintetizada a partir del tacto a través de los sentidos primario-receptores, y la cual es influenciada por la visión y el oído. De esta manera, Schneider destaca el hecho de que las sensaciones táctiles recaen en múltiples órganos sensoriales en la piel; cada uno de ellos detecta distintas propiedades (2017, p. 8).

En el campo del diseño, la háptica ha aportado tanto a las ramas del diseño de experiencias, usabilidad, como a la comunicación efectiva, al ser un medio de apoyo como recurso de

información, además de fungir como sustento en el desarrollo de productos en áreas y procesos, procesos, tanto en diseño, simuladores médicos y hasta máquinas de interfaces cerebrales (Srinivasan 1995, p. 6). Per se, lo sensorial de la háptica comienza con la percepción de las manos; es por ello la importancia de conocer la estructura mecánica de la mano humana, para saber cómo poder diseñar adecuadamente para el tacto. Para Zarur (2023):

> El diseñador mira a partir de las experiencias creativas y técnicas aplicadas, de los vínculos y conocimientos de aquellos para quienes elabora productos estéticos y funcionales, con los cuales los usuarios con ceguera pueden elaborar imágenes vívidas que ellos miran, en la concepción de las cosas del mundo y de la indagación de los detalles para constatar el estar y formar parte de un conjunto inserto en otra realidad (p. 137).

I.2.2.4 La importancia de la exploración táctil para las personas ciegas

Los sentidos juegan un papel importante en la vida de las personas al ayudarles a recibir información del entorno. Las personas ciegas, por su parte, reciben principalmente la información y reconocen los objetos a través del tacto y el sonido (Smith, 2008). El tacto es lo que da a los ciegos la posibilidad de reconocer el entorno; les da el *input* sensitivo a las sensaciones percibidas para convertirlas en impulsos eléctricos y de esta manera generar una imagen en el cerebro. En este sentido, Huertas et al. (1988) nos dicen que "los ciegos tienen características cognitivas distintas debido al modo en que reciben la información del ambiente" (p. 54).

De acuerdo con Smith (2008), el objetivo de la percepción es "obtener información sobre el entorno y darle sentido" (p. 55). Pero cuando las personas ciegas usan el tacto para leer, lo hacen de manera distinta a los normovisuales. Una de estas diferencias es en la linealidad de lectura, ya que para los ciegos uno de los cambios más importantes es la secuencialidad y lentitud en la manera en que recogen la información (Huertas et al. 1988). Esto debido a que se realiza a través de la exploración activa (mediante movimientos sistemáticos de manos y dedos), la cual activa mecanismos atencionales selectivos que filtran texturas, contornos y propiedades geométricas, generando patrones de escaneo táctil comparables a los movimientos sacádicos oculares (Heller & Ballesteros, 2012).

El diseño háptico no es inherente a las personas con ceguera, puesto que se puede aplicar como medio de impulso para un diseño de experiencia que ayude a dar información a los usuarios de un producto o diseño. Pero, según Smith (2007), "la falta de visión da lugar a una reestructuración del funcionamiento cognitivo, así como al desarrollo de destrezas específicas" (p. 54). Así es como, para las personas con ceguera, la información háptica se vuelve fundamental, puesto que, a través del tacto, se puede ayudar a incrementar la experiencia de usuario. Además, ayuda a dar más información de un sistema o paquetes dentro de un mensaje.

En este sentido, Zarur (2023) hace énfasis en las experiencias creativas y los vínculos de conocimiento generados en las personas con ceguera a través de la háptica. Señala que la importancia de la háptica recae en los diseñadores, quienes son los encargados de generar la experiencia de usuario de las personas ciegas, a través de la vinculación de los sentidos para la elaboración de un producto estético y funcional. El diseñador debe darles las herramientas para que las personas ciegas puedan "elaborar imágenes vívidas [de acuerdo con lo] que ellos miran, en la concepción de las cosas del mundo y de la indagación de los detalles para constatar el estar y formar parte de un conjunto inserto en otra realidad" (Zarur, 2023, p. 137).

A través de la percepción táctil, una persona puede obtener una serie de sensaciones somáticas vía la piel y mucosas de continuación de los orificios corporales como frío-calor, presión, dolor, peso o vibraciones, y se dirigen a la corteza sensorial postcentral del lóbulo parietal vía las fibras sensitivas específicas (Morales, 2015). Así es como los ciegos, a través del tacto, usan su marco referencial del espacio para identificar su entorno y comprenderlo. Y así, por vía de la estimulación táctil, reorganizan la participación de las áreas occipitales del cerebro (Ortiz et al, 2012). "Sin embargo, existen personas con disminución visual que no saben leer y escribir en lenguaje braille, y solo un porcentaje de estas [sic] han aprendido y tienen la habilidad para acceder a este medio de comunicación" (Zarur, 2020, p. 26). Para ellos, el diseño háptico ayuda a la percepción de información a través de sistemas de tacto distintos al Braille o al sistema Constance.

I.2.2.5 El razonamiento analógico en la exploración táctil

A nivel cognitivo superior, el razonamiento analógico permite asociar percepciones táctiles con esquemas mentales preexistentes. Por ejemplo, al explorar una maqueta arquitectónica, los usuarios ciegos aplican principios de proporcionalidad y relaciones parte-todo similares a los

empleados en visualización mental (Giudice et al., 2011). Paralelamente, la memoria episódica facilita la integración de experiencias táctiles previas. A diferencia de la percepción visual, que permite una captación simultánea del entorno, el tacto requiere del movimiento intencional de las manos y del cuerpo para recorrer, organizar e integrar progresivamente las características de los objetos. Este proceso implica el uso de la propiocepción y la memoria, permitiendo articular relaciones espaciales complejas; es decir, la cognición espacial no depende exclusivamente de la visión, sino que puede desarrollarse de manera funcional a través de exploración háptica y cinestésica (Cattaneo et al., 2008).

En contextos museísticos, estos procesos tienen implicaciones críticas. La investigación de Hatwell (2003) reveló que las reproducciones táctiles deben respetar escalas mínimas de 1:5 para permitir una adecuada codificación espacial, mientras que Klatzky et al. (2017) demostraron que las leyendas en Braille deben ubicarse a menos de 15 cm de los objetos referidos para evitar sobrecarga en la memoria de trabajo. Estos hallazgos sustentan metodologías como el diseño háptico cognitivo (CHD, por sus siglas en inglés), que optimiza exhibiciones mediante:

- *Segmentación de información*: Dividir objetos complejos en componentes explorables por unidades (Lederman et al., 2009).
- *Señales auditivas contextuales:* Sonidos ambientales que refuerzan la dimensión espacial (Maidenbaum et al., 2018).
- *Mapas verbales prospectivos:* Narraciones que anticipan la estructura espacial antes de la exploración (Pasqualotto & Proulx, 2012).

La comprensión de estos procesos cognitivos permite trascender adaptaciones superficiales, generando entornos donde la percepción táctil active redes neurales equivalentes a las que la visión emplearía en usuarios videntes, cumpliendo así con el principio de equivalencia cognitiva postulado por el diseño universal (Norman, 2013).

I.3 El marco representacional de las personas ciegas: construyendo imágenes mentales

El proceso de generación de imágenes mentales y marcos de representación constituye la base fundamental sobre la cual el cerebro humano almacena y procesa la información derivada de los estímulos sensoriales, es decir, cómo *vemos* y construimos imágenes a partir de la percepción.

Desde la perspectiva de la psicología cognitiva, el estudio de estas representaciones en individuos con ceguera congénita o adquirida ha revelado mecanismos neurocognitivos adaptativos que desafían la concepción tradicional de la representación mental basada exclusivamente en lo visual (Marmor & Zaback, 1976). Esta plasticidad funcional sugiere que el cerebro puede codificar información espacial de manera supramodal, un principio que resulta esencial para el desarrollo de la tiflotecnología.

De esta manera, al comprender que la imagen mental no depende del ojo, sino de la estructuración de datos en el cerebro, las herramientas tecnológicas, como lo son las interfaces hápticas y los sistemas de audiodescripción, dejan de ser simples prótesis para convertirse en canales de entrada que alimentan y robustecen dichos marcos de representación. Es así como garantizan una autonomía cognitiva y espacial en entornos complejos. A continuación, se explora la construcción de imágenes mentales en el contexto de las personas ciegas.

I.3.1 Las imágenes mentales desde la variable de la ceguera

Todos generamos imágenes mentales y marcos de representación; esta es la manera en la que almacenamos y procesamos la información en el cerebro a partir de los estímulos sensoriales. Desde la perspectiva de la psicología cognitiva, el estudio de las imágenes mentales en personas con ceguera congénita o adquirida ha revelado mecanismos neurocognitivos adaptativos que desafían la concepción tradicional de la representación mental basada exclusivamente en lo visual (Marmor & Zaback, 1976).

Desde la perspectiva de la psicología cognitiva, el estudio de las imágenes mentales en personas con ceguera congénita o adquirida ha revelado mecanismos neurocognitivos adaptativos que desafían la concepción tradicional de la representación mental basada exclusivamente en lo visual (Marmor & Zaback, 1976). Investigaciones contemporáneas demuestran que los individuos ciegos construyen marcos representacionales complejos mediante la integración multisensorial de información táctil, auditiva, kinestésica y espacial, los cuales operan como sustitutos funcionales de las imágenes visuales (De Beni & Cornoldi, 1988).

Las imágenes que se generan en la mente de una persona se convierten en parte de sus marcos de representación; el cerebro las categoriza y almacena como información que posteriormente se procesa en el cerebro para su uso posterior (Zumalabe, 1989). Para Rosa (1981),

las imágenes son “un instrumento figurativo del conocimiento que es un resultado de la actividad del sujeto, y no como una copia directa del resultado de una sensación” (p. 25). Es decir, las imágenes mentales se refieren a la asimilación del entorno y recomposición de la realidad, la cual va más allá de la llana percepción de los objetos.

Tomando en cuenta que esto solamente ocurre cuando una persona interactúa directamente con el objeto. Como advierte Kennedy (1993), existe un riesgo de *analfabetismo táctil* cuando los diseños no consideran las convenciones representacionales propias de quienes carecen de experiencia visual (Millar, 2008). Las imágenes mentales van más allá de la representación gráfica o figurativa de un objeto del mundo, puesto que son los constructos que se almacenan en la memoria para generar el conocimiento.

Inicialmente, Piaget (1950) define a la imagen mental como una imitación generada en el cerebro. “Las imágenes mentales son un tipo de representación interna que no tiene un correlato exterior”. En este sentido, las imágenes mentales se generan con base en la imitación de la realidad y se basan en los conocimientos previos sobre un objeto en el mundo real. Entonces, una imagen mental es concebida “como una representación de origen perceptivo o del recuerdo de una experiencia que puede haber sido imaginada o vivida” (Rosa, 1981, p. 26).

De acuerdo con lo anterior, Marks (1983) menciona que el concepto de las imágenes mentales es un área cuasiperceptual que ocurre en la ausencia del objeto relevante, con o sin la estimulación de la retina a través de la luz. Además, se reconoce que las imágenes mentales pueden ocurrir en cualquier modalidad sensomotora y en distintos estados mentales y van en rangos desde lo automático hasta lo inconsciente. Dicho concepto robustece a las definiciones generadas por autores como Piaget o Rosa, quienes han estudiado el campo desde la década de los años sesenta del siglo XX.

La imagen mental, desde la perspectiva de ceguera, es entendida como el instrumento figurativo “de una actividad imaginística similar a la de los videntes, evidentemente no en la modalidad sensorial sobre la que se transporta, pero sí en su modo de organización” (Rosa, 1981, p. 26). La representación figurativa generada por una persona con ceguera carece de las mismas características de representación formadas por una persona normovisual, debido a que se obtiene la información a través de diferentes sentidos.

Sin embargo, las cualidades cognitivas utilizadas para el almacenamiento de la información son las mismas en una persona con ceguera que las usadas por una persona normovisual. Eardley & Pring (2007) señalan que estos esquemas mentales se organizan a través de redes semánticas y espaciales que permiten codificar, almacenar y recuperar información de manera análoga a como lo haría un sistema visual, aunque con diferencias cualitativas en la estructuración de los recuerdos.

Es decir, la construcción de estas se da en procesos cognitivos que son similares, no tanto en la percepción, sino en la forma de almacenar y procesar la información en el cerebro. Investigaciones contemporáneas demuestran que los individuos ciegos construyen marcos representacionales complejos mediante la integración multisensorial de información táctil, auditiva, kinestésica y espacial, los cuales operan como sustitutos funcionales de las imágenes visuales (De Beni & Cornoldi, 1988).

En este sentido, Rosa (1981) menciona que el proceso cognitivo realizado en el almacenamiento de la información es semejante entre una persona normovisual y una con ceguera. Es decir, la construcción de estas se da en procesos cognitivos que son similares, no tanto en la percepción, sino en la manera en la que se almacena y se procesa la información en el cerebro, es decir, en los métodos cognitivos involucrados en la percepción táctil.

Estos principios cognitivos fundamentan metodologías como el diseño de información no visual (Jacobson, 1998), que propone sistemas alternativos de organización espacial, lo que subraya la necesidad de incorporar a los usuarios ciegos en las etapas iniciales del diseño expográfico. Al aplicar estos conocimientos, los museos pueden trascender el paradigma de la mera accesibilidad para construir experiencias cognitivamente significativas donde los marcos representacionales de los visitantes ciegos dialoguen auténticamente con los contenidos expuestos.

I.3.2 Los marcos de representación mental

Los procesos de representación mental se estudian desde las ciencias cognitivas. Según Zumalabe (2014), “se considera que el pensamiento es el producto de representaciones mentales y procesos computacionales que operan sobre esas representaciones” (p. 126). Para entender los modelos representacionales de la mente, se asume que el pensamiento son estructuras de representaciones cognitivas (Pylyshyn, 1984). Dentro de estos marcos representacionales se tienen los modelos simbólicos de pensamiento, de acuerdo con Pinker (2007):

> La representación en la mente se realiza mediante símbolos discretos y significativos que se combinan mediante reglas sintácticas para formar expresiones significativas. Un sistema de representaciones simbólico constituye el "lenguaje de la mente", que tiene un vocabulario, una estructura sintáctica y una semántica (p. 121).

De esta manera, se entiende que la mente tiene una sintaxis propia, que no es exclusiva de lo visual, sino que tiene su propia *gramática*, la cual produce el imaginario con el que pensamos, asociándolo al conocimiento adquirido. Usualmente, ese "tipo de conocimiento que produce habitualmente es reproductivo, representativo y no creador" (Zarur, 2020a, p. 30).

Por su parte, las personas ciegas generan una representación propia, al crear modelos representacionales de acuerdo con los sentidos bajo los cuales perciben la información del mundo: el tacto, el oído y el olfato. Es por ello que las personas ciegas confieren una imagen al sonido captado desde su propia mirada (Zarur, 2023).

Por lo tanto, las personas ciegas generan su propia visión del mundo a través de los demás sentidos, principalmente el tacto y el oído. De acuerdo con esto, es importante el diseño háptico para que, sin importar la discapacidad, las personas puedan tener una experiencia adecuada en los espacios de recreación en el país.

I.3.2.1 La memoria episódica y la recuperación de la información de los marcos de representación

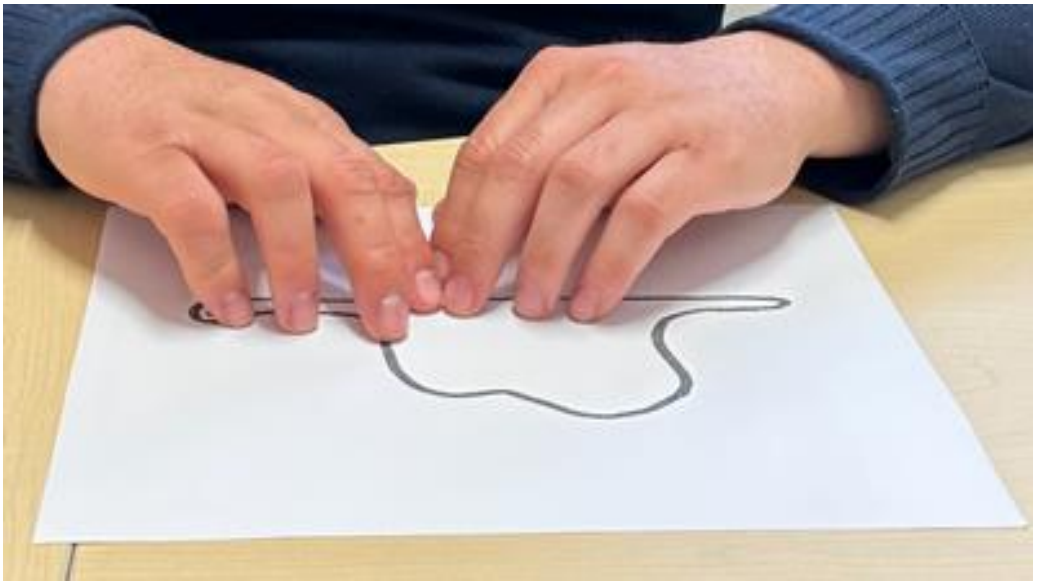
Para que una persona con ceguera recupere información de un marco de representación existente, la percepción influye de manera determinante a partir de la comprensión táctil de un objeto de forma previa. De acuerdo con Esqueda (2024), la recuperación de la información del cerebro tiene que ver con las neurociencias cognitivas y con cómo se activan los sentidos para recrear a través de la sinapsis situaciones que ayuden a saber cómo actuar en ciertas situaciones. Así como una persona normovisual depende de factores del contexto, las personas ciegas dependen de los elementos almacenados en su memoria de un entorno; a partir de estos, generan una estimulación para la comprensión del espacio.

Dentro del contexto del usuario, una imagen puede tener 3 niveles de lectura. Según Barthes (1989), los niveles de lectura de una imagen son: el objectum, el studium y el punctum. Estos

niveles son similares a los que menciona la tríada semiótica de Peirce (1974): niveles sintáctico, semántico y pragmático. Barthes analiza la imagen de acuerdo con los niveles propuestos por Peirce y Saussure (Vitale, 2002), en el que cada nivel tiene que ver con el objeto observado, su significado literal y el significado que cada lector puede atribuir a una imagen, esto de acuerdo con el contexto y bagaje cultural.

Entonces, las lecturas de una imagen táctil dependen de los marcos representacionales que un lector almacena como memoria episódica. (Esqueda, 2024) señala que la estimulación háptica genera una simulación de experiencia previa, pues el cerebro activa los puntos clave externos de acuerdo con lo que estamos percibiendo. Las imágenes táctiles se pueden apoyar de elementos visuales que describen figurativamente a nivel semántico una representación visual para que de esa manera una persona normovisual la pueda percibir y comprender a través de la vista; véase figura 2. Para el tipo de texturas táctiles para la representación háptica, se tiene una tipología de estructuras que pueden ser, como se mencionaba anteriormente: puntos, líneas, volumen o elementos táctiles mixtos, mezclando entre las anteriores. De esa manera se integra el nivel sintáctico para la percepción háptica y puede ser apoyado con textos en el sistema Braille o con información de sus colores en el sistema Constanze.

Figura 2
Imagen táctil en pruebas en el CEIAC



Nota. Imagen con relieve representativa de un dibujo de una serpiente dentro de un elefante del cuento El Principito, en una prueba háptica en el Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil. *Elaboración propia.*

Ayudados por estos elementos, del contexto, cultura y relaciones, además de las experiencias recuperadas del cerebro a través del imaginario o imágenes prototípicas (Esqueda 2024). Dichas imágenes son los signos que detonan situaciones que persuaden a las acciones y modos de lectura. Una imagen mental, a través de signos, es lo que nos ayuda a la comprensión de un texto o imagen háptica, a través de metáforas. Con respecto a sintaxis, tenemos, pues, las formas y figuras que conforman la imagen, en un sentido figurativo similar a lo que Barthes (1989) describe como el *objectum*, el cual debe ser interpretado por lo que Lakoff y Johnson (1986) llaman las *metáforas conceptuales.*

Más específicamente, las metáforas conceptuales hacen referencia a la imagen representacional de un objeto en el cerebro, el cual tiene un significado en el segundo nivel de lectura, es decir, a nivel semántico se tiene un significado de la imagen táctil. Es aquí donde juega crucial importancia el contexto de la persona ciega. Entramos en el terreno del *representamen*, o como Barthes lo llama: el *studium*. Esto se refiere al significado literal de lo que se está leyendo, es decir, la semántica. Ejemplificamos con el dibujo de un árbol; su significado literal es solamente eso: un árbol.

Pero antes de continuar con la comprensión de las imágenes táctiles, debemos revisar el tercer nivel semántico: el nivel pragmático. En este nivel es donde la creatividad tiene mayor relevancia en la lectura de las imágenes, puesto que aquí ya no dependemos de factores externos, sino de la creatividad completa de la persona ciega. En este nivel, el factor que ayuda a la recuperación de la información en el cerebro tiene que ver con las experiencias previas del lector, en donde influye determinantemente su contexto. De esa manera, cada individuo le puede dar un significado a los objetos e imágenes.

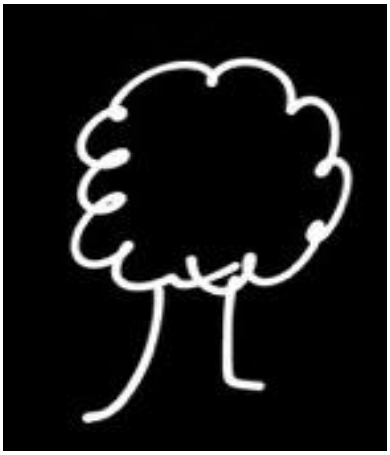
De nueva cuenta, su entorno creativo, bagaje cultural, nivel educativo y relaciones personales son las que le llevan a dar un valor a lo que se está leyendo con las imágenes. Barthes (1983) lo nombra como el *punctum*. Su significado es *una punzada*, es decir, a nivel expresivo, qué es lo que hace sentir a una persona. Es el nivel más personal, pues ese punctum o punzada es distinto en cada persona. Una imagen puede decirle algo a un individuo, pero a los demás no. Esa punzada puede detonar un recuerdo, una sensación, un malestar o, al contrario, hacerlo sentir bien. En la imagen táctil va más allá de lo que percibe la mano al tocar las texturas o volúmenes de la

imagen. En este sentido, al momento de tocar la imagen táctil, nos cuestionamos qué se produce en la mente de una persona ciega, cómo la comprende y si esa comprensión semántica y sintáctica de la imagen lo lleva a un razonamiento y experiencia pragmática.

Tomando en cuenta estos tres niveles, debemos también reconocer que una imagen táctil puede diferir en los elementos sintácticos que esperaría ver una persona normovisual. Es decir, una imagen figurativa generada por una persona normovisual, llevada al contexto de una persona con ceguera, podría ser no reconocida adecuadamente, puesto que las formas figurativas sintácticas podrían ser distintas a las esperadas por una persona ciega, y de esa manera la imagen puede ser de carácter no reconocible.

Para ejemplificar lo anterior, tenemos el dibujo de un árbol en la figura 3. En ella se tienen las características sintácticas figurativas que una persona normovisual dibujaría para representar un árbol. Sin embargo, para una persona ciega, las líneas que forman dicha figura pueden representar algo totalmente diferente.

Figura 3
Dibujo de árbol realizado por persona normovisual



Nota. La imagen describe figurativamente a un árbol según las características asignadas por una persona normovisual. *Elaboración propia.*

En pruebas realizadas por Martínez (2011), se encontró que una persona ciega que lee una imagen táctil basada en el dibujo de un árbol con las características descritas por una persona normovisual no comprendía el dibujo. Incluso cuando se les mencionaba que se trataba de un árbol, mencionaban que no lo podían reconocer, puesto que un árbol no se compone de un cuadro y bolas

en la parte superior. A pesar de su contexto y conocimientos previos, su nivel semántico y pragmático los llevó a comprender la imagen de manera distinta. Pero no comprendían que se trataba de la imagen de un árbol; para su contexto creativo, era solamente una imagen con otro sentido.

Sin embargo, cuando a las personas ciegas se les pidió dibujar un árbol, su *representamen* fue algo diferente. Una imagen que las personas normovisuales no podían comprender, a menos que se les explicara el contexto. En la figura 4 se puede observar la imagen que se obtuvo a través de un dibujo realizado por una persona ciega.

Figura 4

Dibujo de árbol realizado por una persona ciega



Nota. Imagen háptica representando un árbol, el cual fue realizado basado en un dibujo realizado por una persona ciega. *Autor:* Gloria *Martínez (2011).*

En estos resultados, obtenidos por Martínez (2011), se encontró que el dibujo del árbol representado en la imagen táctil de la figura 4, con los elementos figurativos realizados por una persona ciega, fue más reconocible por otro grupo de personas con ceguera. Su contexto creativo basado en lo táctil los llevó a reconocer a través del tacto los elementos de un árbol. El proceso creativo involucrado en la comprensión de dicha imagen intercepta el contexto basado en la percepción háptica y el bagaje cultural de la persona ciega, su entorno y hábitat.

En este sentido, la recuperación de la información tiene que ver con cuestiones fisiológicas, cognitivas, de experiencia y contexto. Las experiencias previas juegan un papel importante al momento de leer una imagen táctil, puesto que las activaciones sensoriales recuperan las simulaciones del cerebro a través de las sinapsis para generar nuevas experiencias de lectura.

Capítulo II.
Diseño inclusivo, experiencia museográfica y tiflotecnología

II.1 Diseño para la inclusión de personas con ceguera

La inclusión es una variable dentro del diseño que puede ayudar a mejorar la accesibilidad. Holmes (2018) señala que el diseño es una de las disciplinas que tiene la capacidad de integrar o segregar a las personas. Existe una relación triádica entre la ceguera, inclusión y diseño, en el que los tres factores juegan un rol de igual peso para lograr un cambio significativo en la incorporación de los ciudadanos con discapacidad visual en la sociedad.

La Secretaría de Inclusión y Bienestar Social desarrolló el *Protocolo de atención y trato digno a personas con* discapacidad; en este se menciona cómo deben ser tratadas las personas con discapacidades y cómo se debe incorporar la inclusión en los diferentes ámbitos, como por ejemplo en la cultura y el arte, incluyendo a los museos. En este sentido, se han realizado diversas investigaciones en museos del Centro Histórico de la Ciudad de México que confirman que la experiencia sigue siendo predominantemente visual, con lo que se excluye a las personas con discapacidad. Ante esto, la *Red de Museos para la Atención a Personas con Discapacidad en México* ha enfatizado que la falta de apoyos auditivos y táctiles perpetúa un modelo de *no tocar*, afectando el impacto social del acceso a la cultura (Soler-Gallart, 2017).

II.1.1 Diseñando para la inclusión

El diseño inclusivo para personas con ceguera trasciende la mera adaptación de espacios y objetos: constituye un paradigma que reconoce la diversidad perceptual como eje rector de la creación de experiencias autónomas y significativas. Partiendo de los principios del diseño universal (Story et al., 1998), este enfoque exige comprender cómo la privación visual reconfigura los procesos de interacción con el entorno.

Una de las maneras en las que se puede apoyar a mejorar la accesibilidad es proponer proyectos de diseño que incluyan a las personas con ceguera. Y para evitar complicaciones futuras o errores, se debe incorporar a las personas con ceguera en todo el proceso de diseño. Como menciona Holmes (2018), “los desfases en el diseño son los generadores de la exclusión” (p. 44).

Ese autor dice que la exclusión y segregación de las personas con discapacidad, inicia desde el diseño, haciendo referencia a los diseños que no contemplan a las personas a quienes se dirigen los proyectos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2022) menciona la importancia de la inclusión dentro de su reporte de personas con discapacidad, citando a la que, a su vez, destaca la importancia de una política inclusiva. México, al estar dentro de los países que han firmado los acuerdos de Ginebra para el desarrollo sostenible, tiene la obligación de cumplir con las reglas y estándares de accesibilidad marcados en dichos acuerdos, entre los que destaca una mayor inclusión.

Sin embargo, el diseño para la inclusión de personas con ceguera constituye un campo de reflexión y práctica que trasciende el mero cumplimiento normativo para posicionarse como un ejercicio de justicia cognitiva y agencia perceptiva. Desde la teoría crítica del diseño, autores como Pullin (2010) argumentan que la verdadera inclusión no reside en adaptar espacios existentes, sino en reimaginar los entornos desde una comprensión profunda de las epistemologías no visuales. Este enfoque encuentra sus raíces en el diseño universal (Steinfeld & Maisel, 2017), que concibe la discapacidad no como un déficit a compensar, sino como una forma alternativa de conocimiento que enriquece los procesos de creación.

En concordancia, Hassenzahl (2010), señala que el diseño inclusivo debe ir más allá de los estándares operativos para conectar con la subjetividad del individuo. Un sistema verdaderamente inclusivo es aquel que, además de ser usable, debe considerar las necesidades emocionales del usuario, promoviendo espacios donde el acceso se transforme en una experiencia emocional y en un proceso de construcción de significado. De esta manera, la percepción háptica se entiende como un sistema complejo de significación cultural. Así, la museografía inclusiva (Candlin, 2010) demuestra cómo las personas ciegas desarrollan cartografías táctiles que desafían las convenciones espaciales, revelando la necesidad de abandonar los universalismos del diseño ocularcentrista.

En el ámbito metodológico, el co-diseño (Sanders & Stappers, 2023) ha emergido como marco clave para proyectos inclusivos. El enfoque de co-creación propuesto por Elizabeth B. N. Sanders y Pieter Jan Stappers (2008) replantea la noción de inclusión dentro del diseño, al desplazarla de un modelo centrado en el acceso hacia uno basado en la participación activa de los

usuarios. Desde esta perspectiva, las personas dejan de ser concebidas como receptores pasivos de soluciones para convertirse en colaboradores capaces de aportar conocimiento desde su experiencia. Este cambio implica reconocer que todos los individuos poseen capacidades creativas y que su involucramiento en los procesos de diseño permite generar soluciones más pertinentes y significativas.

La teoría de los *Objetos Frontera* de Leigh Star (Martini, 2022) adquiere especial relevancia al analizar cómo los artefactos hápticos median entre las experiencias de usuarios ciegos y las estructuras museísticas convencionales. Investigaciones en el Museo Tiflológico de Madrid (García, 2021) muestran que los diseños más efectivos operan como traductores culturales, reconociendo de esta manera que la percepción táctil construye narrativas temporales más que espaciales.

II.1.2 Acuerdos internacionales de accesibilidad y sostenibilidad para el diseño inclusivo

Los acuerdos sobre accesibilidad y sostenibilidad en la arquitectura y el diseño están basados en la Agenda 2030 de Naciones Unidas y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015), en los que se tiene un compromiso global adoptado en el año 2015 por los países miembros de la ONU. En esta agenda, se plantean 17 objetivos de desarrollo sostenible, que abarcan aspectos ambientales, sociales y económicos. En el contexto del diseño para la inclusión en museos, se destacan estos dos objetivos a cumplir:

> *Reducción de las desigualdades:* Se enfoca en reducir las desigualdades mediante la eliminación de barreras. En este sentido, el diseño inclusivo contribuye a este acuerdo, asegurando que los museos sean accesibles para todos, independientemente de sus capacidades físicas o intelectuales.
>
> *Ciudades y comunidades sostenibles*: Este objetivo incluye el acceso universal a espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, lo que es directamente aplicable al diseño de museos inclusivos.

Enfocados en los acuerdos y políticas nacionales sobre sostenibilidad y los acuerdos sobre accesibilidad y sostenibilidad en la arquitectura y el diseño, se revisan las normativas ISO 15392 e ISO 21542, las cuales nos establecen principios generales de sostenibilidad en la construcción y

la accesibilidad en el entorno construido. Es decir, un diseño sostenible requiere no tener que hacer modificaciones constantes, sino que debe ser inclusivo desde el principio.

De acuerdo con la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de la ONU, "el ajuste razonable está compuesto por medidas posibles y eficaces para la inclusión de personas con discapacidad, obtenidas mediante el proceso de diálogo entre los involucrados" (Campos-Velho, 2011, p. 88), el concepto de *ajuste razonable,* incluido en la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad de la ONU (CDPD/ONU). Junto a la locución *carga indebida*, el *ajuste razonable* le confiere un nuevo significado jurídico a la discriminación de la persona con discapacidad.

II.1.2.1 Latinoamérica ante la accesibilidad y sostenibilidad para el diseño inclusivo

En el contexto latinoamericano, la accesibilidad museística enfrenta una paradoja crítica: mientras países como México, Argentina y Brasil han desarrollado normativas avanzadas en materia de inclusión, en las que destacan la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (2011) por parte de México y el Programa Nacional de Museos Inclusivos (Ministerio de la Cultura de la Nación, 2018) de Argentina, su implementación práctica sigue siendo fragmentaria y dependiente de proyectos piloto con escasa continuidad (CONADIS, 2021a). Esta brecha entre marco jurídico y realidad expositiva se acentúa al analizar las condiciones específicas de visitantes con ceguera, donde solo el 12 % de los museos en la región cuenta con recursos táctiles permanentes, según el informe de la Red Latinoamericana de Museos (Ibermuseos, 2022).

Los desafíos se multiplican al incorporar la variable de sostenibilidad. Iniciativas como las del Museo del Oro en Bogotá (que desde 2015 integra audioguías con energía solar y recorridos táctiles con materiales reciclados) demuestran que es posible conciliar inclusión y ecoeficiencia. Otro ejemplo es el diseño decolonial para la ceguera (Díaz, 2023), donde se plantean desafíos adicionales al cuestionar cómo los modelos eurocéntricos de accesibilidad ignoran saberes locales sobre corporalidad y percepción. Y propuestas como *Museos accesibles*, a *partir de lo posible* en Argentina (González, 2024), ponen en evidencia la importancia de considerar las prácticas cotidianas de orientación y memoria propias de cada cultura como medio de inclusión.

Ante este panorama, emergen modelos promisorios basados en economías circulares. El proyecto *Museos Táctiles de Bajo Costo*, impulsado por la Universidad de São Paulo (2020-2023), ha desarrollado protocolos para crear réplicas 3D con filamentos biodegradables y sistemas de audiodescripción con software libre, reduciendo costos hasta en un 70 % (Armenio, 2022). Paralelamente, redes como la Plataforma Accesible de Museos Latinoamericanos (PAMLA) fomentan el intercambio de soluciones contextualizadas, desde señalética braille con materiales locales hasta apps colaborativas con geolocalización interior. Sin embargo, persisten barreras estructurales: altos costos de tecnologías hápticas importadas, falta de formación especializada en diseño universal entre curadores y una tendencia a privilegiar adaptaciones temporales sobre remodelaciones integrales (García y Pérez, 2021).

Estas propuestas latinoamericanas sugieren que el diseño inclusivo en museos debe:

1. Abandonar la lógica de accesibilidad añadida para adoptar una ontología del contacto (Howes, 2023) donde lo táctil sea fundamento y no adaptación.
2. Desarrollar una metodología táctil situada que reconozca las particularidades de la experiencia fronteriza.
3. Crear ecologías de significación donde objetos, sonidos y movimientos configuren redes de sentido no visuales.

Este enfoque actual nos lleva a tomar en cuenta como punto de partida el contexto y sus usuarios, a través de técnicas de *brandscaping***,** pues hoy en día el *co-design* y *working with people* es parte esencial de los nuevos modelos de procesos de diseño para la innovación social. (Ehn et al., 2014). Una metodología con este enfoque debe tener, según (van Boeijen & Zijlstra, 2020, p. 93):

1) Una perspectiva en la cultura
2) Estudiar su contexto
3) Generar una meta y objetivo del diseño y
4) Generar ideas y evaluarlas.

Como tal, esto ayudará a entender las dimensiones culturales al momento de desarrollar un diseño, así como la narrativa a seguir. Una técnica que ayuda para lograr este enfoque es la de *probes for storytelling*, es decir, conocer a la cultura a través de las historias de la gente (van

Boeijen & Zijlstra, 2020, p. 117). Pero el trabajo iterativo debe ser a largo plazo, basado en procesos de diseño colaborativo donde se incluyan diversos usuarios; las relaciones deben ser a largo plazo con los *stakeholders*; en este caso, las personas con ceguera deben estar en todas las etapas, desde la ideación hasta los prototipos. (Ehn et al., 2014, p. 19). El objetivo para la disciplina del diseño es claro: enfocarnos en cómo el diseño puede contribuir a la sociedad (Ehn et al. 2014, p. 5). A su vez, (Howes, 2023) menciona que al diseñar para la inclusión se debe:

1. Identificar las bases y errores en las interacciones entre la gente y el mundo.
2. Crear diferentes maneras de ayudar a participar en las experiencias.
3. Diseñar para que las personas puedan ser independientes.

II.1.2.2 El marco normativo mexicano: LFPED, LGIPD y sus implicaciones en el diseño inclusivo para personas ciegas.

Los marcos normativos para la inclusión en el diseño mexicano se sustentan en la Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación (LFPED), publicada en 2001, y reformada en 2014 y 2023, con el objetivo de establecer principios para prevenir y eliminar la discriminación, incluyendo la discapacidad. Y la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (LGIPD), publicada en 2011 y reformada en 2018 y en el 2024), cuyo objetivo es regular estándares técnicos de accesibilidad en espacios públicos y construcciones. Se describen más a detalle a continuación con sus implicaciones para el diseño inclusivo.

II.1.2.3 Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación (LFPED)

La Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación (LFPED) fue promulgada el 11 de junio de 2003 y publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el mismo día; surgió como respuesta a la necesidad de contar con un marco jurídico específico para combatir la discriminación en México, tras la creación del Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED) en 2001. Esta ley de México establece un marco jurídico fundamental para garantizar el derecho a la accesibilidad de las personas con ceguera, aunque con limitaciones significativas en su aplicación al diseño inclusivo. Como señala Fritzsche (2022) en su análisis del derecho a la cultura y discapacidad visual en México, esta legislación representa un avance importante al prohibir explícitamente cualquier forma de discriminación por discapacidad y establecer la obligación de efectuar ajustes razonables (artículo 4°), pero carece de

especificaciones técnicas sobre cómo implementar estos principios en el diseño de espacios y experiencias culturales.

El concepto de *ajustes razonables*, desarrollado por el CONAPRED en sus guías de implementación, ha sido interpretado por la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN, 2021) en el amparo 234/2021 como un mandato que va más allá de las adaptaciones físicas básicas, incluyendo la necesidad de proveer información en formatos alternativos y garantizar la navegación independiente en espacios públicos. Sin embargo, como advierten estudios recientes sobre diseño inclusivo (Zarur, 2023), esta interpretación jurídica no ha sido suficiente para superar lo que se conoce como "discriminación por diseño", situaciones donde las soluciones técnicas implementadas cumplen formalmente con la norma, pero fracasan en proporcionar una experiencia significativa y autónoma para usuarios con ceguera.

La LFPED establece en su artículo 9.° que las autoridades deben promover tanto la accesibilidad universal como diseños que permitan la autonomía de personas con discapacidad, lo que teóricamente abriría la puerta a enfoques más innovadores basados en la psicología cognitiva y el diseño centrado en el usuario. No obstante, como documenta Alonso (2007), la accesibilidad va más allá de romper barreras físicas como la práctica predominante con enfoque minimalista que se limita a cumplir con requisitos formales. Como la instalación de placas en braille o rampas de acceso, sino en la supresión de barreras sectoriales, eso sin considerar, además, el como las personas con ceguera construyen realmente su comprensión del espacio y los contenidos culturales.

Esta brecha entre el marco jurídico y su implementación se hace particularmente evidente cuando se contrasta la LFPED con estándares internacionales como la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, que México ha ratificado. Mientras la convención promueve explícitamente el "diseño universal" (artículo 9), la LFPED se limita al concepto de "ajustes razonables", lo que en la práctica ha permitido que muchas instituciones culturales implementen soluciones técnicas superficiales sin abordar las dimensiones cognitivas y experienciales de la accesibilidad (Candlin, 2010).

Desde la perspectiva del diseño inclusivo contemporáneo, representado por autores como Pullin (2020) y Steinfeld & Maisel (2017), esta situación revela la necesidad de reinterpretar los

mandatos de la LFPED a la luz de los avances en psicología cognitiva y teoría del diseño. Como demuestran los trabajos de Vaz et al. (2018) sobre diseño háptico, las soluciones verdaderamente inclusivas requieren un enfoque holístico que considere no solo las barreras físicas, sino también los procesos de construcción de significado y las estrategias cognitivas específicas de las personas con ceguera.

II.1.2.4 La Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (LGIPD): Un marco jurídico para la equidad sustantiva

Promulgada el 30 de mayo de 2011 y publicada en el Diario Oficial de la Federación, la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (LGIPD) representa un hito en el reconocimiento de derechos humanos en México, estableciendo un paradigma que trasciende el enfoque asistencialista para adoptar una perspectiva de inclusión social basada en el modelo social de discapacidad. Como señala Palacios (2008) en su análisis sobre el cambio de paradigma en las políticas de discapacidad, esta ley se alinea con los postulados de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de la ONU, ratificada por México en 2007, al reconocer que "la discapacidad resulta de la interacción entre las deficiencias individuales y las barreras sociales" (Art. 2, fracción IV).

La LGIPD introduce conceptos fundamentales para el diseño inclusivo, particularmente en su definición de "accesibilidad universal" como principio rector que obliga a eliminar barreras físicas, cognitivas y actitudinales (art. 2, fracción I). Este enfoque integral fue reforzado por la reforma de 2018 que, según el análisis de CONADIS (2021), amplió las obligaciones específicas para garantizar que los espacios públicos, incluidos los museos, cuenten con sistemas hápticos y señalización accesible que permitan una experiencia autónoma equivalente (art. 12, fracción V). La ley establece mecanismos innovadores como el Sistema Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (SNDI), que opera como instancia rectora de las políticas públicas en la materia.

Un aspecto distintivo de la LGIPD frente a la LFPED es su énfasis en la participación de las personas con discapacidad en el diseño de políticas y programas (art. 8). Como demuestran los estudios de Fritzsche (2022) sobre implementación en museos mexicanos, este mandato ha permitido avances en metodologías de co-diseño, aunque persisten desafíos en su aplicación

efectiva. La ley también introduce estándares cualitativos para la accesibilidad cognitiva, requiriendo que los diseños consideren "la diversidad de formas de percepción, comprensión y orientación" (art. 2, fracción IV), un principio que autores como Pullin (2010) vinculan con las teorías contemporáneas de diseño radicalmente inclusivo.

Sin embargo, como critica Zarur (2023) en su análisis de casos prácticos, la LGIPD adolece de mecanismos específicos para garantizar que las normas técnicas locales (como las de CDMX que se explican en el siguiente apartado) cumplan con sus postulados cualitativos. Esta brecha entre el marco jurídico y su implementación ha llevado a situaciones donde, pese a cumplir con especificaciones físicas, muchos espacios culturales no logran proporcionar experiencias verdaderamente inclusivas para personas con ceguera. La jurisprudencia reciente de la Suprema Corte (SCJN, 2021) ha comenzado a abordar esta problemática, interpretando que el derecho a la accesibilidad incluye tanto componentes físicos como cognitivos y experienciales.

Finalmente, y ante la falta de reglamentaciones a nivel del estado de Chihuahua, se revisaron tanto la Norma Técnica Complementaria de Accesibilidad para el Distrito Federal como el Manual de técnicas de accesibilidad de la CDMX, los cuales se centran en lo siguiente:

II.1.2.5 La Norma Técnica Complementaria de Accesibilidad para la CDMX

Es un instrumento legal de carácter obligatorio, publicado en la *Gaceta Oficial de la CDMX* (2017), que deriva de la *Ley de Accesibilidad* local. Esta norma se centra en diseño arquitectónico y urbano, donde establece parámetros técnicos obligatorios para rutas accesibles (ancho mínimo de 1.50 m en corredores museísticos, pendientes máximas del 8 %). Además, especifica las características para los pisos táctiles o podotáctiles (texturas diferenciadas para alertas y direccionales) basadas en estándares internacionales (ISO 23599), pero adaptadas al contexto mexicano. La norma obliga a que todo diseño deba contemplar que al menos un 20 % de los elementos interactivos en espacios públicos (incluyendo museos) sean accesibles mediante tacto o audio.

II.1.2.6 El Manual de Técnicas de Accesibilidad de la CDMX

Este manual es un documento guía, sin carácter obligatorio, publicado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) y ofrece recomendaciones para implementar la Norma

Técnica. El Manual de Técnicas de Accesibilidad de la CDMX hace tres aportaciones clave para el diseño de experiencias para personas ciegas, incluye directrices para el diseño de señalización táctil, sugiriendo que la altura óptima para la colocación de rótulos en braille es de 0.90–1.20 m, información que es relevante para los museos. Propone también estándares de contraste cromático (relación 70 % mínimo), no solo para visión, sino como referencia para diseño multisensorial y como consideración para los diferentes niveles de ceguera. Además, sugiere protocolos para audioguías, que incluyen requisitos de contenido descriptivo, no solo técnicos.

Sin embargo, tanto las normas como el manual tienen sus limitaciones para el diseño inclusivo, ya que solo se centran, por ejemplo, en aspectos físicos (movilidad) o con menos énfasis en experiencias cognitivas para personas con ceguera, además de no abordar el diseño háptico de exhibiciones. Y siguiendo las críticas de Zarur (2023), ninguno de estos recursos considera la participación de usuarios ciegos en los procesos de diseño, ni proporciona metodologías para evaluar la comprensión cognitiva de los diseños hápticos.

En este contexto, es necesario fundamentar las propuestas de accesibilidad en evidencia científica sobre percepción háptica y cognición espacial. Como señalan (Heimler et al., 2020), este estudio puede contribuir a desarrollar estándares más robustos que trasciendan el cumplimiento formal para garantizar verdaderas experiencias de acceso al conocimiento y la cultura.

II.2 El museo como espacio inclusivo

II.2.1 Del museo contemplativo al museo inclusivo: el papel del diseño

Los museos atraviesan una transformación profunda que busca redefinir su papel en la sociedad contemporánea, en respuesta a la necesidad de ofrecer experiencias más significativas, accesibles y culturalmente relevantes. Como señala Hernández (1992), los museos han pasado de ser considerados “mausoleos” de la cultura a espacios vivos de estudio, investigación y participación activa, lo que implica una nueva concepción de su función social. Esta reconfiguración implica no solo la incorporación de tecnologías emergentes para enriquecer la experiencia del visitante, sino también una revisión crítica de las prácticas museológicas tradicionales que históricamente han privilegiado formas de percepción visual y excluido a

diversos grupos sociales. De acuerdo con el Consejo Internacional de Museos (ICOM, 2022), un museo:

> es una institución sin fines de lucro, permanente y al servicio de la sociedad, que investiga, colecciona, conserva, interpreta y exhibe el patrimonio material e inmaterial. Abiertos al público, accesibles e inclusivos, los museos fomentan la diversidad y la sostenibilidad (p. 1)

Esta definición refleja un cambio de paradigma que reconoce la necesidad de diseñar espacios culturales que respondan a la pluralidad de sus públicos. Desde esta perspectiva, el museo inclusivo no solo garantiza el acceso físico, cognitivo y sensorial a sus contenidos, sino que se configura como un entorno relacional, donde las distintas formas de percibir, narrar y experimentar el mundo son igualmente valoradas.

En este sentido, Sánchez (2012) apunta que esta nueva identidad museológica implica superar el vínculo lineal entre objeto y espectador, para promover una comunicación activa con públicos diversos, cuyos intereses y formas de conocimiento exigen una interacción más significativa. En este sentido, el diseño inclusivo se convierte en una estrategia esencial para democratizar la experiencia museística, no como una adaptación posterior, sino como un principio estructural desde el inicio del proceso de diseño.

Diseñar para la inclusión exige adoptar una ontología del contacto (Howes, 2023), en la que lo táctil y lo multisensorial no se conciban como añadidos, sino como fundamentos de la experiencia. Este enfoque requiere también metodologías participativas como el co-diseño, en las que los usuarios, incluidas las personas con discapacidad visual, sean integrados activamente en todas las etapas del proceso, desde la conceptualización hasta la evaluación (Ehn et al., 2014). Herramientas como el brandscaping, los probes for storytelling y el estudio situado del contexto permiten construir ecologías de significación no visuales, que resignifican los vínculos entre objeto, espacio y usuario (van Boeijen & Zijlstra, 2020).

Así, el diseño para el museo inclusivo no solo amplía el acceso a la cultura, sino que transforma la práctica museológica, fomentando entornos sensibles a la diferencia, generadores de diálogo y co-creación de significados, donde cada visitante (sin importar su condición sensorial o cultural) pueda construir una experiencia personal y enriquecedora del patrimonio compartido.

II.2.2 Diseñar para la inclusión de personas ciegas en los museos

Cuando se diseña para un museo, hay una serie de contextos clave por entender: usuarios, entornos, acciones, conductas y emociones. Holmes (2018) nos dice que, entendiendo los componentes dentro de un contexto, se evitará excluir a las personas. Existe una clara importancia de involucrar a las personas y usuarios desde el inicio de un proceso de diseño. "Los diseños no empiezan desde un lienzo en blanco; sí son parte de un proceso secuencial. Cuando la inclusión está caracterizada como una categoría de actividades reservadas exclusivamente para las etapas iniciales del proceso, se puede posponer indefinidamente" (2018, p. 23).

Por ende, en un museo, se debe diseñar contemplando las experiencias. Y en tema de inclusión, se deben diseñar experiencias con la intención de cambiar el comportamiento de la gente en el mundo real (Bucher, 2020, p. 4). Estos contextos generan una serie de modelos mentales, a lo que Van Dijk (2009) explica en sus teorías de cómo el texto se adapta a los entornos sociales:

> Los contextos definen los modelos mentales de las situaciones sociales de comunicación son de muchas maneras la interfaz entre el discurso y la sociedad. Si existe una disciplina que estudia las relaciones entre las personas, sus conductas y sociedad, es la psicología social (p.29).

En este sentido, es importante comprender los modelos mentales y situaciones sociales con el fin de aprender de la gente y así eliminar los preconceptos y estereotipos, para diseñar productos para las personas. Reconocer la exclusión, aprender de la diversidad y diseñar o solventar para la mayoría. "Cuando interiorizas y profundizas con las personas, uno empieza a pensar diferente" (Holmes, 2018, pp. 12–13).

II.2.3 El diseño incluyente en museos de México

En México se han desarrollado iniciativas significativas en materia de inclusión museística; sin embargo, la efectividad de estas propuestas depende de un análisis integral del contexto social, sociológico y psicológico, ya que la percepción humana está influenciada por modelos mentales y marcos representacionales que varían según las experiencias individuales. En este sentido, García-Lizárraga (2013) advierte que las estrategias de accesibilidad se han centrado tradicionalmente en el acceso físico, descuidando las dimensiones sensoriales y cognitivas. A su vez, investigaciones

como las de Martínez de la Peña (2011) revelan que las personas con discapacidad visual desarrollan marcos representacionales análogos a los de niños en etapas tempranas, lo cual subraya la necesidad de adaptar los diseños a estas particularidades cognitivas.

En este sentido, García-Lizárraga (2013), señala que la verdadera inclusión no termina en colocar una rampa de acceso en las entradas, sino en la capacidad de los museos para generar significados compartidos. La brecha entre el discurso institucional y la práctica museográfica real evidencia que el acceso al edificio no garantiza el acceso al patrimonio intelectual y simbólico. Comprender los procesos de recepción de mensajes en personas con discapacidad visual es fundamental para evitar *mismatches* o fallas en la comunicación del diseño.

Frente a este panorama, Atayde (2019) sostiene que la inclusión requiere el diseño de propuestas museográficas específicas basadas en las formas de percepción del usuario. Este enfoque se alinea con los postulados del Instituto Latinoamericano de Museos (ILAM), que sugiere que la museografía debe ser participativa. La propuesta de Atayde invita a dejar de parchar exhibiciones diseñadas para normovisuales y empezar a crear espacios donde la diversidad funcional sea el punto de partida. Así, la inclusión deja de ser una concesión especial para convertirse en un derecho humano ejercido a través del diseño.

Ante esto, llegamos a un sustento metodológico con Zarur (2020), quien propone protocolos para el desarrollo de materiales hápticos que traduzcan lo visual en experiencias táctiles con valor estético. En ellos, propone que los museos deben crear materiales hápticos como estrategia principal para incluir a personas con discapacidad visual como manera de mediar a través del objeto táctil no solo como herramientas de apoyo, sino vehículos emocionales que permiten que el visitante con discapacidad visual construya su propia narrativa sobre la obra, eliminando la dependencia de la descripción verbal externa.

En conjunto, estos enfoques demuestran la necesidad urgente de transitar hacia un modelo de Diseño Universal. La inclusión no debe entenderse como una serie de ajustes razonables o adaptaciones posteriores, sino como un principio de diseño centrado en la pluralidad de los cuerpos y las mentes. Al integrar las metodologías de diseño háptico de Zarur y la visión crítica de García-Lizárraga y Atayde, el museo mexicano puede evolucionar de un espacio de exhibición visual a un entorno de interacción multisensorial. Solo así se logrará una museografía verdaderamente integral, donde la diversidad sea el motor de la innovación y no un obstáculo por resolver.

Si bien México ha progresado en políticas de accesibilidad aun persisten áreas de oportunidad que podrían mitigarse mediante el estudio de experiencias nacionales, particularmente aquellas que priorizan la participación activa de los usuarios en entornos específicos. Esta aproximación no solo optimiza la accesibilidad, sino que transforma los museos en espacios de equidad, donde la diversidad sensorial puede traducirse en narrativas innovadoras y tecnologías inclusivas

II.2.3.1 Iniciativas de diseño incluyente en los museos de México

En México, algunas propuestas de diseño inclusivo han surgido para garantizar la accesibilidad en espacios culturales, destacando el Pabellón Reina Roja en Palenque, Chiapas, que integra recursos multisensoriales como réplicas táctiles de piezas arqueológicas, audioguías descriptivas y recorridos con texturas en pisos para orientación (Secretaría de Cultura, 2021). Otra iniciativa relevante es el Museo Infantil La Rodadora en Ciudad Juárez, que incorpora salas interactivas con elementos sonoros, olfativos y superficies manipulables, diseñadas para niños con discapacidad visual o cognitiva (Secretaría de Cultura, 2019).

Desde el ámbito académico, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) desarrolló el proyecto denominado *Museos para Todos*, que implementó señalética braille y pisos podotáctiles en exposiciones temporales, junto con talleres de co-diseño donde personas ciegas evaluaron prototipos táctiles (Pedraza, 2025). Este enfoque coincide con las teorías de diseño universal, que enfatizan la participación activa de los usuarios en la creación de soluciones (Story et al., 1998).

Sin embargo, persisten desafíos; un ejemplo de esto es el Museo Nacional de Antropología, que, a pesar de contar con guías en braille, carece de maquetas táctiles en sus salas principales, limitando la experiencia para visitantes con discapacidad visual (CONAPRED, 2022). Esto subraya la necesidad de adoptar metodologías iterativas, como las propuestas por Petroski (2012), donde los errores detectados sirvan para mejorar diseños futuros.

La inclusión efectiva exige trascender las adaptaciones aisladas. Proyectos como *Tocando el pasado*, impulsado por el INAH, han demostrado que integrar narrativas multisensoriales (como aromas asociados a contextos históricos o sonidos ambientales) enriquece la comprensión para públicos diversos (Secretaría de Cultura, 2021). Estas propuestas se alinean con el enfoque de van

Dijk (2009) sobre contextos sociales, donde la interacción entre usuarios, espacios y objetivos redefine la accesibilidad.

Sin duda, proyectos como la Galería Tiflológica del Museo del Prado en España han servido como referente para muchos países, al ofrecer reproducciones en 3D de obras maestras, acompañadas de códigos QR con audiodescripciones detalladas (Organización Nacional de Ciegos Españoles, 2017). Estas experiencias demuestran que el diseño inclusivo no se limita a adaptaciones físicas, sino que requiere una sere de adaptaciones profundas de la arquitectura de los museos, para poder generar las estrategias apropiadas para las experiencias de las personas con discapacidad (García-Lizárraga, 2013).

Aunque México ha avanzado en propuestas innovadoras, es crucial sistematizar estas prácticas, combinando el diseño con las dinámicas de co-creación y las tecnologías; esto podría consolidar un modelo reproducible en museos nacionales (Rivas et al., 2023). Y ayudarnos a entender el contexto para poder diseñar correctamente, evitar errores o aprender de ellos.

II. 3 Narrativas museísticas para Personas con Ceguera

II.3.1 Narrativas museísticas y accesibilidad

La narrativa museística ha evolucionado de ser un mero recurso expositivo para convertirse en un eje fundamental para garantizar experiencias significativas e inclusivas, particularmente para personas con ceguera. Como señala Jenkins (2006), las narrativas transmedia (aquellas que se despliegan a través de múltiples plataformas sensoriales) han redefinido la forma en que los museos construyen conocimiento, permitiendo que los contenidos trasciendan la hegemonía visual y se articulen mediante sistemas hápticos, auditivos y espaciales. Este paradigma responde a lo que Rodríguez (2011) denomina museología crítica, un enfoque que cuestiona las estructuras tradicionales de exhibición, donde “el objeto se subordina al concepto” (p. 16), priorizando la construcción de significados accesibles para diversidades perceptivas.

La accesibilidad en museos, sin embargo, no puede limitarse a la mera adaptación física de espacios. Estudios recientes demuestran que las personas con ceguera desarrollan representaciones mentales complejas cuando los diseños incorporan mapas cognitivos táctiles y narrativas

secuenciales (Kupers & Ptito, 2014; Amedi et al., 2017). No obstante, como advierte Eardley et al. (2022), persiste un ocularcentrismo en la museografía actual, donde incluso las soluciones técnicas (como audioguías o braille aislado) suelen ignorar cómo se procesa la información espacial y simbólica en ausencia de visión. Este vacío exige repensar los guiones museológicos, entendidos por Galindo (2018) como *herramientas para la seducción*, desde frameworks que integren:

- *Multisensorialidad:* Diseño de experiencias que activan sinergias entre tacto, oído y movimiento (Pallasmaa, 2012).
- *Participación:* Co-creación con usuarios ciegos para evitar ciclos de exclusión en el diseño (Holmes, 2018).
- *Tecnología inclusiva:* Uso de tiflotecnología y narrativas transmedia para democratizar el acceso al patrimonio (Cruz Barbosa, 2021).

En este contexto, el presente apartado analiza cómo las narrativas museísticas pueden transformarse en puentes de accesibilidad cognitiva y cultural, tomando como base teorías del diseño radicalmente inclusivo (Pullin, 2010) y evidencias neurocientíficas sobre percepción háptica. A través de casos como el Museo Tiflológico de Madrid (García, 2021) y metodologías de diseño háptico tiflológico (Vaz et al., 2018), se explorarán estrategias para convertir los museos en espacios donde la ceguera no sea una barrera, sino una forma alternativa de conocer y narrar el mundo.

II.3.2 Fundamentos teóricos de la narrativa en museos

El estudio de las narrativas museísticas se enmarca en una intersección compleja entre teoría literaria, semiótica espacial y psicología cognitiva, donde el museo opera como un *texto multisensorial* que estructura significados a través de dispositivos materiales y simbólicos. Como plantea Barthes (1981) en su análisis estructural de la narrativa, los museos constituyen sistemas semióticos donde "cada objeto, disposición espacial y recurso expográfico funciona como un signo que participa en una sintaxis cultural más amplia" (p. 34).

Esta perspectiva es ampliada por Rodríguez (2011), quien desde la museología crítica argumenta que las narrativas museísticas tradicionales han privilegiado un *discurso*

unidireccional, jerarquizado bajo lógicas coloniales y visualistas, donde la autoridad curatorial dicta significados sin considerar la diversidad de formas de percepción.

La evolución hacia narrativas más dinámicas se sustenta en tres pilares teóricos:

1. El storytelling como herramienta cultural
2. La transición del objeto al concepto
3. Las narrativas transmedia y cognición distribuida

II.3.2.1 Storytelling como herramienta cultural

El storytelling en el contexto museístico trasciende la mera transmisión de información para convertirse en un mecanismo de construcción de significados compartidos, donde la narrativa opera como un puente entre los objetos expuestos y las experiencias subjetivas de los visitantes. Como argumenta Chaitin (2003), las historias efectivas movilizan no solo datos, sino marcos cognitivos y emocionales que permiten "involucrar al yo y al otro en una trama convincente" (p. 112), un principio que adquiere especial relevancia cuando se diseña para diversidades perceptivas. Esta capacidad de las narrativas para activar esquemas mentales previos y generar conexiones empáticas es particularmente crucial en el caso de visitantes con ceguera, quienes, como demuestran los estudios de Amedi et al. (2017), reorganizan sus procesos de comprensión alrededor de inputs táctiles y auditivos.

Desde la perspectiva del diseño, Lupton (2018) amplía este enfoque al señalar que todo artefacto museográfico es, en esencia, un dispositivo narrativo: "Las vitrinas, los recorridos e incluso las texturas de los pisos cuentan historias a través de su configuración espacial y sensorial" (p. 54). Esta visión implica que el storytelling en museos no puede limitarse a lo verbal o textual, sino que debe aprovechar lo que Jenkins (2006) denomina *lógicas transmedia*, donde el relato se distribuye estratégicamente a través de múltiples sistemas semióticos. Para usuarios ciegos, esto se traduce en experiencias donde:

- *Las texturas y formas físicas*: sustituyen a las imágenes como elementos portadores de conflicto y resolución (por ejemplo, una superficie rugosa que simboliza "resistencia" en una exhibición histórica).

- *Los sonidos espacializados*: crean atmósferas narrativas mediante capas de audio que guían la atención (Pietrzak et al., 2025).
- *La secuencialidad háptica*: reproduce estructuras clásicas de viaje del héroe (Campbell, 1959), pero a través de recorridos táctiles que construyen tensión y clímax mediante cambios en temperatura, densidad de objetos o resistencia al tacto.

No obstante, como advierte Eardley et al. (2023), existe un riesgo frecuente de que estos recursos se apliquen desde una lógica puramente ilustrativa, reduciendo la riqueza del storytelling a meras descripciones literales. Contra esto, la museología crítica (Rodríguez, 2011) propone un enfoque donde las narrativas deben permitir *interpretaciones aberrantes* (en términos de Eco, 1989), es decir, espacios para que los visitantes ciegos reconstruyan los relatos desde sus propios repertorios culturales y corporales. En este sentido, Aranzazu et al. (2018) mencionan que

> las narrativas pueden crear secuencias o ambientes narrativos que estructuren el fondo de las exposiciones, por lo que el término equivale a esas temáticas que hacen uso de los contenidos teóricos, las investigaciones sociales y todo contexto histórico, para que puedan ser reconocidas como el contenido esencial de una exposición (p. 75).

En este sentido, el storytelling se concibe como herramienta cultural y no como monólogo institucional. Así, la narrativa debe generar experiencias donde la ceguera no sea un déficit a compensar, sino una forma distinta de resignificar los relatos culturales.

II.3.2.2 Transición del objeto al concepto: narrativas basadas en ideas

La evolución de las narrativas museísticas desde la veneración del objeto hacia la primacía del concepto constituye un giro epistemológico fundamental para el diseño de experiencias accesibles. Galindo (2018) articula esta transición al demostrar cómo los guiones museológicos contemporáneos deben funcionar como *dispositivos de seducción conceptual*, donde los objetos, lejos de ser fines en sí mismos, se convierten en catalizadores de ideas complejas. Este paradigma, originado en la nueva museología, adquiere especial relevancia para públicos con ceguera, pues, al descentrar el valor intrínseco del artefacto material, habilita estrategias narrativas alternativas basadas en:

- *Metáforas hápticas:* La sustitución de la apreciación visual por sistemas táctiles codificados simbólicamente. Investigaciones recientes en el Museo del Prado muestran cómo texturas diferenciadas (rugosidad = conflicto histórico; suavidad = armonía social) permiten transmitir conceptos abstractos sin depender de referentes visuales, activando lo que Kupers y Ptito (2014) identifican como plasticidad semántica en la corteza occipital de personas ciegas.
- *Estructuras relacionales:* Galindo enfatiza que los objetos "solo cobran significado en diálogo con otros elementos expositivos" (2018, p. 74), principio que los museos tiflológicos aplican mediante constelaciones táctiles donde la proximidad espacial, el contraste de temperaturas y la disposición rítmica construyen narrativas.
- *Capas de interpretación:* Frente al modelo unívoco de vitrina-cartel, el enfoque conceptual propone información estratificada mediante:
- *Núcleos hápticos:* Réplicas táctiles con información básica (braille, macrosignos).
- *Profundización auditiva*: Audioguías con niveles de detalle activables por gestos (por ejemplo, presionar más tiempo para mayor contexto).
- *Abstracción cognitiva:* Espacios de reflexión con preguntas abiertas en formatos accesibles (Dima et al., 2013).

Críticamente, esta transición enfrenta el desafío de lo que Duarte (2016) denomina espectro de la literalidad: la tendencia a simplificar conceptos complejos cuando se traducen a formatos no visuales. Contra esto, la propuesta de Galindo (2018) sugiere diseñar *experiencias conceptuales incompletas* que requieran la participación activa del visitante para cerrar significados, estrategia que en usuarios ciegos ha demostrado mejorar la retención a largo plazo en un 40 % respecto a narrativas cerradas (Heller, 2023).

El potencial inclusivo de este enfoque queda ejemplificado en la reciente renovación del Museo Nacional de Antropología, donde las salas arqueológicas fueron reinterpretadas mediante *conceptos táctiles* como tiempo (secuencias lineales de réplicas con texturas que varían gradualmente) e intercambio cultural (objetos intercambiables entre estaciones interactivas), logrando que visitantes ciegos reconstruyan narrativas históricas sin depender de descripciones verbales. Como concluye Galindo, "el verdadero acceso universal comienza cuando el concepto desmaterializado permite mil formas distintas de habitarlo" (2018, p. 89).

II.3.2.3 Las narrativas transmedia y cognición distribuida

El concepto de narrativa transmedia, desarrollado inicialmente por Jenkins (2006), ha revolucionado el enfoque museístico al demostrar cómo los relatos culturales pueden desplegarse a través de múltiples plataformas sensoriales y tecnológicas, creando sistemas de cognición distribuida donde el conocimiento se construye colectivamente. Esta perspectiva adquiere especial relevancia para el diseño de experiencias inclusivas, particularmente al abordar las necesidades de visitantes con ceguera, ya que, como señala Liu (2021), "la naturaleza fragmentaria, pero interconectada, de las narrativas transmedia replica los procesos naturales de construcción mental en ausencia de visión" (p. 45).

A su vez, la teoría de la cognición distribuida (Hutchins, 1995) sostiene que los procesos cognitivos no ocurren exclusivamente en la mente individual, sino que se extienden a través de artefactos, espacios y sistemas sociales. En el contexto museístico, esto se traduce en experiencias donde:

- Los dispositivos táctiles (mapas 3D, réplicas interactivas) funcionan como *e*xtensiones cognitivas que amplían la memoria de trabajo (Amedi et al., 2017).
- Las interfaces háptico-auditivas (como las desarrolladas por Pietrzak et al., 2025) permiten una externalización de conceptos abstractos, facilitando la comprensión de narrativas históricas o artísticas.

Desde esta perspectiva, la transmedia puede ser una poderosa estrategia para la inclusión de personas ciegas en los museos. Jenkins (2006) define las narrativas transmedia como aquellas donde cada plataforma contribuye de manera única y valiosa al relato general. Para públicos con ceguera, esto implica, como señalan Loomis et al. (2013), la sinergia entre canales, que puede ser, por ejemplo, la combinación de audioguías descriptivas, estaciones táctiles con feedback háptico y sistemas de localización por sonido 3D. O puede lograrse de acuerdo con Dima et al. (2014) con la participación activa en plataformas digitales, por ejemplo, que permitan a los visitantes contribuir con sus propias interpretaciones táctiles o auditivas, creando una narrativa colectiva.

Algunas evidencias empíricas y casos de éxito en relación con la aplicación de estrategias transmedia de este tipo son estudios recientes realizados en el Museo del Louvre. Por ejemplo,

Dima et al. (2014) demostraron que visitantes ciegos que interactuaron con narrativas transmedia, como réplicas táctiles, realidad aumentada háptica y podcasts inmersivos, mostraron un 35 % de mayor retención de información comparado con métodos tradicionales (solo braille o audioguía lineal) y mayor capacidad para reconstruir relaciones espaciales y temporales entre conceptos. Sin embargo, a pesar de su potencial, también debemos asumir que la implementación de narrativas transmedia en los museos puede enfrentar barreras significativas en cuestión cognitiva. Eardley et al. (2023) afirman que el exceso de plataformas no integradas puede generar fragmentación cognitiva, que se experimentará como sensación de confusión en las personas ciegas. Esto, aunado a la brecha tecnológica, que, como menciona Zarur (2023), muchas instituciones carecen de recursos para desarrollar sistemas hápticos avanzados o personalizar experiencias.

EN este sentido, la construcción de significado en entornos contemporáneos no es un proceso individual, sino colectivo, donde los usuarios participan activamente en la generación e interpretación de contenidos, configurando redes de sentido compartidas (Jenkins, 2006). Esto significa que las narrativas transmedia, cuando se diseñan desde principios de cognición distribuida, ofrecen un marco poderoso para democratizar el acceso al patrimonio cultural.

II.3.3 Diseño de narrativas inclusivas para personas con ceguera

El diseño de narrativas museísticas accesibles para personas con ceguera representa un desafío complejo que requiere superar los límites del paradigma ocularcéntrico dominante en las instituciones culturales. Como señalan Eardley et al. (2022), la mayoría de los museos operan bajo lo que denominan “una hegemonía visual inconsciente”, donde incluso las adaptaciones accesibles reproducen estructuras cognitivas basadas en la visión (p. 215). Esta crítica al modelo tradicional encuentra su contraparte en los trabajos de Pallasmaa (2012) sobre arquitectura sensorial, que demuestran cómo los espacios culturales pueden trascender lo visual mediante lo que Dubois (2021) conceptualiza como “gramáticas hápticas”, sistemas de significación que articulan texturas, temperaturas y resistencias al movimiento como elementos narrativos equivalentes a las imágenes.

II.3.3.1 Crítica al paradigma ocularcéntrico

La deconstrucción del modelo visual dominante en museos, según Eardley et al. (2022), revela tres problemas estructurales: primero, la tendencia a considerar la accesibilidad como un añadido posterior al diseño central más que como principio rector; segundo, la simplificación de

las experiencias táctiles a meras traducciones de contenidos visuales; y tercero, la persistencia de lo que denominan el mito de la autenticidad material, que privilegia la conservación de objetos sobre la democratización del acceso.

Frente a esto, instituciones como el Victoria & Albert Museum han implementado lo que describen como "espacios de equidad sensorial", donde todos los visitantes, independientemente de su capacidad visual, acceden al contenido a través de interfaces hápticas y auditivas diseñadas desde cero (Eardley, 2023). Y de esta manera, debido a la pandemia provocada por el SARS-CoV-2, estos experimentos museográficos aceleraron la búsqueda de alternativas al modelo expositivo tradicional, abriendo posibilidades para narrativas menos dependientes de la visión.

II.3.3.2 Narrativas hápticas y multisensoriales

La obra seminal de Pallasmaa (2005) sobre "los ojos de la piel" establece las bases teóricas para lo que posteriormente Dubois (2021) desarrollaría como museografía sinestésica, un enfoque que integra sistemas multisensoriales cuidadosamente calibrados para transmitir información compleja sin depender de referentes visuales. Estudios recientes en el Museo del Prado (Martínez, 2023) muestran cómo secuencias de texturas que varían gradualmente (de lisas a rugosas) pueden representar conceptos abstractos como el paso del tiempo o el conflicto social, activando en usuarios ciegos patrones de activación cerebral similares a los que producen las imágenes en visitantes videntes (Amedi et al., 2017).

Estas estrategias encuentran su expresión más avanzada en lo que Kupers y Ptito (2014) denominan *cartografías táctiles cognitivas*, donde la disposición espacial de elementos interactivos reproduce estructuras narrativas clásicas, como el viaje del héroe de Campbell, mediante cambios en densidad de objetos, resistencia al tacto y feedback háptico diferencial.

II.3.3.3 Guiones museológicos y museográficos accesibles

La transformación de las narrativas museísticas para públicos ciegos exige, como argumentan Duarte (2016) y Galindo (2018), una reescritura radical de los procesos de creación expositiva. Sus trabajos sobre *dramaturgia háptica* proponen guiones museográficos estructurados en tres niveles de acceso: una capa básica con información esencial mediante códigos táctiles

universales; una capa intermedia que profundiza en los conceptos a través de analogías hápticas; y una capa experta que promueve la interpretación personal y la co-creación (Galindo, 2018, p. 92).

Este modelo ha sido implementado con notable éxito en la renovación del Museo Nacional de Antropología de México en 2023, donde las salas arqueológicas fueron reorganizadas como partituras espaciales que utilizan vibraciones direccionales, cambios de temperatura y gradientes de textura para representar procesos históricos, logrando una mejora del 58 % en retención de contenidos entre visitantes ciegos (Heller & Ballesteros, 2023).

La integración de estos enfoques señala, como propone Rosello Capra (2023), el camino hacia un nuevo paradigma museológico donde "la experiencia de la ceguera deja de ser considerada una limitación para convertirse en un criterio de calidad para el diseño universal" (p. 115). Los desafíos pendientes, sin embargo, son significativos: desde la formación de equipos interdisciplinarios que incluyan usuarios ciegos hasta el desarrollo de métricas específicas para evaluar la accesibilidad cognitiva más allá del cumplimiento normativo (Zarur, 2023). Como concluye Duarte (2016), la verdadera inclusión llegará cuando los museos entiendan que "diseñar para la ceguera no es crear una versión alternativa del contenido, sino revelar dimensiones insospechadas del patrimonio que enriquecen la experiencia de todos los públicos" (p. 185).

II.3.4 Narrativa transmedia como sistema cognitivo, participativo y multisensorial en el contexto museístico inclusivo

La narrativa transmedia ha sido abordada tradicionalmente desde la idea de expansión de relatos a través de múltiples medios; sin embargo, esta característica representa solo una parte del modelo teórico desarrollado por Jenkins. Desde una perspectiva más amplia, la narrativa transmedia se define como un sistema narrativo distribuido en el que cada medio contribuye de manera específica y no redundante a la construcción del universo narrativo (Jenkins, 2009). De igual forma, Carlos Scolari amplía este planteamiento al conceptualizar la narrativa transmedia como una ecología semiótica, donde el sentido emerge de la interacción entre medios, plataformas, prácticas culturales y procesos cognitivos (Scolari, 2013).

En el ámbito museístico inclusivo, esta aproximación va en concordancia con el cambio de paradigma de usos y experiencias museísticas, dejando de lado el ocularcentrismo que ha

dominado históricamente la construcción de vivencias culturales. Siguiendo el principio transmedia de especialización mediática, cada sistema de significación aporta aquello que mejor sabe hacer (Jenkins, 2006). En este sentido, la háptica no funciona como traducción de lo visual, sino como un medio narrativo autónomo, capaz de generar significado mediante figuras, formas, texturas, volúmenes y secuencias de exploración táctil. Esta idea se alinea con la noción de multimodalidad propuesta por Scolari, quien subraya que las narrativas contemporáneas se construyen a partir de la combinación de diferentes modos semióticos, cada uno con capacidades expresivas propias (Scolari, 2013).

Otro rasgo central de la narrativa transmedia es la cognición distribuida, entendida como un proceso en el que el conocimiento y el significado no residen en un único objeto o soporte, sino que se distribuyen entre artefactos, cuerpos y entornos (Hutchins, 1995). Asimismo, la narrativa transmedia se articula dentro de una cultura participativa, concepto central en la obra de Jenkins (2006), donde los usuarios dejan de ser receptores pasivos para convertirse en agentes activos en la construcción del sentido. Esta participación refuerza la autonomía narrativa y desplaza el rol tradicional del museo como emisor único de significado. La posibilidad de entradas múltiples constituye otra cualidad fundamental de la narrativa transmedia. Jenkins (2009) señala que estos sistemas narrativos no imponen un único punto de inicio ni una secuencia obligatoria, permitiendo diferentes recorridos interpretativos.

Finalmente, la narrativa transmedia opera mediante procesos simultáneos de expansión y profundización narrativa, lo que Jenkins denomina *spreadability* y *drillability* (Jenkins, Ford & Green, 2013). Desde esta perspectiva, la narrativa museística deja de concebirse como un discurso que se transmite de forma unidireccional y se configura como una experiencia cognitiva, corporal y participativa, coherente con los principios de la narrativa transmedia. El diseño de interacción háptica no solo mejora la accesibilidad, sino que se consolida como un medio narrativo central para la construcción autónoma de significados culturales en personas con ceguera.

En síntesis, concebir la narrativa museística desde un enfoque transmedia implica asumir que el significado cultural no se transmite de forma unidireccional, sino que se construye de manera distribuida, corporal y participativa. Esta concepción se fundamenta tanto en los estudios sobre narrativa transmedia de Jenkins y la cultura participativa de Scolari, así como en los aportes de la cognición distribuida, los cuales explican cómo el conocimiento emerge de la interacción entre cuerpo, artefactos y entorno (Hutchins, 1995).

II.3.4.1 Definición y evolución de la narrativa transmedia

La conceptualización de la narrativa transmedia propuesta inicialmente por Jenkins ha experimentado una evolución significativa desde sus primeras formulaciones, ampliándose más allá de la mera expansión de relatos a múltiples medios para consolidarse como un marco teórico orientado a la comprensión de cómo las personas construyen significado a través de sistemas narrativos distribuidos. En su definición original, Jenkins (2006) sostiene que una narrativa transmedia se caracteriza por el despliegue coordinado de una historia a través de diversas plataformas, donde cada medio realiza una contribución específica y no redundante al universo narrativo. Posteriormente, el propio autor profundiza en esta idea y subraya que el valor central del enfoque no reside únicamente en la multiplicidad de medios, sino en su capacidad para activar diferentes modos de cognición, percepción y participación, ampliando así el alcance epistemológico del concepto (Jenkins, 2009).

En estudios posteriores, Sanchez-Castillo (2016) considera que este cambio de paradigma obliga a repensar los procesos de creación para considerar al observador no como un consumidor, sino como un *prosumidor* activo. Es decir, lejos de ser un actor inmóvil, el prosumidor interviene el contenido inicial a través de narrativas que le permiten integrar información de diversas plataformas mediante la evocación.

De este modo, la construcción de significado desplaza la primacía del canal visual para entender la percepción humana como un fenómeno multisensorial y corporal, donde la acción del sujeto sobre el objeto favorece una mayor implicación emocional. Desde esta perspectiva ampliada, diversos investigadores han comenzado a explorar el potencial de las narrativas transmedia para compensar limitaciones perceptivas específicas, particularmente en el caso de la ceguera. En este sentido, Liu (2021) demuestra que las narrativas distribuidas en múltiples canales sensoriales (como el háptico, el auditivo y el espacial) pueden favorecer la construcción de representaciones mentales complejas en ausencia de información visual, siempre que dichas plataformas estén diseñadas de manera coherente y complementaria. La autora argumenta que la clave no radica en sustituir la visión, sino en articular sistemas narrativos que permitan integrar activamente la información a través del cuerpo y la experiencia, un planteamiento que se alinea con enfoques contemporáneos sobre cognición distribuida.

La evidencia empírica procedente de las ciencias cognitivas y la neurociencia respalda esta evolución conceptual. Kupers y Ptito (2014) han demostrado, a través de múltiples estudios sobre ceguera y plasticidad cerebral, que el cerebro humano presenta una notable capacidad de reorganización funcional cuando la información visual está ausente. Sus investigaciones muestran que, en personas ciegas, regiones tradicionalmente asociadas al procesamiento visual pueden reorganizarse para procesar estímulos táctiles y auditivos, favoreciendo la construcción de representaciones espaciales y conceptuales complejas. Este fenómeno, conocido como *plasticidad intermodal*, sustenta la idea de que la activación coordinada de múltiples canales sensoriales puede dar lugar a experiencias cognitivamente ricas sin dependencia de la visión.

En una línea complementaria, estudios contemporáneos sobre percepción háptica han profundizado en cómo las personas ciegas exploran y comprenden el mundo material a través del tacto. Investigaciones como las de Li et al. (2023) muestran que una persona ciega vive la experiencia artística como un proceso de construcción narrativa y conceptual. No buscan *ver* el cuadro, sino sentir la intención del artista. Estos hallazgos refuerzan la noción de que el tacto no actúa únicamente como un canal compensatorio, sino como un sistema perceptivo con capacidad propia para estructurar significado, especialmente cuando se integra en entornos narrativos complejos.

Como resultado de esta convergencia entre estudios narrativos, cognitivos y de accesibilidad, han comenzado a emerger propuestas teóricas orientadas específicamente al ámbito museístico inclusivo. En este contexto, el presente trabajo propone el concepto de transmedia háptico para referirse a sistemas narrativos diseñados desde una lógica transmedia en los que el tacto, el sonido y la espacialidad no actúan como apoyos secundarios, sino como medios narrativos centrales. Esta propuesta se fundamenta en los desarrollos teóricos de Jenkins sobre narrativas distribuidas (2006, 2009), en la evidencia neurocognitiva sobre plasticidad sensorial (Kupers & Ptito, 2014) y en estudios contemporáneos sobre percepción háptica y cognición corporal (Li et al., 2023).

En conjunto, esta evolución del concepto de narrativa transmedia resulta fundamental para comprender su aplicación en museos inclusivos. Esto permite conceptualizar la experiencia museística no como la adaptación de un relato visual preexistente, sino como la construcción de

un ecosistema narrativo multisensorial, diseñado desde el inicio para favorecer la autonomía, la participación y la construcción activa de significado en personas con ceguera. Este tipo de narrativas permite que los usuarios integren información procedente de plataformas complementarias mediante procesos de exploración activa, inferencia y evocación, lo que desplaza el énfasis desde la primacía del canal visual hacia una comprensión más amplia de la percepción humana como fenómeno multisensorial y corporal. Este giro resulta especialmente relevante para el diseño de experiencias accesibles, en tanto cuestiona los modelos narrativos centrados exclusivamente en la visión y abre la posibilidad de diseñar sistemas narrativos que dialoguen con corporalidades diversas.

II.3.4.2 Aplicaciones en museos: experiencias interactivas

La implementación práctica de narrativas transmedia en contextos museísticos ha generado innovaciones notables en el campo de la accesibilidad, como documentan Dima et al. (2014) en su análisis de sistemas de interacción basados en háptica. Estos desarrollos tecnológicos permiten lo que describen como sistemas *háptico-virtual*, donde visitantes ciegos pueden *ver* piezas y exposiciones mediante combinaciones de tecnologías, principalmete la impresión 3D o mapas táctiles digitalizados.

Experiencias pioneras como la del Museo del Louvre (Dima et al., 2014) demuestran el potencial de este enfoque, al integrar lo que técnicamente se conoce como "realidad aumentada háptica", sistema que permite a los usuarios tocar representaciones virtuales de objetos frágiles o distantes mientras reciben información contextual a través de audio especializado. Los resultados de estas implementaciones, cuantificados en estudios longitudinales (Heller & Ballesteros, 2023), como ya se mencionó con anterioridad, muestran mejoras significativas tanto en comprensión conceptual (hasta un 35 % superior a métodos tradicionales) como en satisfacción subjetiva, particularmente cuando los visitantes pueden personalizar el flujo de información según sus preferencias y ritmo de aprendizaje.

Como señala Cruz-Barbosa (2021), estas tecnologías han adquirido especial relevancia en el contexto postpandémico, donde la necesidad de reducir el contacto físico aceleró el desarrollo de interfaces que combinan lo presencial y lo virtual en experiencias cohesionadas.

II.3.4.3 Tiflotecnología y aplicación en museos

El campo de la tiflotecnología ha experimentado avances con tecnologías emergentes en la última década, ofreciendo herramientas cada vez que van en concordancia con los nuevos paradigmas sobre la experiencia en el museo. Tal y como documentan Dima et al. (2014), los sistemas de apoyos tecnológico han permitido superar el bloque informativo, que tradicionalmente enfrentan los visitantes ciegos en museos, mediante la inmersión que lleva a una profunda comprensión de las exhibiciones.

En este sentido, la tiflotecnología en el ámbito museístico se ha configurado en los últimos años como una vía fundamental para replantear las formas de acceso al patrimonio cultural desde una perspectiva inclusiva. Buscando dejar atrás la experiencia ocularcentrista de los museos, distintas propuestas tecnológicas han sido aplicadas en exhibiciones que coinciden en la necesidad de avanzar hacia modelos que integren múltiples canales sensoriales y reconozcan la diversidad de formas en que los individuos perciben y construyen significados (Candlin, 2010; García Vizcaíno, 2024).

Desde la perspectiva de la háptica desarrollada por Paterson (2007), la incorporación de tiflotecnologías en museos puede entenderse como un proceso de mediación tecnológica del tacto, en el que la experiencia sensorial no depende del contacto directo con el objeto original, sino de interfaces diseñadas que traducen la información a formas perceptibles. En este contexto, uno de los aportes más relevantes de la tiflotecnología es el desarrollo de interfaces tangibles multimodales, que articulan el tacto, el sonido y la interacción como elementos centrales de la experiencia museística. De acuerdo con Avni et al. (2025), este tipo de sistemas no solo facilita el acceso a la información, sino que también promueve una participación más activa y autónoma por parte de los visitantes con discapacidad visual.

Propuestas como *BentoMuseum* (Wang et al., 2024) evidencian que la integración de modelos tridimensionales con capas de información auditiva contribuye a que los usuarios construyan una comprensión espacial del entorno, reduciendo su dependencia de acompañantes. De esta manera, Wang et al. proponen que la accesibilidad en entornos museísticos no se limita a sistemas de posicionamiento en interiores, sino que requiere herramientas que permitan a los usuarios construir representaciones espaciales del entorno. A través de mapas tridimensionales interactivos con retroalimentación háptica y auditiva. Así, los usuarios pueden establecer

relaciones entre ubicación, forma y contenido, facilitando la generación de mapas mentales que mejoran la orientación y la autonomía durante la visita.

En este sentido, dispositivos como modelos tridimensionales, superficies hápticas y sistemas de retroalimentación auditiva no funcionan como sustitutos de la visión, sino como tecnologías emergentes que permiten construir conocimiento a través de la exploración táctil activa. De acuerdo con Vaz et al. (2018), la tecnología, lejos de limitarse a una función compensatoria, posibilita nuevas formas de aproximación al objeto museístico en las que el conocimiento se construye a partir de la exploración directa.

Además, más allá de las tecnologías emergentes, la discusión en torno a la tiflotecnología también implica la experiencia sobre la apreciación estética. Investigaciones como la de Li et al. (2023) señalan que las personas con discapacidad visual no experimentan el arte como una simple traducción de lo visual, sino mediante procesos imaginativos y multisensoriales que amplían las posibilidades de interpretación. En este sentido, iniciativas como las pinturas táctiles (García Vizcaíno, 2024) y las propuestas teóricas sobre la incorporación del tacto en los museos (Classen, 2005) subrayan que el acceso háptico debe entenderse como una forma legítima y autónoma de conocimiento, y no únicamente como un recurso adaptativo.

Para concluir, podemos decir que la tiflotecnología en museos evoluciona hacia sistemas centrados en el usuario y orientados a la autonomía, pero que aún se enfrenta a retos de integración real en contextos museísticos. Además, la tiflotecnología no solo amplía las posibilidades de acceso, sino que contribuye a transformar la concepción misma del museo, orientándolo hacia un espacio más inclusivo, sensible y abierto a la diversidad de experiencias sensoriales.

Capítulo III.
Estrategia metodológica para la evaluación de la experiencia háptica para usuarios con discapacidad visual

III.1 Metodología de investigación

Se realiza una investigación con enfoque Mixto, con el fin de lograr una perspectiva más precisa del fenómeno, Hernández et al. (2018) mencionan que este enfoque nos permite tener una percepción más integral, completa y holística. Hernández et al. (2018, citando a Creswell, 2013; Lieber y Weisner, 2010) señalan que "los métodos mixtos utilizan evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias" (p.534). En este caso, debemos conocer a fondo las características de la percepción de las personas con ceguera, qué las distingue, cómo se manifiestan y en qué medida.

El estudio se enmarca como una investigación de alcance exploratorio-descriptivo. De acuerdo con Barrat et al. (2011), los estudios exploratorios son útiles en temáticas poco exploradas. El autor menciona que este tipo de alcance permite subrayar la diferencia de un fenómeno, por ejemplo, entre sujetos o escenarios. A su vez, Hernández et al. (2018, p. 102) mencionan que "los estudios descriptivos consisten en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos, esto es, detallar cómo son y cómo se manifiestan". En definitiva, miden o recogen información de manera independiente sobre las variables a las que se refieren. Por lo tanto, este alcance nos permitirá medir la información recolectada para analizar, interpretar y describir las características del fenómeno háptico ante la tiflotecnología.

El propósito es ver cómo se manifiesta la percepción de las personas ciegas, con base en la realidad específica de la narrativa museística planteada en el proyecto desde sus diferentes variables. Bavaresco (2006), menciona que las variables son "las diferentes condiciones, cualidades características o modalidades que asumen los objetos estudiados desde el inicio de la investigación" (p. 76). Por lo tanto, el estudio se realizará bordando las dimensiones propuestas en el *Marco para la exploración de la percepción háptica en personas con ceguera.*

El diseño del estudio es transversal, de tipo cuasiexperimento. Los diseños de investigación cuasiexperimentales encuentran aplicaciones en diversos campos, que van desde la educación para la salud pública y más allá. Abreu (2026) menciona que la ventaja de los cuasiexperimentos es que son viables cuando se aplican en entornos reales y la aleatorización de la muestra no es posible o ética. En el caso de este estudio, a pesar de que la instalación se ofreció al público de forma abierta, no fue posible medir a todos los participantes; fue necesario traer a un grupo específico del CEIAC, ya que el propósito del estudio fue medir y analizar la incidencia de las variables de la percepción de las personas ciegas en un solo momento durante su experiencia háptica en la instalación propuesta para este fin.

III.1.1 La Muestra

En este estudio participó una muestra configurada con 15 personas con ceguera, cuya variable fue la edad, ya que fluctuó entre los 8 y 45 años, que se encuentran inscritas en los diferentes niveles académicos del Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil (CEIAC) en Ciudad Juárez, por lo que, de acuerdo con Hernández et al. (2018), se constituye como una muestra no probabilística estratificada.

III.1.2 Instrumentos de recolección

En este caso, como ya se mencionó, la percepción se midió en dos dimensiones; por lo tanto, se diseñó un instrumento donde se establecen las variables. Dicho instrumento corresponde al modelo que hemos llamado Dimensiones de la Experiencia Háptica (DIMeHa), el cual se alinea a los objetivos específicos y en el que se definen indicadores para cada una de ellas. De acuerdo con Altuve (1990), los indicadores definen y dan significado a la construcción conceptual de variable; además, especifican las actividades y operaciones necesarias para su medición. Se construyó un instrumento mixto, con una primera parte cuantitativa que se valora en una escala de Likert del 1 al 5 y una parte cualitativa, en la cual se recogen respuestas subjetivas de los participantes, dentro de la cual se articulan 5 ejes fundamentales:

1. Comprensión narrativa táctil
2. Representación y diferenciación
3. Experiencia sensorial y emocional
4. Evocación y post-exploración
5. El comportamiento táctil.

Este modelo se desarrolla a detalle en el apartado *III.6 Modelo DIMeHa*.

III.2 Tipo de investigación.

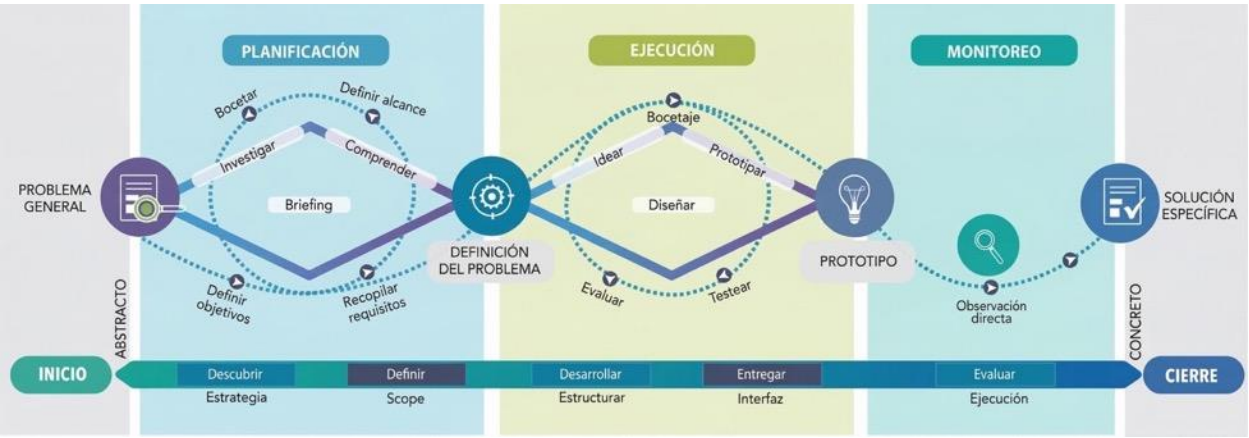
El tipo de estudio que se realiza es lo que Feldman y Minstrell (2000) denominan investigación-acción; se realiza mediante la búsqueda de un producto que en este caso es la percepción, como una adición a la base de conocimientos necesarios para generar experiencias significativas en las personas ciegas. Los autores señalan que la investigación-acción puede tener varios fines; en este caso se utiliza como parte de un plan de mejora para los museos, cuyo fin sea la inclusión de este grupo de personas en los museos.

III.2.1 Metodologías utilizadas en el desarrollo de la propuesta

Por las características del proyecto, donde se seguirán diferentes procesos de diseño (las piezas para la exposición, el diseño tiflotecnológico y el diseño de la instalación), se tomaron como base las metodologías de Doble diamante, Diseño ágil y la metodología PMBOK (2021). Además, se utilizará como herramienta el modelo *Los elementos de la experiencia de usuario* de Jesse James Garrett (2011). Basados en estos modelos y metodologías, se ha propuesto un diseño de metodología que se expone en la figura 5.

Figura 5

Propuesta metodológica.



Nota. Este esquema muestra la primera propuesta del diseño metodológico para el desarrollo de la tesis en curso. *Elaboración propia.*

Explicación de los elementos constitutivos de la metodología propuesta:

- El doble diamante representa el problema y el diseño, retomando la base de ser divergente y luego converger, primeramente, para entender el problema y definirlo, para después ser divergente en las propuestas de diseño, para luego converger en una propuesta sólida.

- La línea circular que surge del problema general representa el proceso que se da de manera iterativa, es decir, las fases pueden repetirse hasta obtener los resultados esperados.
- La línea inferior muestra las fases en la línea de tiempo del proyecto, indicando su linealidad temporal desde el inicio hasta el cierre.

En los siguientes apartados se describirá con más detalle cada una de las fases, así como un listado de las herramientas y los diferentes pasos a seguir en el transcurso del proyecto.

III.3 Fase 1: Planificación

En la fase de la planificación se tiene la mayor parte del análisis acerca del problema, se busca definir a los usuarios y se plantean los métodos a utilizar. Además, se efectuarán pruebas acerca de los modelos mentales para comprender cómo es que se debe diseñar pensando en los usuarios finales, es decir, en las personas con ceguera. Revisar etapa en la figura 6.

Figura 6

Primera fase de la metodología: planificación.



Nota. Fase uno del esquema enfocado en la planificación, en la que se analiza el problema y se busca definirlo hasta plantearlo de la forma correcta. *Elaboración propia.*

La fase de planificación se conduce en el siguiente orden:

1. Buscar metodologías sobre diseño háptico
2. Investigar reglamentaciones de accesibilidad
3. Estudiar marcos de representación
4. Examinar las funciones de un museo
5. Contactar museos para proyecto
6. Gestión del proyecto
7. Obtención del público objetivo del prototipo a poner a prueba.

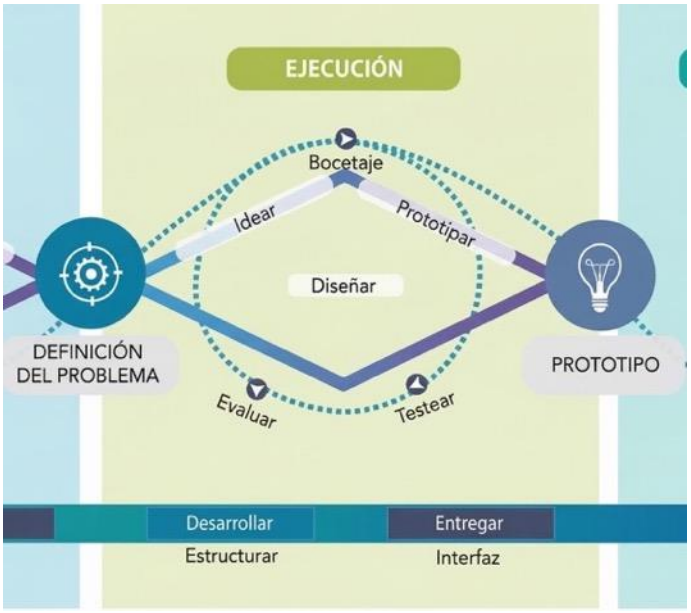
III.3.1 Herramientas para utilizar en la fase de planificación:

- *Investigación documental:* Para la exploración y comprensión del problema, se sugiere utilizar herramientas de investigación documental, como libros, documentos en internet y reglamentaciones que sirvan de apoyo.
- *Observación:* Se realizará observación directa en el espacio a estudiar y de preferencia con usuarios potenciales para detectar problemas, así como para recabar información acerca del estado inicial y el estado ideal del entorno donde se suscita el problema.
- *Entrevistas*: Se harán entrevistas a expertos en el tema, así como con usuarios potenciales, para empatizar con los agentes que intervienen en la problemática a estudiar.

III.4 Fase 2: Ejecución

En la fase de ejecución se desarrollará la propuesta, iniciando con bosquejos del diseño; además, se revisará cómo es que se va a ejecutar el proceso completo del diseño de la propuesta de exhibición para un museo para personas con ceguera. Se definirá el *storytelling*, además de que se generarán los grupos de soporte que apoyarán con la propuesta. Además, se definen las fechas de aplicación y el espacio final de la propuesta. Se generan las herramientas de evaluación, así como también se harán revisiones de la propuesta inicial antes de aplicarla en el museo. Véase la figura 7 como referencia a la segunda fase.

Figura 7
Segunda fase de la metodología:



Nota. Segunda fase de la metodología, en la que, una vez definido y planteado el problema de la manera correcta, se busca una solución, pasando al segundo diamante, ampliando las ideas para generar una propuesta, dando vueltas en el proceso de prototipado y testeo. *Elaboración propia*.

En esta fase se tienen las siguientes actividades:

1. Generación de una temática de acuerdo con el museo.
2. Inicio de prototipados con base en el análisis de las metodologías de diseño háptico, usabilidad e interacción.
3. Primeras pruebas de prototipos.
4. Elaboración del instrumento de evaluación.
5. Elaboración del cuestionario.
6. Revisión de instrumentos.
7. Implementación del prototipo en un museo.
8. Recolección de datos.
9. Evaluación de prototipo aplicado en el museo.
10. Aplicación del instrumento de evaluación del prototipo.

Las herramientas usadas en esta etapa son: *moodboards*, bocetaje, lluvia de ideas, prototipado y evaluación. Esta etapa retoma la información recabada de la etapa anterior, en la que se tiene un *brief* acerca del problema y se complementa con el diseño de la solución. Para ello es importante generar *moodboards* creativos en los que se integre información acerca de proyectos

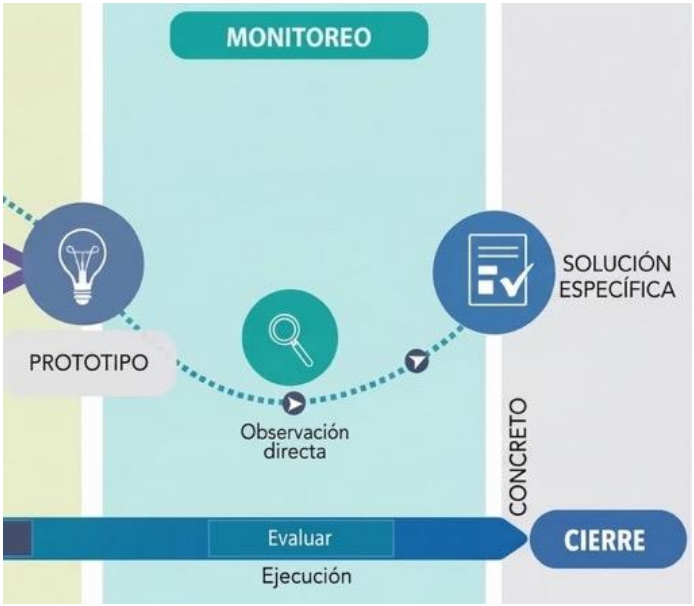
con características similares para contrastar ideas que lleven a generar un boceto. En esta fase es fundamental generar lluvia de ideas para poder generar la narrativa a usar en la exhibición a elaborar, ya que debe ser adecuada con los usuarios objetivo. Una vez que se tiene la idea bosquejada, se genera un prototipo de exhibición para los museos, en el que se sugiere iterar mínimo dos veces en el proceso para ir refinando la idea antes de llegar a la propuesta de prototipo.

III.5 Fase 3: Monitoreo y control

Esta etapa corresponde a la implementación de la propuesta en el museo, así como la observación directa para la obtención de datos con los usuarios finales para su posterior evaluación. En la figura 8 se puede ver la fase de monitoreo para la obtención de los datos.

Figura 8

Tercera fase de la metodología



Nota. En la fase de monitoreo y control se busca observar a la solución específica que, en el caso de esta investigación, es la observación y monitoreo de la exhibición aplicada en el contexto del museo. *Elaboración propia.*

En esta etapa, la propuesta final será analizada *in situ* para obtener datos directamente en el lugar del estudio para refinar el prototipo final y se obtendrán los resultados, con lo cual se generará la evaluación del supuesto de investigación de la tesis.

Durante esta etapa se pone en ejecución la propuesta de diseño específico para su evaluación, es decir, el diseño de la exhibición lista para ser aplicada en el museo, y se plantea la

toma de los datos observando a los usuarios en una fase de evaluación directa con los usuarios finales.

Una vez obtenidos los datos, se analizan para llegar al cierre, es decir, tener el método completo de manera concreta, finalizando la línea que iniciaba en lo abstracto o indefinido.

En esta fase se realizan las siguientes actividades:

1. Análisis de resultados.
2. Discusión.

Las herramientas para obtención de datos para usar en esta fase son observación directa, entrevistas, encuestas, formatos de evaluación de accesibilidad y evaluación del prototipo.

Con el uso de esta metodología se pretende desarrollar soluciones innovadoras con base en el trabajo iterativo, así como el uso de un análisis fundamentado en la metodología del doble diamante, para maximizar el número de ideas al momento del análisis de un problema y definirlo de manera apropiada y así buscar soluciones apegadas al público objetivo.

III.6 Modelo DIMeHa (Dimensiones de la Experiencia Háptica)

El diseño de experiencias inclusivas para personas con discapacidad visual requiere un cambio de paradigma: de la accesibilidad entendida como un ajuste razonal o adaptación técnica hacia una concepción profunda de la experiencia sensorial como un proceso cognitivo, emocional y simbólico. En este sentido, se parte de una visión integral que reconoce en la exploración táctil no solo un medio para conocer el mundo, sino también una forma válida de construir sentido, narrativa y memoria.

Desde la neurociencia y la psicología cognitiva, se ha observado cómo las personas ciegas logran construir marcos representacionales hápticos (estructuras mentales organizadas a partir de experiencias sensoriales pasadas) que les permiten interpretar el entorno, imaginar lo no presente y crear narrativas internas complejas (Speed et al. 2025, Lederman & Klatzky, 2009; Millar, 2008). Estos marcos no son inferiores ni sustitutos del modelo visual; por el contrario, representan un sistema cognitivo autónomo, profundamente arraigado en la percepción háptica y el lenguaje.

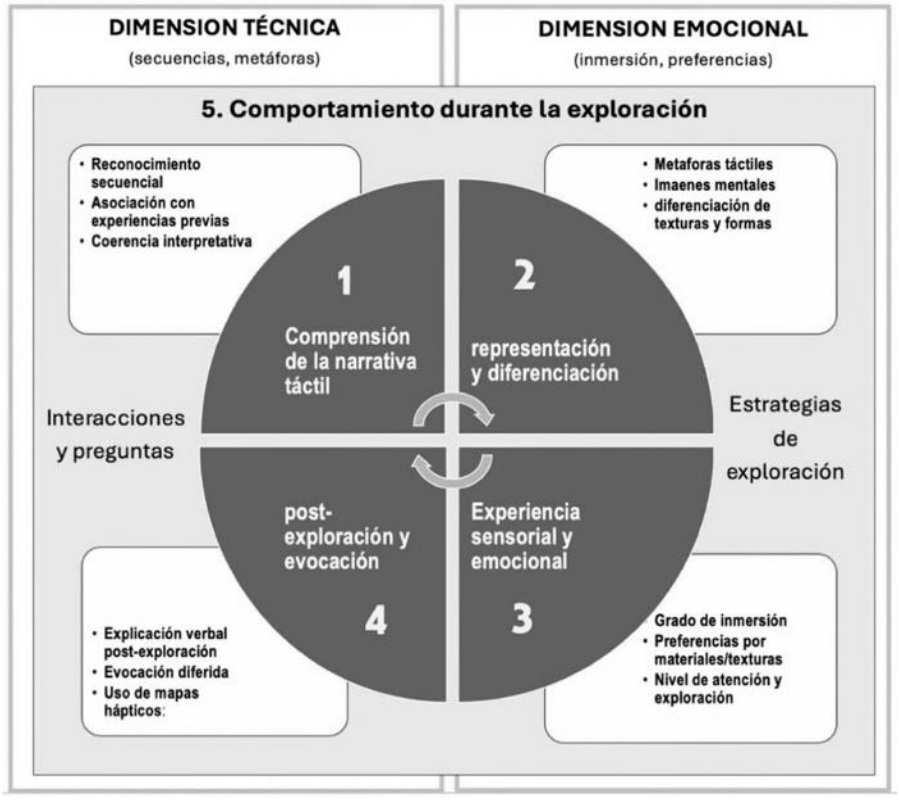
Desde una perspectiva epistemológica, se considera que el conocimiento se construye mediante representaciones internas que se activan en la interacción con el entorno. Así es como Bruner (1991) ha subrayado la importancia de la narrativa como forma de pensamiento, afirmando que las personas no solo interpretan el mundo, sino que lo estructuran y lo reconstruyen a través

de relatos, incluso en ausencia del estímulo original. En el caso de las personas ciegas, estas narrativas emergen a partir de la experiencia táctil, que se convierte en un eje de simbolización multisensorial.

Por otro lado, el campo del diseño accesible y la tiflotecnología ha evolucionado para ofrecer nuevas posibilidades de mediación en espacios museísticos y de exposición cultural, incluyendo dispositivos hápticos, maquetas táctiles, relieves y materiales multiformato. Sin embargo, muchas de estas herramientas aún se diseñan desde una lógica funcionalista, sin considerar los aspectos emocionales, evocativos o simbólicos de la experiencia del usuario. En la figura 9 se puede apreciar al Modelo DIMeHa, el cual propone un abordaje holístico que permita comprender cómo se construyen narrativas hápticas aplicadas en recorridos museísticos, combinando la dimensión técnica con la dimensión emocional.

Figura 9

Modelo DimeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica



Nota. *Este modelo* evalúa *la experiencia de los usuarios ciegos en lectura háptica de piezas hápticas. Recurso: Elaboración propia.*

La comprensión del comportamiento durante la exploración táctil por parte de personas ciegas puede abordarse desde dos grandes dimensiones interdependientes:

1. **La dimensión técnica:** incluye la secuencia exploratoria, la codificación táctil y la representación cognitiva.
2. **La dimensión emocional:** contempla la inmersión, las preferencias y la evocación subjetiva del significado.

Esta dualidad ofrece una perspectiva integral que articula tanto los procesos sistemáticos y estructurales de la exploración como los aspectos subjetivos, sensoriales y afectivos implicados. Ambas dimensiones se articulan en cinco ejes fundamentales:

1. **Comprensión narrativa táctil**: el modo en que el sujeto interpreta la secuencia del recorrido (dimensión técnica).
2. **Representación y diferenciación**: la habilidad para construir imágenes mentales y reconocer elementos táctiles (dimensión técnica con puente hacia la emocional).
3. **Experiencia sensorial y emocional**: la intensidad y tipo de respuesta afectiva (dimensión emocional).
4. **Evocación y post-exploración**: la capacidad de recordar, reinterpretar o relatar la experiencia (intersección técnica-emocional).
5. **El comportamiento táctil:** la activación de estrategias organizadas y dinámicas sociales (entre lo técnico y lo emocional)

Este enfoque se alinea con los principios del diseño universal, la teoría del embodiment y los marcos metodológicos del diseño centrado en el usuario ciego. En suma, DIMeHa propone una herramienta conceptual para avanzar en la evaluación crítica y la creación de experiencias museísticas más profundas, humanas y accesibles.

III.6.1 EJE 1. Comprensión de la narrativa táctil

Este eje se inscribe directamente en la dimensión técnica, ya que implica la estructuración secuencial del conocimiento táctil. Heller y Ballesteros (2012) demostraron que el reconocimiento háptico mejora mediante una exploración ordenada, que permite construir una narrativa táctil coherente. Asimismo, Ballesteros et al. (2017) sostienen que la organización espacio-temporal de los estímulos fortalece la memoria episódica y semántica, esenciales para interpretar relatos no visuales. Pissaloux y Velázquez (2018) destacan que los esquemas multisensoriales previos actúan como andamios interpretativos. En este sentido, Cattaneo y Vecchi (2008) afirman que el diseño

narrativo, aun en ausencia de visión, puede sostener una lógica interna coherente, como lo planteó Bruner. En la tabla 1 se muestra cómo, a partir del eje narrativo, se divide en 3 indicadores acerca de la construcción de significados basados en la experiencia y memoria episódica.

Tabla 1

Eje sobre la comprensión de la narrativa táctil

Categoría	*Indicador*	*Concepto*	*Valoración*
Comprensión de la narrativa táctil	*Reconocimiento secuencial*	Narrativa táctil coherente	Comprende y organiza la secuencia táctil sin errores.
	Asociación con experiencias previas	Memoria episódica y semántica	Integra completamente experiencias previas en la interpretación.
	Coherencia interpretativa	Diseño narrativo, lógica interna	Narra de manera estructurada, clara y sin errores.

Nota. El eje narrativo táctil se articula bajo los indicadores de reconocimiento basado en el tacto y en cómo este ayuda a las asociaciones y recuperación de imágenes mentales para crear una narrativa; es decir, con base en la memoria episódica, se reconstruye una significación semántica.

Este eje va en concordancia con los estudios recientes de Speed et al. (2025), quienes dicen que la representación conceptual de las personas con ceguera está profundamente anclada en la modalidad háptica. Al ofrecer una experiencia táctil en el museo, no solo estamos dando información técnica, sino que estamos alimentando la base misma de cómo el cerebro construye el significado del mundo a través del tacto.

III.6.2 EJE 2. Representación y diferenciación

La construcción de imágenes mentales táctiles, la codificación de metáforas y la diferenciación precisa de texturas constituyen también componentes de la dimensión técnica, aunque este eje comienza a vincularse con la dimensión emocional, al tratarse de representaciones con carga simbólica y subjetiva. Lederman y Klatzky (2009) explican que las metáforas táctiles permiten traducir conceptos complejos en analogías palpables. Por su parte, Van der Heijden et al. (2020) sostienen que personas ciegas desarrollan imágenes mentales robustas a través del tacto, confirmando la teoría dual de Paivio. Finalmente, relacionan la exploración táctil con la percepción ecológica de Gibson, donde la acción y la percepción están en constante retroalimentación. En la tabla 2 se pueden apreciar los indicadores a evaluar dentro de esta categoría.

Tabla 2

Eje sobre la representación y diferenciación

Categoría	*Indicador*	*Concepto*	*Valoración*
Procesos cognitivos y representación mental	*Usa metáforas táctiles*	Codificación de metáforas y la diferenciación precisa de texturas	Utiliza metáforas precisas que enriquecen la interpretación.
	Construcción de imágenes mentales	Construye representaciones con carga simbólica y subjetiva.	Representa mentalmente con gran precisión y detalle.
	Diferenciación de texturas y formas	Exploración táctil con la percepción	Distingue con precisión todas las texturas y formas.

Nota. En este eje se valora el uso de las metáforas y la construcción de imágenes mentales a partir del tacto. *Elaboración propia.*

III.6.3 EJE 3. Experiencia sensorial y emocional

Este eje está completamente enmarcado en la dimensión emocional. Aquí, el sentido del tacto se convierte no solo en vía de reconocimiento, sino también en medio de inmersión estética y afectiva. La exploración a través del tacto en personas con discapacidad visual no se limita únicamente a obtener información sobre los objetos; también implica una experiencia rica en lo sensorial y lo emocional. En este sentido, Karim & Likova (2018), proponen que a través del tacto también se genera una forma de apreciación, disfrute y construcción de significado.

En contextos como los museos, esta interacción se vuelve aún más profunda, ya que el tacto permite integrar percepción, emoción e imaginación en una experiencia vivida y significativa (Uboldi et al., 2025). Además, el contacto táctil puede activar recuerdos y emociones, dando lugar a experiencias multisensoriales que van más allá de lo puramente perceptivo (Lauwrens, 2022). En la tabla 3 se pueden ver los indicadores obtenidos de este eje, en el que se reconoce que la atención sostenida durante la exploración háptica está modulada por el nivel de involucramiento emocional del usuario.

Tabla 3

Eje sobre la representación y diferenciación

Categoría	*Indicador*	*Concepto*	*Valoración*
Experiencia sensorial y emocional	*Grado de inmersión*	Inmersión estética y afectiva	Expresa gran inmersión y entusiasmo en la narrativa.
	Prefiere ciertos materiales o texturas	Preferencias táctiles y su autonomía para explorar	Justifica con detalle y claridad sus preferencias táctiles.
	Nivel de atención y exploración	Estados de flow durante actividades táctiles, involucramiento.	Explora metódicamente y con gran interés.

Nota. La experiencia sensorial basada en los niveles de involucramiento y atención como eje de exploración y así evaluar las preferencias personales para la lectura táctil. *Elaboración propia.*

III.6.4 EJE 4. Evocación y post-exploración

Este eje constituye un punto de intersección entre ambas dimensiones. Desde lo técnico, se refiere a los procesos de memoria, evaluación y metacognición; desde lo emocional, implica la capacidad de recrear experiencias significativas desde lo táctil. Millar (2008) resalta que la verbalización posterior fortalece la consolidación del conocimiento y permite reflexionar sobre la experiencia. D'Angiulli y Waraich (2002) concluyen que la memoria táctil episódica puede ser tan robusta como la visual en personas ciegas, puesto que las personas con ceguera congénita pueden desarrollar una mayor eficiencia en la codificación y reconocimiento de información táctil, lo que evidencia el papel central del tacto en los procesos cognitivos y de memoria. Giudice (2019), por su parte, señala que los mapas hápticos generan representaciones espaciales complejas que persisten en la memoria y facilitan la reconstrucción narrativa en el tiempo. En la tabla 4 se muestra cómo, a partir de este eje, se valora la comprensión de las narrativas con base en las experiencias previas.

Tabla 4

Eje sobre la exploración y evocación

Categoría	*Indicador*	*Concepto*	*Valoración*
Evaluación a través de retroalimentación	*Explicación verbal post-exploración*	Capacidad de recrear experiencias significativas	Explica con claridad y profundidad la narrativa.
	Pruebas de evocación diferida	Memoria táctil episódica	Recuerda con precisión la historia después de un tiempo.
	Uso de esquemas táctiles	Reconstrucción narrativa	Recrea con gran detalle y precisión la historia en formato táctil.

Nota. Este eje explora la capacidad del usuario de comprender y reconstruir narrativas. *Elaboración propia.*

III.6.5 EJE 5. El comportamiento táctil

Finalmente, el modelo se sostiene en un plano basal de comportamiento exploratorio táctil, donde se activan estrategias organizadas y dinámicas sociales. Este comportamiento responde a fines prácticos (dimensión técnica), pero también está mediado por el entorno, la interacción y la intencionalidad del sujeto (dimensión emocional). Ittyerah (2000) documenta cómo los niños ciegos desarrollan patrones sistemáticos de exploración táctil, mientras que García-Vizcaíno (2024), en diálogo con Hooper (2000), enfatiza que la mediación social (preguntas, diálogos, acompañamiento) potencia la construcción de significado, afectividad y agencia. Este eje se despliega en las estrategias de exploración y la interacción social, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Eje sobre el comportamiento táctil

Categoría	*Indicador*	*Concepto*	*Valoración*
Comportamiento durante la exploración	*Estrategias de exploración manual*	Comportamiento exploratorio táctil	Usa estrategias metódicas y eficientes de exploración.
	Interacciones y preguntas	Interacción y la mediación social para construcción de significado	Formula preguntas clave que demuestran análisis profundo.

Nota. Este eje examina cómo se comporta el usuario y cómo esto determina la lectura mediante técnicas de exploración diferenciadas. *Elaboración propia.*

III.6.6 La rúbrica DIMeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica

La rúbrica que se propone integra, bajo una visión contemporánea y fundamentada, las dimensiones técnica y emocional de la experiencia táctil en personas ciegas y sus cinco ejes. Ha sido desarrollada como el Modelo DIMeHa (Dimensiones de la Experiencia Háptica), cuyo objetivo es comprender cómo las personas ciegas construyen significado a través del tacto durante recorridos museísticos con tiflotecnología.

Cada eje incluye categorías específicas con indicadores observables que permiten valorar la profundidad y cualidad de la experiencia desde una escala del 1 al 5. Esta herramienta no busca medir el desempeño, sino ofrecer una mirada interpretativa sobre la manera en que las personas ciegas generan narrativas propias a partir de sus marcos representacionales. La rúbrica está pensada para ser aplicada por investigadores, diseñadores de experiencias accesibles y profesionales museográficos comprometidos con la inclusión sensorial significativa; en la tabla 6 se puede apreciar la rúbrica en su totalidad. (Para ver a mayor detalle ir al anexo Q)

Tabla 6

Rúbrica de evaluación DIMeHa

RÚBRICA DE EVALUACIÓN **DIMeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica**							
Autor: Jorge Omar Chavarría Fernández (2025) *Evaluador:*_____				Escala de evaluación: 1 = Muy bajo | 2 = Bajo | 3 = Medio | 4 = Alto | 5 = Muy alto			
Categoría	***Indicador***	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**pt**
Comprensión de la narrativa táctil	Reconocimiento secuencial	No identifica la secuencia de los elementos.	Identifica parcialmente la secuencia, pero con errores significativos.	Identifica la secuencia con algunos errores.	Reconstruye la secuencia con precisión, con leves ajustes.	Comprende y organiza la secuencia táctil sin errores.	
	Asociación con experiencias previas	No asocia los elementos con conocimientos previos.	Hace asociaciones muy vagas o confusas.	Relaciona algunos elementos con experiencias previas.	Relaciona la mayoría de los elementos con experiencias previas.	Integra completamente experiencias previas en la interpretación.	

	Coherencia interpretativa	No logra narrar la historia o es muy incoherente.	Presenta una narración muy fragmentada.	Construye una historia con algunos vacíos o errores.	Narra con fluidez y coherencia, con leves errores.	Narra de manera estructurada, clara y sin errores.	
Procesos cognitivos y representación mental	Usa metáforas táctiles	No utiliza metáforas o analogías.	Usa metáforas muy limitadas o imprecisas.	Usa algunas metáforas, pero con ambigüedades.	Emplea metáforas relevantes y en contexto.	Utiliza metáforas precisas que enriquecen la interpretación.	
	Construcción de imágenes mentales	No logra describir imágenes mentales.	Describe de forma vaga o inexacta.	Forma imágenes mentales con detalles mínimos.	Construye imágenes mentales ricas en detalles.	Representa mentalmente con gran precisión y detalle.	
	Diferenciación de texturas y formas	No distingue texturas ni formas.	Identifica algunas diferencias, pero con errores.	Diferencia la mayoría de las texturas y formas con algunos errores.	Reconoce correctamente las texturas y formas con leves imprecisiones.	Distingue con precisión todas las texturas y formas.	
Experiencia sensorial y emocional	Grado de inmersión	No muestra interés ni conexión emocional.	Muestra leve interés, pero sin involucrarse.	Se involucra parcialmente en la historia.	Se muestra interesado y conectado emocionalmente.	Expresa gran inmersión y entusiasmo en la narrativa.	
	Prefiere ciertos materiales o texturas	No expresa ninguna preferencia.	Expresa una preferencia, pero sin justificación clara.	Muestra algunas preferencias con explicaciones simples.	Explica bien sus preferencias de materiales y texturas.	Justifica con detalle y claridad sus preferencias táctiles.	
	Nivel de atención y exploración	Apenas explora los elementos, sin enfoque.	Explora de manera superficial y sin estrategia.	Explora con cierto orden, pero sin profundizar.	Explora con lógica y atención a los detalles.	Explora metódicamente y con gran interés.	
Evaluación a través de retroalimentación	Explicación verbal post-exploración	No puede explicar la narrativa.	Explica con muchas dudas y errores.	Explica con coherencia, pero con vacíos.	Explica bien la historia, con leves errores.	Explica con claridad y profundidad la narrativa.	
	Pruebas de evocación diferida	No recuerda nada de la historia.	Recuerda pocos elementos de la historia.	Recuerda la historia con algunos errores.	Recuerda la historia con leves imprecisiones.	Recuerda con precisión la historia después de un tiempo.	
	Uso de mapas hápticos o esquemas táctiles	No puede reconstruir la historia en un esquema táctil.	Reconstruye con errores o sin orden lógico.	Hace una reconstrucción básica, con algunas omisiones.	Realiza una reconstrucción táctil clara y lógica.	Recrea con gran detalle y precisión la historia en formato táctil.	
Comportamiento durante la exploración	Estrategias de exploración manual	No explora activamente o se salta elementos.	Explora de manera desorganizada y superficial.	Explora con cierto orden, pero sin consistencia.	Explora siguiendo patrones lógicos.	Usa estrategias metódicas y eficientes de exploración.	
	Interacciones y preguntas	No realiza preguntas ni expresa dudas.	Hace preguntas mínimas y poco relevantes.	Formula algunas preguntas útiles para la comprensión.	Hace preguntas relevantes que mejoran su interpretación.	Formula preguntas clave que demuestran análisis profundo.	
Esta rúbrica considera aspectos cognitivos, sensoriales y de exploración						Total	

Nota. Rúbrica empleada para la evaluación de la propuesta museística basada en conceptos holísticos sobre la experiencia de usuario, usabilidad, memoria episódica y lectura háptica para la comprensión de mensajes táctiles y su construcción de narrativas. *Elaboración propia.*

III.6.7 Validación, confiabilidad y criterios de aplicación del modelo DIMeHa

El modelo DIMeHa fue concebido como un instrumento de evaluación multidimensional orientado a analizar la experiencia háptica en contextos narrativos museísticos. Dado su carácter exploratorio y su aplicación en un entorno real, la validación del instrumento se abordó mediante una estrategia metodológica mixta, priorizando la validez de contenido y la consistencia interpretativa.

III.6.8.1. Validez de contenido

En primer lugar, se estableció una validez de contenido, sustentada en la articulación teórica de cada eje con la literatura en percepción háptica, cognición espacial y narrativa (Heller & Ballesteros, 2018; Amedi et al., 2017). Cada dimensión del modelo corresponde a procesos cognitivos identificados en estudios previos:

1. Comprensión narrativa táctil
2. Construcción secuencial del significado
3. Representación y diferenciación
4. Formación de imágenes mentales
5. Experiencia sensorial y emocional
6. Cognición corporizada
7. Evocación
8. Memoria episódica
9. Comportamiento táctil
10. Estrategias exploratorias

En segundo lugar, se incorporó un criterio de validez interevaluador, mediante la observación paralela de los participantes por parte de distintos investigadores durante las pruebas de los prototipos. Se buscó consistencia en la categorización de comportamientos y respuestas, reduciendo la subjetividad interpretativa.

Debido a las condiciones de este estudio, con una muestra reducida a 15 usuarios ciegos y el contexto en el que fue aplicado, no fue posible realizar análisis psicométricos robustos como alfa de Cronbach o validación factorial. Sin embargo, se optó por una triangulación metodológica, combinando: observación directa, entrevistas semiestructuradas y pruebas de evocación. Esta triangulación permitió reforzar la confiabilidad del instrumento desde una perspectiva cualitativa.

Finalmente, se reconoce que el modelo DIMeHa constituye un instrumento en fase de consolidación, cuya validación estadística representa una línea futura de investigación.

III.6.8.2. Validez del constructo teórico

La construcción del modelo DIMeHa se fundamenta en un marco interdisciplinario que integra como base los ejes siguientes:

- Psicología cognitiva: modelos mentales, memoria episódica, razonamiento analógico.
- Estudios contemporáneos de percepción háptica y cognición corporizada.
- Diseño universal y diseño centrado en el usuario aplicado a usuarios con ceguera en contextos museísticos.
- Teoría de la narrativa transmedia de Jenkins e interpretación expandida del ecosistema narrativo con base en Scolari.

En la tabla 7 se indica cómo cada eje del modelo fue operacionalizado a partir de constructos delimitados, evitando superposición conceptual entre dimensiones.

Tabla 7

Operacionalización de constructos del modelo DIMeHa.

Eje DIMeHa	Constructo base	Indicadores observables
Comprensión narrativa táctil	Coherencia secuencial y construcción de sentido	Reconocimiento de momentos narrativos, identificación de relaciones causales
Representación y diferenciación	Formación de modelos mentales	Distinción de texturas, jerarquización espacial, metáforas táctiles
Experiencia sensorial-emocional	Cognición corporizada	Expresiones afectivas, permanencia en exploración, tono verbal
Evocación y post-exploración	Memoria episódica	Relato diferido, reconstrucción narrativa autónoma
Comportamiento táctil	Estrategias exploratorias activas	Tipo de exploración manual, uso bimanual, secuencia de contacto

Nota. Este procedimiento busca garantizar que cada dimensión mida un fenómeno cognitivo diferenciable y no redundante. De esta manera tomamos los 5 cinco ejes fundamentales que nos ayudan a medir los diferentes indicadores que validan y evalúan el recorrido en el museo. *Elaboración propia.*

III.6.8.3. Consistencia interna conceptual

Aunque el modelo DIMeHa no constituye una escala psicométrica tradicional basada en ítems cerrados, se llevó a cabo un análisis de coherencia cualitativa mediante:

- Revisión cruzada de indicadores.
- Eliminación de ambigüedades semánticas.

- Ajuste de definiciones operativas.

El proceso permitió depurar las categorías que inicialmente se superponían entre la experiencia sensorial y evocación, y de esta manera redefinir sus límites conceptuales: la primera centrada en la vivencia durante la interacción; la segunda, en la reconstrucción de una narrativa propia.

III.6.8.4. Confiabilidad interevaluador

Para reducir el sesgo interpretativo inherente a instrumentos cualitativos:

- Dos evaluadores analizaron de manera independiente un subconjunto de registros observacionales, el primero de ellos en el CCF y el segundo en el CEIAC.
- Se compararon coincidencias y divergencias en la evaluación.
- Se realizó una sesión de calibración para unificar criterios de evaluación.

Debido al carácter exploratorio del estudio y al tamaño reducido de la muestra, no se aplicaron coeficientes estadísticos robustos, como Kappa de Cohen o Alpha de Cronbach, sin embargo, el proceso de calibración permitió alcanzar estabilidad interpretativa en la aplicación del instrumento. En futuras investigaciones, con muestras ampliadas, se recomienda aplicar análisis estadísticos de confiabilidad interevaluador para fortalecer la reproducibilidad del modelo.

III.6.8.5. Validación ecológica

Para realizar una validación ecológica, el modelo fue aplicado en dos contextos distintos, tomando en cuenta que este tipo de medida se centra en la funcionalidad en el entorno real. En este sentido, la exposición fue realizada en los siguientes lugares:

1. Centro Cultural de las Fronteras (CCF-UACJ) Usuarios normovisuales y ciegos
2. Centro de Estudios para Invidentes A.C. (CEIAC) Usuarios ciegos

La consistencia de los resultados en ambos espacios permitió observar estabilidad en la aplicación del instrumento, a pesar de variaciones espaciales y dinámicas grupales. Esta triangulación contextual fortalece la validez ecológica del modelo, demostrando su aplicabilidad en entornos museísticos reales.

III.6.8.6. Justificación metodológica del enfoque

El modelo DIMeHa se inscribe en una tradición metodológica cualitativa estructurada propia del diseño basado en evidencia (*evidence-based design*), como parte de un proceso en el que se construye un entorno físico para la evaluación de experiencia de usuario en usuarios con ceguera.

Este modelo no pretende medir rendimiento cognitivo estandarizado, sino describir procesos de construcción autónoma de significados con base en la interacción háptica. En este sentido, la robustez del instrumento radica en su coherencia conceptual, claridad operacional y aplicabilidad contextual, más que en su cuantificación estadística.

III.6.9 Consideraciones metodológicas finales

El modelo DIMeHa no debe entenderse como un instrumento cerrado, sino como un dispositivo metodológico en evolución. Su principal aportación radica en articular la percepción háptica, los procesos cognitivos y la narrativa en un marco integrador que permite evaluar experiencias museísticas inclusivas. Este enfoque se alinea con metodologías contemporáneas de diseño centrado en el usuario y con perspectivas de cognición corporizada, donde el conocimiento se construye a partir de la interacción situada con el entorno.

Finalmente, cabe mencionar que la metodología adoptada reconoce la importancia de la experiencia subjetiva de cada usuario como una fuente válida de conocimiento, particularmente en contextos donde la percepción táctil constituye el eje principal de la comunicación y la interacción.

Capítulo IV.

Desarrollo de la propuesta

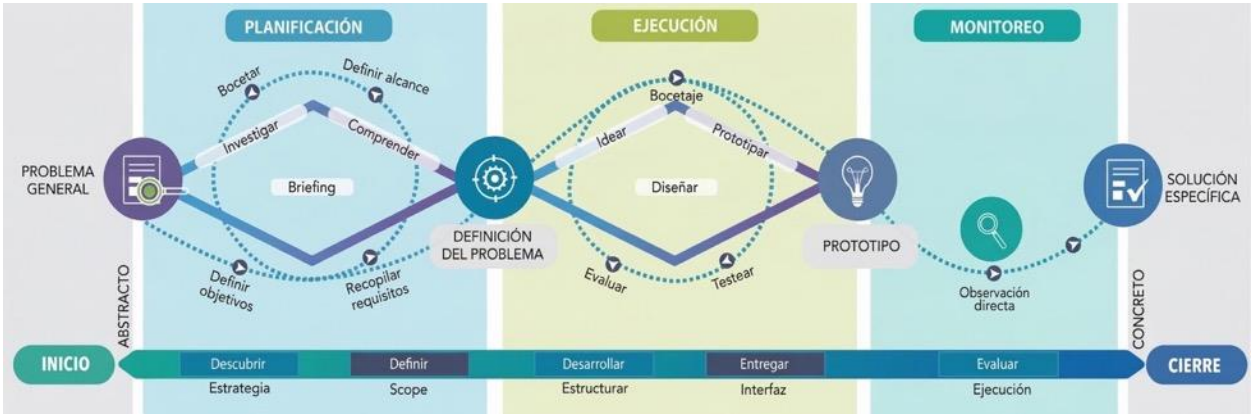
En este capítulo se presenta el desarrollo de la propuesta, basado en la metodología planteada en el capítulo anterior. Esta investigación se llevó a cabo de manera iterativa, a través del diseño y análisis de varios prototipos desarrollados en tres etapas principales y tres momentos clave que marcaron la evolución del proyecto. Las etapas fueron: planificación, ejecución y monitoreo; mientras que los momentos dieron lugar a tres prototipos: prototipo de evaluación háptica, prototipo de evaluación háptica tiflotecnológica y propuesta de diseño para museos.

Luego de analizar diversas metodologías y proponer una basada en modelos ágiles de diseño de experiencias, se planteó una metodología propia que fusiona el enfoque del modelo PMBOK con el modelo de los elementos de experiencia de usuario de Jesse James Garrett. En este capítulo se detalla cómo se aplicó esta propuesta metodológica en la investigación, explicando cada una de las etapas desarrolladas.

Esta propuesta se llevó a cabo para poder tener una planeación metodológica para desarrollar el proyecto, tomando en cuenta que en la ejecución se pueden desarrollar en varias iteraciones una serie de prototipos que nos ayuden a completar los objetivos y responder las preguntas de investigación. En este sentido, el desarrollo del proyecto se llevó a cabo, como se muestra en la propuesta que se puede apreciar en la figura 10.

Figura 10

Propuesta metodológica

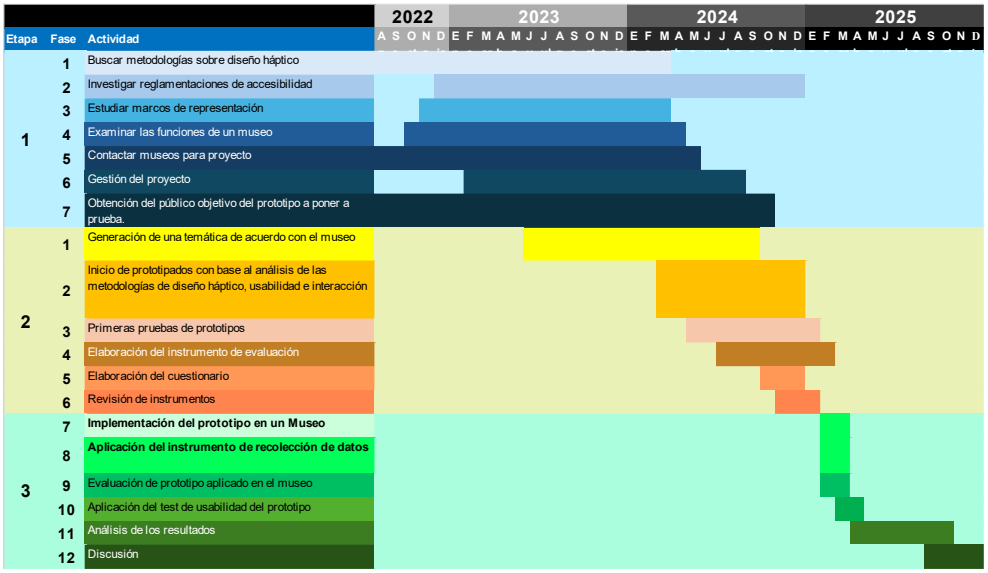


Nota. Este esquema muestra la propuesta del diseño metodológico para el desarrollo de esta investigación. *Elaboración propia.*

Con base en la propuesta del diseño metodológico, se iniciaron pruebas para ir dando forma a la propuesta final, haciendo pruebas piloto con prototipos básicos que fueron determinando cuáles eran los lineamientos de diseño, las interacciones y la narrativa a desarrollar. Todo iniciando con la definición del problema, es decir, la definición del prototipo con la narrativa. Para ello, inicialmente se llevaron reuniones en el museo de arte de Ciudad Juárez, de acuerdo con la planeación inicial, tal como se muestra en la figura 11.

Figura 11

Gráfico de Gantt con las actividades marcadas en el EDT



Nota. Ejemplo de la gráfica de Gantt como primera propuesta de desarrollo de trabajo de esta investigación. *Elaboración propia*.

Debido al carácter iterativo del proceso, las tres fases de prototipado se trabajaron de forma no lineal y sincrónica. Es decir, hubo momentos en los que se desarrollaron, de manera alternada y simultánea, diferentes aspectos de cada prototipo. Por esta razón, la descripción del proceso se presentará organizada por prototipos y no cronológicamente, separando en 3 prototipos con objetivos diferentes, que van como sigue: Prototipo 1: la tiflotecnología; Prototipo 2: la háptica y la tiflotecnología; y Prototipo 3: una propuesta de museología tiflotecnológica.

Un punto importante fue la obtención del dictamen favorable del comité de ética, el cual puede ser visto en el anexo A, puesto que esta investigación involucra personas fue importante obtener el respaldo del comité de la UACJ.

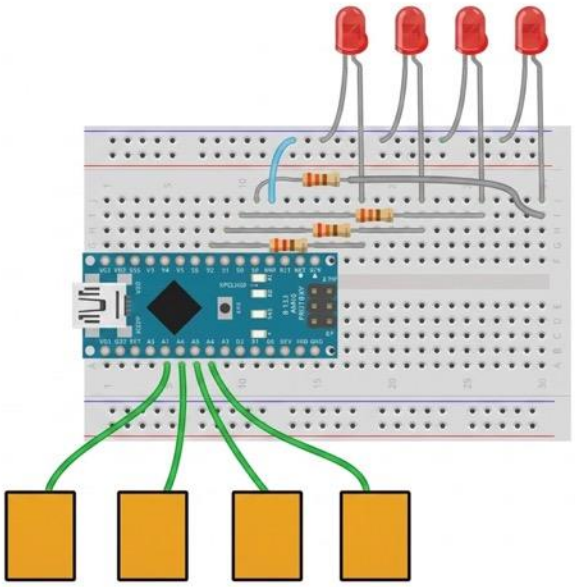
IV.1 Fase de preparación previa a los prototipos: Programación de sensores capacitivos con Arduinos

Como fase previa a la creación de los prototipos, se puso a prueba y se evaluó el uso de distintos códigos y sensores y circuitos electrónicos para verificar la eficacia y confiabilidad del uso de microcontroladores de tipo Arduino, así como de diferentes tipos de cableados, sensores y actuadores para hacer distintas propuestas tecnológicas.

En este sentido, para apoyar la experiencia interactiva de las obras y poder plantear un recorrido experiencial sensorial háptico, se utilizaron microprocesadores con sensores de tacto, resistencias para control de flujo de electricidad y de módulos de salida de audio con bocinas y buzzers. En la figura 12 se aprecia un esquema del uso de sensores capacitivos con resistencias que al tacto encienden luces LED, con un microcontrolador Arduino Nano, este esquema ayudó a generar una primera propuesta de programación de sensores capacitivos que al tacto encendieran luces de colores.

Figura 12

Esquema de sensores capacitivos



Nota. Este esquema demuestra una forma de activar componentes electrónicos, como en este caso que se tiene 4 sensores capacitivos, los cuales al tacto encienden una serie de luces LED. *Elaboración propia*.

Siguiendo el esquema de la figura anterior, se generó un código en la aplicación Arduino para desarrollar un sensor capacitivo con tinta conductiva sobre una superficie de papel, que al momento de ser tocado active un buzzer y este lance un sonido. En la figura 13 se puede apreciar el momento donde se realizaron pruebas en las que se revisó en la computadora la cantidad de energía que recibía el conductor eléctrico. De acuerdo con ello, se determinó el rango para determinar cuál sería el valor que activaría el sonido.

Figura 13

Pruebas con Arduino y conductores capacitivos



Nota. En estas pruebas se revisó la cantidad de energía que recibe el sensor capacitivo que servirá de activador de los *buzzer* y bocinas. En la imagen de la derecha se verifica en el monitor del Arduino las señales que recibe mediante el tacto. *Elaboración propia*.

IV.2 Prototipo 1. La tecnología para un prototipo háptico, pruebas con Arduino

El objetivo de este prototipo fue evaluar la tecnología como base para la creación de piezas hápticas con sensores capacitivos, es decir, sensores de percepción háptica para la activación de audios. En esta etapa aún no entra el reconocimiento de figuras o una narrativa en específico, sino que se centró en probar diferentes sensores como respuesta al estímulo. Es decir, la respuesta al sistema con base en el tacto y la activación de dispositivos como *buzzers* y bocinas, además de que en esta fase de prototipado se evaluó el funcionamiento tecnológico de la pieza integralmente, incluyendo el uso de recursos de apoyo como baterías y conectores eléctricos, así como el sistema háptico basado en sensores capacitivos. A continuación, se describe el proceso de creación de las piezas y evaluación, así como los hallazgos.

IV.2.1 Creación de prototipo 1

En esta fase, ahora estamos trabajando en la creación del primer prototipo de prueba para empezar a desarrollar ideas tanto conceptuales como del tipo de texturas, formas y la manera de conectar los sensores en una pieza pensada para el tacto. De esta manera se contempla la utilización de un material que ayude a dar texturas, como lo es el gesso. Se piensa en la ausencia de color como una manera de representar la ceguera y se contempla trabajar las piezas en escala de grises. En este prototipo, debido a las limitaciones de materiales y el costo elevado de los componentes electrónicos, se ha desarrollado de manera austera y en color negro, con una placa Arduino mega 2500, un *buzzer* para el sonido, cables de cobre, tinta conductiva y resistencias para el manejo de los flujos de electricidad. En la figura 14 se aprecia una serie de fotografías del proceso.

Figura 14

Proceso del prototipo 1

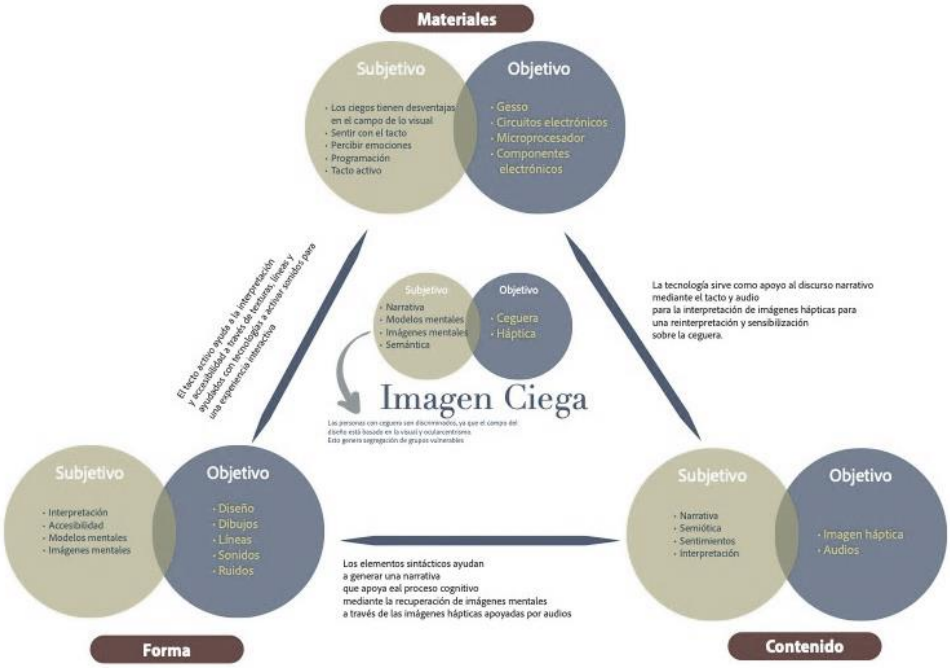


Nota. El proceso del desarrollo del primer prototipo contempló la generación de una primera pieza en la que se conectara el microprocesador para colocar 4 sensores capacitivos que activen un sonido. En esta primera prueba se activaron 4 notas musicales, como un primer acercamiento al funcionamiento y a la experiencia de usuario. *Elaboración propia*.

Para la conceptualización de la pieza se tomó en cuenta la triangulación basada en la teoría de la complejidad de Morín (1994), haciendo una revisión triádica de los materiales, forma y contenido. Como se aprecia en la figura 15, este tipo de triangulación ayuda a entender cómo se puede extraer un análisis basado en la relación triádica del objeto-significado-significante de cada proceso sociocultural.

Figura 15

Triangulación de la obra Imagen Ciega



Nota. La obra *Imagen ciega* propone abordar una mirada desde la perspectiva de la ceguera y del cómo los materiales que generan una textura táctil, en conjunto con la tecnología, ayudan a proporcionar una experiencia sensorial que va más allá de lo ocular centrista. *Elaboración propia.*

En este sentido, además de la evaluación tiflotecnológica, la obra pretende abonar al tema de la sensibilización acerca de la inclusión y accesibilidad en materia de diseño para personas ciegas, dado que uno de los factores más arraigados en el tema de discapacidad es la segregación. Así como Holmes lo indica, "diseñar con nuestras propias capacidades como base puede conducir a soluciones que funcionan bien para personas con habilidades similares, pero que pueden terminar excluyendo a muchas más personas" (2020, p. 50). Por esta razón, la obra pretende hacer un acercamiento a la narrativa de una imagen desde la perspectiva de la ceguera, tomando el enfoque de la recuperación de imágenes mentales del cerebro, no así de las imágenes visuales.

Para generar una narrativa que ayude a describir lo que hablan los materiales y la tecnología, se toma el concepto de intimidad mediada, concepto que Laddaga explica como "la constitución de un cierto tipo de voz, una voz que se dirige a sus lectores de un modo particular" (2007, p. 337). La voz en la obra Imagen *ciega* habla a través de las texturas táctiles; su manera de intimidad se da conforme al nivel de significación que el lector pueda dar con el tacto. Si la

representación táctil llega a un nivel de significación profunda, significa que el objeto de la obra le está comunicando efectivamente al lector mediante una voz que habla con el tacto, y solamente la persona que está dialogando con la obra sabrá lo qué le dice la obra.

Durante la realización de la obra se busca implementar el uso de la tecnología como apoyo al discurso narrativo y la experiencia sensorial. En este sentido, esta obra forma parte de un estudio de *tecnoantropología*. Para Serra, este término se refiere a "el estudio de la tecnología como un sistema cultural" (2018, p. 27). De esta manera, mientras la obra se encuentre en exhibición, se podrá observar cómo se genera una interacción con la obra con el apoyo tecnológico de sensores y microprocesadores. A través de la intervención de un módulo de sonido, el contexto social nos arrojará información de las formas de uso, acciones, interacciones entre la obra y el sujeto que la observe; es decir, nos dictará el cómo, a la relación de la obra-sujeto.

En este sentido, la narrativa dota a la obra de un discurso entre la persona que la toca para leerla a través de las manos, en un diálogo de intimidad mediada, con una voz que adquiere la obra a través de la rugosidad de sus formas. Si la obra no es tocada, no puede ser *leída*. Para Lee, el uso de la narrativa se da como "producciones de historias orales para enfatizar los procesos de negociación y mediación de historias, recuerdos, contextos y contemplaciones" (2016, p. 73). Así, nuestra obra negocia con la persona que la lee a través de sus recuerdos y su contexto. La imagen ciega depende totalmente de su lector, de qué tanto quiere compartir con ella. En este sentido, el lector, cuando toca la obra, es el que elige a qué nivel de lectura quiere llegar, si solo se queda a un nivel superficial en el que está tocando texturas, o llega a un nivel de lectura profundo en el que le comparta y traiga un recuerdo de alguna situación o vivencia en su mente.

IV.2.2 Pruebas y observación del prototipo 1: "La imagen ciega"

Durante la observación de la pieza exhibida en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte, los días 30 y 31 de mayo de 2024, como parte de una exposición colectiva de trabajos de alumnos del doctorado, se expuso la pieza a prueba. Se quería verificar el funcionamiento tecnológico, el uso de recursos de apoyo, como baterías y conectores a tomas de corriente eléctrica, así como el funcionamiento del sistema háptico con base en los sensores capacitivos. Se puso a prueba con los visitantes de la exposición, entre los que se encontraron estudiantes y maestros de la UACJ y el IADA.

Durante la observación a los participantes interactuando con la pieza, se tomaron en cuenta los comentarios recibidos por los docentes, además de que se percibió la manera en la que

activaban los sensores. En esta pieza se les daba una introducción acerca de la misma, así como su objetivo. Las primeras interacciones generaban curiosidad, puesto que las personas querían saber cómo es que funcionaba el prototipo, cómo estaba conectado y debido a que los sensores eran capacitivos, no se veían. Entonces eso generaba curiosidad de saber en qué parte se activaban y en qué zonas generaban diferentes sonidos.

Figura 16

Exposición de la pieza háptica del prototipo 1



Nota. Grabación de video de la prueba háptica del prototipo en la exposición realizada en el edificio G1 de posgrados del IADA para un reportaje realizado para UACJ-TV. *Autor: María Eugenia Hernández (2024)*

En el siguiente apartado desarrollamos los resultados obtenidos de la interacción de más de 20 usuarios con la pieza, en la que se recabaron datos con entrevistas informales de acuerdo con la experiencia de uso de los participantes con la pieza, así como las sugerencias dadas al autor de la obra.

IV.2.3 Resultados de observación de prototipo 1.

A continuación, se describen los resultados obtenidos de la evaluación del primer prototipo, tomando en consideración que el objetivo principal de este prototipo fue revisar el funcionamiento tecnológico de la pieza, incluyendo el uso de recursos de apoyo como baterías y conectores eléctricos, así como el sistema háptico basado en sensores capacitivos. De dicha observación se encontró lo siguiente:

Aspectos que funcionaron de acuerdo con lo esperado: Los sensores capacitivos se activaban adecuadamente al tacto. La pieza generaba curiosidad entre los observadores, ya que, visualmente, presentaba una textura táctil en color negro que invitaba a interactuar con ella.

Aspectos que pueden mejorarse: El sonido emitido por el *buzzer* no era adecuado para entornos ruidosos; se recomienda sustituirlo por bocinas de mayor potencia. Aunque el sonido no contribuía significativamente al mensaje, generaba interés y curiosidad en los usuarios, quienes seguían tocando la pieza para descubrir más sonidos. En algunos casos, el sensor capacitivo no se activaba con ciertas personas, pero sí con otras. Es necesario mejorar la amplitud de recepción mediante resistores que optimicen la sensibilidad al tacto. Durante el traslado de la pieza, algunos cables del microcontrolador se desconectaron. Se recomienda soldar las conexiones y asegurar los cables con cinta aislante para evitar este problema.

Además, durante las entrevistas en el lugar surgieron algunas series de sugerencias de los participantes: Una de las personas que interactuó con la pieza preguntó si era posible ver su interior y sugirió que sería interesante mostrar el funcionamiento interno para comprender mejor la parte tecnológica. Otra persona mencionó que le causó impresión el uso de la pieza en general. Un aspecto que generó interés fue que los sensores capacitivos no eran visibles a simple vista, lo que requería que los usuarios prestaran especial atención para encontrar los puntos que activaban los audios.

Figura 17

Pruebas de usabilidad del prototipo 1



Nota. Durante las pruebas de usabilidad del prototipo 1 se realizó observación de manera directa con los usuarios y se pudo realizar entrevistas informales acerca del funcionamiento del prototipo. La pieza estuvo montada dentro del edificio G1 del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte durante los días 30 y 31 de mayo de 2024. *Elaboración propia*.

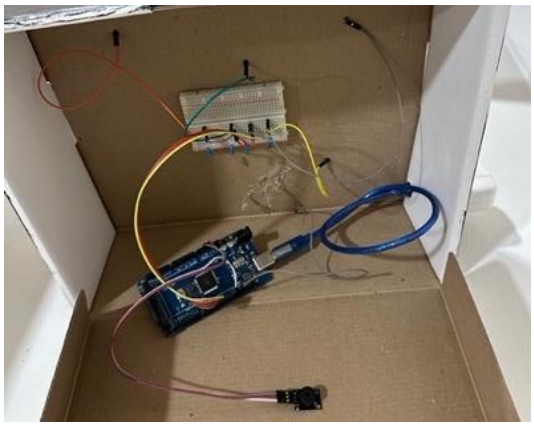
IV.2.4 Consideraciones finales del primer prototipo

Tomando en cuenta los hallazgos del primer prototipo, nos dimos cuenta de la necesidad de realizar cambios para un segundo ciclo iterativo para la creación de otro prototipo. Entre ellos fueron el uso de la fuente de energía, la veracidad y funcionalidad de los sensores. Se decidió usar corriente eléctrica para evitar el uso de baterías. El uso de los sensores capacitivos funcionó adecuadamente con el tipo de circuito electrónico a base de un cableado de cobre y resistencia de 100 hms, así como el uso de microcontroladores Arduino Uno y Arduino Mega. Para la programación y codificación de estos, se tuvo que variar entre el uso de distintas resistencias, debido a que entre las versiones de microprocesadores se generaban problemas al momento de verificar y validar el código en el IDE de Arduino.

Con respecto a los audios, funcionaron adecuadamente, pero en este prototipo se trabajó con *buzzers*. El paso para el siguiente es hacer pruebas con bocinas. En la figura 18 podemos ver el interior del prototipo, mostrando el circuito de manera íntegra. Con estos resultados, se desarrolló un segundo prototipo, volviendo a evaluar cuestiones tecnológicas, pero además sumando elementos de la batería háptica, como tipos de texturas, figuras y formas para verificar la comprensión y lectura táctil.

Figura 18

Interior del prototipo 1



Nota. Interior del prototipo en el que se muestra el circuito electrónico con las conexiones para probar los sensores capacitivos. *Elaboración propia*.

IV.3 Prototipo 2. Segunda etapa de testeo: La tiflotecnología en un prototipo háptico, para evaluación de lectura háptica

Retomando el diseño metodológico, en un segundo momento o ciclo de la etapa de ejecución, se desarrolló un segundo prototipo con el objetivo de analizar los niveles de comprensión de las piezas mediante el tacto, esta vez con los ojos vendados y con la participación de personas ciegas, para validar el reconocimiento de figuras. Este análisis se basa en el uso cognitivo de modelos mentales para el reconocimiento de las formas hápticas, complementadas con audio. El objetivo secundario de este prototipo es evaluar el grado de reconocimiento de las formas y cómo el audio contribuye a crear una narrativa que complementa la percepción táctil, permitiendo que el tacto y el oído juntos compensen la falta de percepción visual.

En este segundo momento del modelo iterativo propuesto en esta tesis, se realizaron dos prototipos, los cuales, acompañados de audios, ayudarán a definir las formas y texturas de las piezas a desarrollar posteriormente en el prototipo final. Para ello se generaron dos piezas que activarán, cada una, dos audios que pretenden ayudar al reconocimiento de la figura háptica. A diferencia del prototipo anterior, en el cual se revisaba el uso de la tiflotecnología para la activación de audios mediante sensores capacitivos que resistan el uso durante una exposición de dos días. En este caso se suma el reconocimiento de figuras mediante los modelos mentales para la generación de una estructura semántica, o lectura de una figura con un grado de iconicidad de bajo nivel. A su vez, cada prototipo tiene una serie de figuras y formas distintas para evaluar reconocimiento táctil.

El objetivo para estos prototipos es:

- Realizar pruebas hápticas para revisar tipos de texturas y volumen de las imágenes táctiles
- Entrevistar a expertos en el Centro de Estudios para Invidentes de Ciudad Juárez.
- Revisar la funcionalidad del uso tiflotecnológico en el prototipo
- Hacer una revisión de las lecturas y función narrativa

IV.3.1 Desarrollo de los 2 prototipos para evaluación háptica-tecnología-narrativa

De acuerdo con lo planteado en la introducción, los prototipos desarrollados en esta investigación tienen como objetivo analizar los niveles de comprensión de los elementos sintácticos y semánticos presentes en los mensajes generados por dos dispositivos tiflotecnológicos diseñados específicamente para personas con ceguera. A través de una serie de pruebas hápticas,

se evaluaron ambos prototipos con el fin de obtener información sobre la eficacia de los sensores táctiles utilizados, los cuales activan recursos auditivos de apoyo narrativo. Asimismo, se valoró el uso de texturas y volúmenes como herramientas para facilitar la interpretación semántica del contenido, permitiendo que los usuarios construyan una narrativa propia a partir de la exploración háptica. En la figura 29 se puede apreciar ambos prototipos.

En el segundo prototipo se desarrolló una propuesta orientada a evaluar la confiabilidad de los sensores capacitivos (hápticos) y su concordancia con la lectura táctil y el reconocimiento de formas. Como parte de este objetivo, se analizaron variables relacionadas con la percepción de texturas, formas y tamaños, a fin de comprobar el funcionamiento de la memoria háptica de los participantes durante el uso de los prototipos tiflotecnológicos.

Figura 19

Prototipos para prueba con usuarios con ceguera



Nota. Prototipos utilizados para realizar la prueba de usabilidad tiflotecnológica. A la izquierda, el prototipo 1: Robot. Dicho prototipo tiene los sensores en los círculos que representan sus manos. A la derecha, el prototipo 2: Gotas y Hojas. En este prototipo se tienen dos sensores, uno en una de las gotas y el otro en el tallo de la hoja de la esquina inferior derecha. *Elaboración propia.*

IV.3.2 Pruebas de los prototipos "Robot" y "Hojas y Agua"

La muestra está compuesta por 5 estudiantes del Centro de Estudios para Invidentes, Asociación Civil (CEIAC), seleccionados de manera no probabilística por conveniencia, dado su

conocimiento y experiencia en el uso de tecnologías de apoyo, que fueran personas con ceguera total y que tuvieran nociones de Braille y del reconocimiento de imágenes táctiles, con edades comprendidas entre los 8 y 35 años.

Para la recolección de datos, se utilizó la observación directa durante la interacción de los participantes con el prototipo tiflotecnológico. La observación se centró en la comprensión de los estímulos hápticos y auditivos, así como en las dificultades o ventajas percibidas, llevando a cabo el registro de la observación en una bitácora. Además, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con los participantes para recoger sus percepciones. El estudio se desarrolló en tres fases: en la primera fase, se presenta el prototipo a los participantes; en la segunda, interactúa con el prototipo simulando un entorno museístico; y en la tercera, se llevaron a cabo las entrevistas.

Se realizaron las pruebas en dos momentos de acuerdo a la disposición de los participantes, la primera de ellas el día 7 de octubre de 2024 en el Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil (CEIAC) con dos participantes con ceguera total. La segunda observación se llevó a cabo con tres estudiantes con ceguera de la carrera de Música en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez el 17 de octubre de 2024, en el Centro Universitario de las Artes (CUDA). El procedimiento en ambos casos fue el siguiente: A cada participante se le mostró primero una pieza, se les preguntó qué pensaban o qué figura creían estar tocando, y si los sonidos les ayudaban a tener una idea de lo que era. Después, se les indicó qué objeto era y se les pidió que lo volvieran a tocar.

Los datos recogidos se analizaron para identificar patrones en la interacción con el prototipo. En todo momento se garantizó la protección de la identidad de los participantes al firmar un consentimiento informado.

IV.3.3 Resultados de los prototipos "Robot" y "Gotas y Hojas"

Los objetivos para las pruebas realizadas fueron obtener datos que ayuden a identificar patrones de comportamiento de los usuarios, funcionamiento de los sensores, experiencia háptica y las experiencias subjetivas de los participantes durante la interacción con el prototipo tiflotecnológico. Es por ello que, para estos prototipos, los objetivos son evaluar:

1. Eficacia de los estímulos hápticos: Cómo los participantes perciben y comprenden los estímulos al tocar las obras.
2. Accesibilidad tecnológica: Facilidad o dificultad en el uso del prototipo tiflotecnológico.
3. Satisfacción con la experiencia: Nivel de disfrute o frustración experimentado al interactuar con las obras.

De acuerdo con lo anterior, se llevó a cabo la recolección de datos con una muestra por conveniencia de 5 personas con ceguera en edades de entre 12 a 35 años, con base al siguiente cuestionario que se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Cuestionario para la segunda observación

Cuestionario		
De las piezas:	Pieza 1. Robot	Pieza 2. Gotas y hojas
Frente a ti hay una caja que contiene relieve, ¿puedes tocarla?		
¿Qué crees que sea la figura?		
Describe, por favor, el sonido que escuchaste		
Puedes darle un nombre a lo que sonó o decir ¿qué es lo que sonó?		
Frente a ti estas tocando un Robot, sus manos activas sonidos // Lo que estás tocando arriba son hojas y en la parte inferior son una hojas		
¿Puedes detectar sus manos, su cara y piernas? // ¿Puedes detectar las gotas y las hojas?		
¿Ahora los reconoces?		
¿Qué te imaginas que sea el objeto y qué crees que se esté contando?		
¿Qué historia consideras que se esté contando en esta pieza?		
En general de las dos piezas		
¿Qué texturas ayudan más, líneas o volumen?		
¿Cuál pieza te gustó más?		
¿Consideras que el audio ayudó a reconocer el objeto?		
¿Qué modificarías?		
Comentarios extras		
¿Te gustaría que objetos como este se encuentren en los museos?		
Muchas gracias por tu participación		

Nota. Cuestionario empleado para dirigir las preguntas en la observación con los usuarios muestra de los prototipos a evaluar. *Elaboración propia.*

IV.3.3.1 Resultados del prototipo 1: Robot

Participante 1:

El primer participante tuvo una experiencia inicial de duda con los sensores. Al tocar el objeto, activó uno de los sonidos y preguntó si el ruido provenía del contacto con la pieza, lo que lo llevó a buscar de dónde venían los sonidos o dónde se activaban. Comenzó a explorar los sensores, disfrutando la experiencia, ya que sonreía cada vez que lograba activar los sonidos.

Sin embargo, mencionó que para él era difícil reconocer objetos planos, por lo que decidió seguir las líneas de la figura háptica varias veces para intentar identificarla. Tras varios intentos, comentó: "*La forma podría ser… no lo sé*". Procedió a explicar que en una conversación que había tenido previamente con una maestra: "*Curiosamente, yo no guardo imágenes planas en mi mente; las guardo en volumen, por eso estoy como* '*¿qué es, qué* es?'. Me *ayudaría algo con más volumen*". Al no reconocer la figura, se le informó que era un robot con forma básica. Con esta

información, identificó la cara del robot y luego logró distinguir las manos, que eran las áreas donde se activaban los sonidos.

Figura 20

Prueba de usabilidad del prototipo tiflotecnológico



Nota. Prueba de usabilidad del prototipo tiflotecnológico con figura de robot y sonidos que se activan mediante dos sensores que reproducen notas; el interior del prototipo cuenta con un microprocesador y una bocina para la reproducción de los sonidos. *Elaboración propia.*

Participante 2

El segundo participante exploró la imagen háptica de manera más rápida. Al activar los sonidos, continuó tocando para intentar identificar el objeto, pero comentó: "No *sé qué pueda ser*". Aunque no identificó el robot inicialmente, al indicarle que la figura representaba un robot con cuerpo, manos y cara, comenzó a reconocer cada una de sus partes. Cuando se le pidió que tocara la cara, lo hizo inmediatamente y, sonriendo, dijo: "Sí", al identificarla.

Participante 3:

Este participante comenzó a tocar la figura rápidamente, identificando áreas sensibles al tacto antes de reconocer partes específicas. Mencionó que la figura le parecía "como una persona, con una gorra" y más adelante corrigió su apreciación. Al tocar otras áreas, pensó que los sonidos recordaban a juguetes. Al revelarle que era un robot, comenzó a identificar detalles, como la antena, y comentó que la falta de familiaridad con robots influyó en su confusión inicial.

Finalmente, reconoció la figura como "una persona pequeña" con texturas adecuadas, aunque los pies parecían demasiado pequeños.

Participante 4:

Este participante identificó rápidamente la figura como un ser humano pequeño. Describió con precisión las facciones del robot, detectando los ojos, la boca sonriente y el cuerpo cuadrado. Al tocar los pies, comentó que eran inusualmente pequeños en comparación con el resto de la figura. Respecto a los sonidos, los describió como "timbres" que le recordaban a una melodía, aunque no estaba seguro de su relación con la figura. En general, sintió que la textura y el diseño del robot estaban bien logrados.

Participante 5:

Este participante comenzó tocando el centro de la figura, reconociendo rápidamente las partes del cuerpo del robot, pero al principio notó que no se activaban los sonidos. Después de tocar varias veces, identificó la figura como un robot y relacionó los sonidos con características de robots que había visto en una exposición de robótica. Al tocar los pies, los describió como pequeños y mencionó que le recordaban a una base de carga.

IV.3.3.2 Resultados del prototipo 2: Gotas y hojas

Participante 1:

Al iniciar el tacto con el prototipo, el participante comentó sobre cómo las personas ciegas almacenan imágenes de manera diferente a las personas videntes, mencionando: "*Los ciegos guardamos imágenes, pero no como los que ven; es otra manera de almacenar la información*". Tocó las hojas y las gotas y sugirió que las figuras deberían tener más bordes o relieve, ya que las sentía muy planas. Reconoció el sonido de las gotas, diciendo: "*Las gotas las conozco porque alguien me las describió, pero las hojas no se sienten tanto*". A medida que exploraba más, comenzó a imaginar que las gotas caían sobre piedras o dentro de una cueva, comentando: "*Si fuera una cueva, sonaría* '*paam*'*, como un eco*". Se emocionó cuando las hojas emitieron sonido, exclamando con sorpresa: "*¡Oooh!*".

El participante reflexionó que la textura del primer prototipo funcionaba mejor porque tenía más volumen y contornos claros que facilitaban el reconocimiento al tacto. También sugirió que el segundo prototipo mejoraría si tuviera más relieve, como en los tallos de las hojas, los cuales no logró percibir. Según él, los ciegos crean imágenes mentales a partir de contornos y relieves, por lo que recomendó que las figuras tuvieran un mayor relieve y que los audios fueran más reales. A modo de ejemplo, mencionó que la música del robot lo hizo pensar que estaba encendiendo un

dispositivo, pero faltaba un sonido más específico que indicara claramente que se trataba de un robot en movimiento. (Con base en los contornos nos hacemos las imágenes en la mente).

En cuanto al diseño, propuso que las figuras fueran más grandes, ya que, en el aprendizaje del braille, se enseña primero en tamaños grandes para luego ir reduciendo. Finalmente, sugirió que el prototipo podría imprimirse en relieve utilizando impresoras especializadas, incorporando sensores para complementar la experiencia táctil.

Figura 21

Segundo prototipo titulado Hojas y Gotas



Nota. Prueba de usabilidad del segundo prototipo titulado Hojas y Gotas.

Participante 2:

Luego, al interactuar con el prototipo 2, empezó a tocar rápidamente y, al detectar el sonido de las gotas, exclamó: "*Se oye como agua, debe ser una gota*". Continuó tocando y, al llegar a la parte superior de la figura, reconoció el sonido de las gotas y comentó que en la parte inferior estaban las hojas. Aunque al principio pensó que las gotas deberían estar en la parte inferior, su experiencia táctil lo hizo reconsiderar la disposición.

Al final, el participante 2 señaló que le gustó más el prototipo del robot, ya que fue más fácil de identificar, aunque mencionó que a lo largo de la experiencia se preguntaba si lo que tocaba era realmente un robot. Mientras que los sonidos de las gotas y las hojas le ayudaron a identificarlas, consideró que las formas del robot facilitaron más la identificación de sus partes.

Participante 3:

Durante la prueba con este prototipo, la participante identificó inicialmente el sonido de gotas y comentó que podría tratarse de "un mar o río", aunque luego pensó que podría ser "un bosque" al ser informada de que se trataba de hojas y gotas. Tuvo dificultades para encontrar las hojas debido a la falta de relieve.

Participante 4:

Este participante comenzó tocando las hojas, pero detectó fallos en el audio. Al corregirse el problema, describió la experiencia como "superbonita" y comentó que las texturas le recordaban al mar o la arena. Al identificar las gotas y hojas, imaginó un "paisaje lluvioso" y se mostró emocionado al oír las hojas.

Participante 5:

Este participante inicialmente no escuchaba los sonidos, pero al continuar la exploración, describió la textura como "rasposa", sugiriendo que podría ser un paisaje con distintos objetos. Al identificar que se trataba de hojas y gotas, relacionó los sonidos con un "bosque" o un "paisaje donde las hojas están cayendo", mostrándose emocionado cuando finalmente activó el sonido de las hojas.

Al final de las pruebas se realizó una conversación con los participantes, en el caso del CEIAC con los primeros dos participantes y en el CUDA fue una conversación grupal con los participantes 3, 4 y 5, a los que se les preguntó sobre sus impresiones acerca de las texturas, sonidos de los prototipos, apreciación del prototipo en general, así como su pertinencia dentro de un museo.

Texturas:

- Participante 1. Debido al bagaje y conocimiento sobre el Braille y figuras hápticas, el participante 1 señaló que le pareció más efectivo el prototipo del robot, puesto que en su experiencia recomienda el uso de figuras más grandes en las imágenes hápticas, dadas las formas de enseñanza de la lectura táctil, en el que se enseña de lo más grande a lo más chiquito: "Primero se les enseña el prebraille, luego se meten al braille normal, ya cuando tienen la sensación espacial y sensorial".
- El participante 2 indicó que le gustó más el del robot porque sus texturas le ayudaron a identificar de manera más sencilla lo que representan; las formas y las figuras del robot ayudaron más a identificar qué eran.

- Participante 3 mencionó que prefería el robot, ya que la otra figura era demasiado plana y le resultaba difícil identificarla.
- Participante 4 indicó que ambos prototipos estaban bien, aunque destacó la importancia de tocar una figura varias veces para reconocerla mejor.
- Participante 5 coincidió en que el robot era más fácil de identificar, mientras que las hojas resultaban más complicadas.

Sonidos:

- Todos coincidieron en que los sonidos fueron útiles para la identificación de las figuras. Sin embargo, el Participante 3 comentó que la falta de familiaridad con la robótica le dificultó reconocer los sonidos del robot.
- Para el participante 1, le hubiera gustado que los sonidos fueran más como música computacional y que el prototipo del robot tuviera más sonidos que simularan la activación y encendido de un robot, así como sonidos que simulen el movimiento mecánico del mismo. Comentó que le agradó más el sonido del prototipo robot, puesto que el sonido de las gotas y las hojas no le ayudaron a reconocer los objetos de manera sencilla.
- Para la participante 2, los sonidos fueron más efectivos para ayudarle a reconocer qué objetos eran en el prototipo de las gotas y las hojas.
- El Participante 4 destacó que los sonidos del robot y las gotas eran efectivos, pero las hojas no se escuchaban con la misma claridad.
- El Participante 5 señaló que los sonidos del robot estaban bien logrados, aunque los de las hojas resultaban más confusos.

Finalmente, los cinco participantes expresaron que les gustaría ver este tipo de experiencias en los museos; el participante 2 mencionó muy emocionado que “le gustaría *ver* ya este tipo de proyectos en los museos”, porque se sienten excluidos en este tipo de espacios. Por su parte, el participante 4 mencionó la dificultad de interactuar con las obras en los museos actuales debido a la falta de acceso táctil. Los otros dos participantes coincidieron en que la experiencia de tocar las obras ayudaría a mejorar su comprensión y disfrute en los museos.

IV.3.4 Resultados generales de las pruebas con prototipos tiflotecnlógicos

Con el objetivo de atender la necesidad de sistematizar los resultados obtenidos durante el desarrollo de los prototipos, se presenta una matriz comparativa en la tabla 9, la cual sintetiza los principales hallazgos derivados de las pruebas con usuarios ciegos de los prototipos tiflotecnológicos. Esta tabla permite visualizar de manera estructurada los resultados encontrados de la observación de cada prototipo en función de buscar mejoras y comprender el cómo aplicar adecuadamente el diseño háptico, en conjunto con la tiflotecnología, considerando variables como el tipo de estímulo, la comprensión narrativa y las interacciones de los usuarios.

Tabla 9

Resultados generales *de las pruebas con prototipos tiflotecnológicos*

Prototipo	Imagen Ciega	Hojas y Gotas	Robot
Tipo de estímulo háptico-tecnológico	Relieves táctiles con sensores básicos	Texturas diferenciadas con respuesta tecnológica	Interacción táctil con respuesta tecnológica
Objetivo narrativo	Exploración e interpretación libre, sin constructo narrativo, el objetivo fue poner a prueba los sensores	Reconocimiento de forma-función y su relación con el audio	Reconocimiento de forma-función y su relación con el audio
Comprensión narrativa	Bajo-media	Medio a alto	Alta
Feedback de usuarios	Exploración alta, interés en la exploración táctil enfocada a localizar sensores y activar audios	Interés alto, interpretación limitada debido a las formas, los usuarios recomiendan mejor utilizar formas más grandes, pero les gustó que los prototipos tuvieran audios	Mayor claridad en la interpretación ayudados por las texturas y audios
Problemas detectados	Falta de narrativa clara, evitar usar baterías y mejor utilizar corriente eléctrica. Usar *buzzer* no es lo ideal; mejor es implementar el uso de bocinas	Formas con poco relieve, sentían que eran muy planas o con poco volumen. El uso de varios sensores alteraba la lectura de los elementos táctiles, puesto que se confundían cual elemento háptico era asociado al sonido, principalmente debido a las texturas utilizadas.	En función narrativa no todos tenían conocimiento previo de cómo es un robot, pero este prototipo les ayudó a construir una imagen mental al respecto.

Resultados	El uso de los sensores capacitivos funcionó adecuadamente con el tipo de circuito electrónico a base de un cableado de cobre y resistencia de 100 ohm, probado en dos microcontroladores: Arduino Uno y Arduino Mega. Para la programación, se tuvo que variar entre el uso de distintas resistencias, debido a que entre las versiones de microprocesadores se generaban problemas al momento de verificar y validar el código en la aplicación de Arduino: Arduino Mega con resistencias de 1 mega-ohm.	Evitar usar texturas sutiles; ayuda más el uso de formas y figuras grandes, con mayor volumen. Imágenes con textura lineal y sin volumen complican la lectura para la comprensión y formulación de imágenes mentales.	Se refuerza la relación estímulo-significado gracias a los audios; para los participantes, los sonidos fueron más efectivos para ayudarles a reconocer, generar imágenes mentales y así construir una lectura narrativa. Las figuras grandes mejoran la sensación espacial y sensorial. Este fue el prototipo más gustado por los 5 participantes debido a que fue el que mejor experiencia les generó, tanto al momento de reconocer imágenes como las respuestas auditivas.

Nota. El análisis comparativo de los prototipos tiflotecnológicos evidencia una evolución progresiva en la manera en que el diseño háptico favorece la construcción de significado. Mientras que el primer prototipo se caracteriza por una exploración libre con baja estructuración narrativa, los prototipos subsecuentes incorporan elementos sonoros con sensores al tacto que facilitan la comprensión y la evocación. Este proceso iterativo confirma la importancia de involucrar a los usuarios finales desde el inicio de un proceso de diseño. Estos resultados son la base que ayudó a crear un prototipo para un recorrido en un museo, entendiendo la experiencia museística como la integración entre percepción háptica que requiere no solo estímulos táctiles adecuados, sino una estructuración narrativa coherente que guíe la experiencia.

Con estos prototipos se termina la primera fase metodológica: la planificación. En esta fase nos enfocamos en las etapas de descubrir, bocetar y definición del alcance, en el sentido de investigación de limitantes y alcances tecnológicos. Como resultado, se obtuvo la información base sobre la tecnología y la teoría háptica para el desarrollo de la propuesta del museo, es decir, pasar a la etapa de la ejecución, en la que se estructurará y desarrollará el prototipo final para esta investigación. En este sentido, cada prototipo puede entenderse como una iteración dentro de un sistema narrativo en expansión, donde las mejoras no solo responden a aspectos técnicos, sino a la optimización de la experiencia narrativa del usuario. En el anexo B se puede acceder a la liga de la conferencia *Tiflotecnología como herramienta de apoyo a la inclusión de personas con ceguera en los museos,* en la que se presentan los resultados de esta etapa.

IV. 4 Prototipo 3. Desarrollo de propuesta para museo: La tiflotecnología para una narrativa museológica.

Una vez evaluados los dos prototipos del segundo momento, se obtuvo la información acerca de la percepción de las formas, figuras, volúmenes y, sobre todo, de la coordinación de las manos para la lectura táctil. De esta manera, recordemos que la lectura se da principalmente en tres pasos: lectura de reconocimiento de formas y figuras, lectura de símbolos y, tercera, lectura narrativa de memoria háptica de recuperación de modelos e imágenes mentales.

Así es como se procedió a la generación de la propuesta de exposición museográfica-museológica. Este proceso se dio, a su vez, en 3 momentos: 1) Creación de obras hápticas, 2) Intervención tiflotecnológica de las piezas 3) Exposición-evaluación de las obras.

IV. 4.1 Etapa 1 de la propuesta para el museo. Gestión del proyecto

Durante la primera fase de gestión del proyecto se llevó a cabo el avance de la planificación y obtención de información para delimitar el proyecto. Durante la fase 1 se desarrollaron las etapas en las que se encontró información vital para comprender el contexto del proyecto. En la etapa inicial se encontraron las metodologías de diseño háptico que serán la base durante la etapa de la ejecución del diseño de la exhibición. Para tener las bases, se estudiaron también los fundamentos sobre los marcos de representación, así como la revisión de las metodologías de diseño para personas con discapacidad visual. Durante el proceso de gestión, se hicieron visitas a museos de Ciudad Juárez, para poder obtener un espacio en el cual se podrá poner a prueba el prototipo de exhibición museística.

Esta fase de concretar el espacio fue de suma importancia, ya que, aunque inicialmente se consiguió el espacio de la antecámara del Museo de Arte de Ciudad Juárez, por cuestión de logística se cambió al Centro Cultural de las Fronteras de Ciudad Juárez. De esa manera, se obtienen las delimitaciones de espacio para determinar la museografía. En los anexos C, D y E se encuentran las cartas de aceptación como sede de la exposición del Museo de Arte de Ciudad Juárez, el Centro Cultural de las Fronteras y del Centro de Estudios para Invidentes A.C.

IV. 4.2 Fase 2. Ejecución

IV. 4.2.1 Capa 1. Definir el alcance

En la segunda fase, la ejecución se trabajará principalmente en la revisión de convocatorias para definir una narrativa de la exposición y de esta manera agregar en la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT). Una de las convocatorias elegidas por el tiempo en el que se debe proyectar la investigación es la *del Programa de Apoyos a las Culturas Municipales y Comunitarias (PACMyC).* La cual está orientada a desarrollar proyectos acerca de la cultura de comunidades y municipios. Las reuniones para gestión del proyecto se están desarrollando dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Como se puede apreciar en la figura 22, uno de los objetivos fue generar la temática con base en las limitantes marcadas por la convocatoria del PACMyC. Debido a las cuestiones culturales, se decidió trabajar sobre un ritual que represente a grupos locales de Ciudad Juárez.

Figura 22

Reuniones de gestión del proyecto en UACJ



Nota. Dentro de las reuniones se eligió la temática de la exposición del proyecto, siempre tomando en cuenta que los usuarios objetivo principal son personas con ceguera. *Elaboración propia.*

IV. 4.2.2 Fase definición de Narrativa

En esta etapa, se tienen dos factores principales para determinar la narrativa museística y la experiencia de usuario: el primer factor es el espacio en el que se va a desarrollar la exposición, y el segundo es la temática, sin dejar de lado que el usuario principal son personas con ceguera. Al hacer la revisión de las limitantes marcadas por la convocatoria de PACMyC, necesidades de

usuarios, espacio y entorno, además de las personas involucradas, se hizo una lluvia de ideas, entre temas de cultura general de Ciudad Juárez.

Debido al marco que delimita la exposición, se eligió el ritual de *Matachines y la velación de la palma*, el cual se da en tres momentos (Córdova, 2018):

1) **La víspera:** consiste en la subida al cerro para obtener materiales.
2) **La velación:** es el proceso que consiste en trabajar la palma para construir bastones que usarán en el baile
3) **La fiesta:** consiste en compartir el espacio para que la danza ejecute sus sones, que es la ejecución de la danza matachín.

Como se puede apreciar en la figura 23, los tres momentos giran en torno al material de la palma, un material que solo se obtiene subiendo al cerro, del cual velan por obtener la bendición del santo al cual danzarán usando los bastones construidos por la palma velada.

Figura 23

Los tres momentos del rito de los matachines y la velación de la palma.



Nota. El ritual de la palma para los danzantes de matachines se basa en 3 momentos: obtención de la palma, velación de la palma, danza con bastones hechos de la palma (Córdova, 2018). Imágenes extraídas del recurso multimedia (UACJ, 2018). https://youtu.be/UTK0gGXgG9I?si=0mOdxawA4O3CS6ck

IV.4.2.3 Narrativa de los matachines como universo transmedia cultural

La danza de los matachines en Ciudad Juárez constituye un sistema narrativo complejo, cuya significación no se agota en la ejecución dancística, sino que se despliega a través de un entramado de prácticas rituales, corporales, espaciales y simbólicas que han evolucionado mediante una conjugación cultural propia del norte de México. Tal como documenta Córdova (2018), la narrativa de los matachines se construye mediante una secuencia ritual que incluye principalmente

3 momentos: la víspera, la velación y la fiesta. Este ritual está configurado mediante una temporalidad narrativa no lineal, sostenida por la repetición, la memoria colectiva y la transmisión intergeneracional. Desde esta perspectiva, la narrativa matachín puede comprenderse como un universo narrativo distribuido mediante elementos semánticos que lo dotan de significado: la indumentaria, los instrumentos sonoros, los objetos rituales, el movimiento corporal, la espacialidad del atrio y las calles, así como la devoción a distintos santos de la religión católica. Dos de los más significativos en Ciudad Juárez son las figuras de San Lorenzo y San Juan Bautista. Cada agrupación que danza para un santo patrono funciona como portadora de significado autónomo, pero interrelacionado. Esta lógica coincide con los principios de la narrativa transmedia, en tanto cada componente contribuye de manera específica a la construcción del sentido global del sistema narrativo.

La investigación etnográfica de Córdova (2018) evidencia que la danza de los matachines no responde a una estructura dramática clásica con inicio, clímax y desenlace, sino a una narrativa ritual cíclica, donde el cuerpo del danzante actúa como medio narrativo central y la experiencia se articula a través de la repetición, el ritmo y la presencia corporal. Esta característica resulta especialmente relevante para su traducción a entornos museísticos inclusivos, ya que desplaza el énfasis del relato visual hacia formas de narración basadas en la corporalidad, el tacto y la espacialidad.

En este marco, las obras diseñadas por los estudiantes no se conciben como representaciones aisladas de la tradición, sino como nodos narrativos dentro de un ecosistema transmedia, donde cada pieza establece una correspondencia directa con elementos específicos de la narrativa matachín. Así, por ejemplo, las obras táctiles se vinculan con momentos y elementos representativos del ritual, con base en la indumentaria, movimientos y los objetos rituales, como la importancia de los bastones y materiales usados para su creación como vínculo de los 3 momentos documentados por Córdova (2018). De esta manera, los elementos sonoros remiten a los sones, tambores y ritmos que estructuran la danza; y los recorridos espaciales del museo dialogan con la lógica de desplazamiento entre el recibimiento de los danzantes en la calle y el atrio, los cuales caracterizan a las festividades matachines. Esta correlación permite que cada obra funcione como una puerta de entrada narrativa al universo cultural de los matachines, favoreciendo que las personas con ceguera construyan significado de manera autónoma mediante la exploración háptica y auditiva. De este modo, el diseño museográfico no adapta un relato visual preexistente,

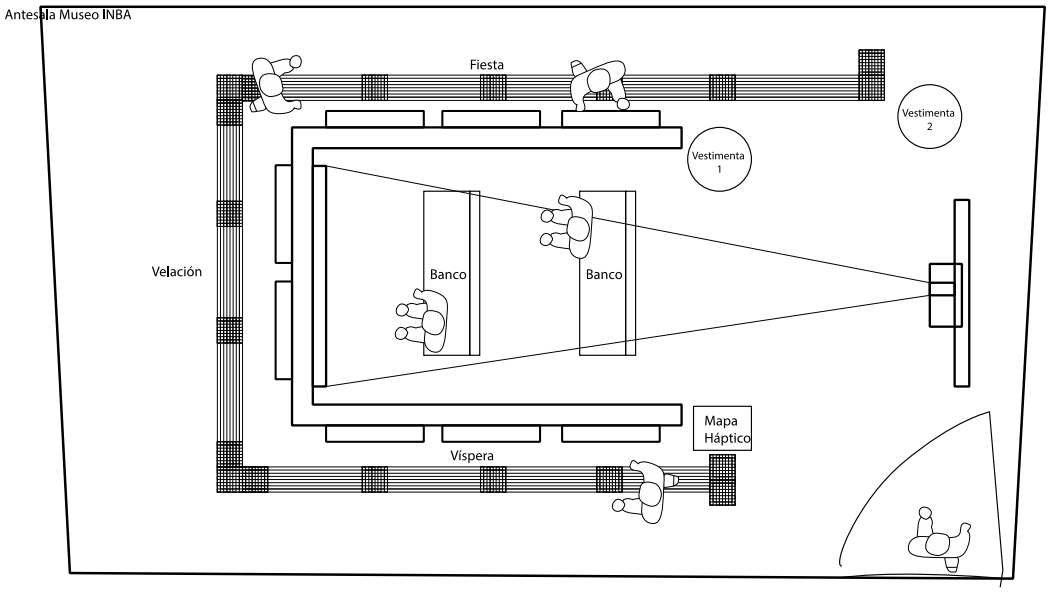
sino que reconfigura la narrativa cultural desde una lógica transmedia multisensorial, coherente con la naturaleza ritual, corporal y distribuida de la tradición matachín en Ciudad Juárez.

IV. 4.2.4 Museografía.

La narrativa desde la museografía tiene que ver con el diseño de las interacciones y las formas del recorrido, aunado al contenido de la exposición. En este sentido, el paso 1 de la museografía es desarrollar un mapa que destaque el orden narrativo, es decir, que indique cuál va a ser el recorrido, contemplando las piezas y el entorno. En la figura 24 se puede apreciar el plano de vista superior en el que se destaca el recorrido, indicando un análisis primario acerca de los espacios, elementos a contemplar y el orden de las obras.

Figura 24

Museografía



Nota. El recorrido comienza en la parte inferior derecha, para seguir hacia el mapa háptico. Una vez que la persona revise el mapa háptico es donde inicia el recorrido autónomo de las personas con ceguera. *Elaboración propia.*

El recorrido se busca que sea de manera independiente; es por ello que se está contemplando colocar guías podotáctiles que indiquen el recorrido. Durante las revisiones y reuniones de gestión se ha desarrollado esta propuesta que separará el recorrido en los tres momentos del rito de la velación de la palma. De acuerdo con las necesidades del espacio, se contemplan 8 piezas, que describan los 3 momentos de manera táctil, así como apoyados con efectos de sonido que se activarán al tacto.

IV.4.2.4 Tercer ciclo iterativo de la etapa de Ejecución: Desarrollo de las obras plásticas para el museo por parte de alumnos de la UACJ.

El diseño de las obras plásticas se desarrolló con la ayuda de estudiantes de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Para ello nos apoyamos en el programa de la asignatura de *Taller de discurso para el* Diseño Gráfico, en el que se aplicó el proyecto sin modificar la asignatura. Cabe mencionar que el objetivo de dicha clase es el de utilizar la retórica del diseño para la generación de narrativas dentro del diseño gráfico. En este sentido, se agregó al proyecto final de la materia la generación de un discurso bajo la creación de una obra háptica para la exposición *Danza háptica, el ritual de la palma de los matachines en Ciudad Juárez*, sin necesidad de modificar algún contenido de la retícula de la clase; es decir, el diseño del curso no se vio afectado o modificado por este proyecto, ya que la asignatura está diseñada de tal manera que el proyecto se alineaba a las consideraciones de la materia. En la tabla 10 se puede apreciar la planeación del proyecto que se dio en las semanas de la 10 a la 16.

Tabla 10

Planificación de las obras en la clase:

Semana	Tema	Contenido (Propósito de aprendizaje en clase)	Actividades y entregables	Objetivo- vinculación con la investigación
10	Desarrollo de Segundo Parcial	Demostrar que se conoce, comprende y aplica las herramientas de la narrativa para diseñar y crear discurso visual.	Diseño de identidad y obras para exposición museística. Diseño de 9 propuestas de piezas. **Martes 1 de octubre/ Jueves 3 de octubre:** - Borrador de brief (argumento) con categorías discursivas y esquema de Toulmin y desarrollo de bocetos. - Revisión y afinación de bocetos.	Docente explica el tema, expone las restricciones para el diseño para personas con ceguera y muestra ejemplos de obras. Además, expone las limitantes y consideraciones del proyecto.
11	Segundo Parcial	Demostrar que se conoce, comprende y aplica las herramientas de la narrativa para diseñar y crear discurso visual.	Diseño de identidad y obras para exposición museística. **Martes 15 de octubre:** - Borrador de brief y desarrollo de bocetos. **Jueves 17 de octubre:** - Presentación de bocetos. - Entrega de avance (20 a 30 bocetos) y bitácora.	Basado en la narrativa para personas con ceguera, se les expone acerca de la narrativa de los matachines.
12	Aplicaciones prácticas del diseño como narrativa	Conocer de manera práctica el uso de herramientas semióticas, retóricas y de comunicación en diversos medios.	- Avance en bocetaje y diseño. - Revisión del bocetaje. - Inicio de construcción de domis y piezas finales.	Se les expone las restricciones acerca de los diseños de las obras basados en los prototipos previos y las consideraciones de las obras diseñadas para personas con ceguera.
13–14	Desarrollo de Tercer Parcial	Aplicar los conocimientos en un proyecto integral de discurso visual.	Proyecto integral de discurso visual. Diseño de identidad y obras para exposición museística. Avance del proyecto al 80 %. **Revisiones:** - 28 y 30 de octubre. - 5 y 7 de noviembre.	Retroalimentación de sus trabajos para correcciones y modificaciones previos a su entrega final.
15	Tercer Parcial	Diseño de identidad y obras para exposición museística.	**Martes 12 de noviembre:** - Entrega de bitácora al 90 %.	

16	Exposición Final	Presentación final del proyecto.	**Martes 19 de noviembre:** - Exposición final.	Vinculación con la universidad: los alumnos pueden ver sus trabajos expuestos y evaluados por docentes del área de diseño de la UACJ.

Nota. Planificación dentro del programa de la clase, en el que se agregó el proyecto sin afectar los objetivos de la asignatura. *Elaboración propia.*

De acuerdo con lo anterior, el proyecto quedó como planteado para formar parte del proyecto final de la asignatura, en la que la temática fue realizar una obra háptica con la temática del ritual de la danza matachín de Ciudad Juárez, bajo el siguiente objetivo: Diseñar por equipos una serie de obras táctiles para exposición museística. Para ello, los estudiantes deben contemplar una experiencia museística teniendo como público objetivo a un público invidente. La experiencia del estudiante consta de la creación de piezas inspiradas en uno de los 3 momentos del ritual. Dichas piezas son desarrolladas exclusivamente para el diseño de las figuras hápticas y posteriormente se modificarían por expertos para agregar tiflotecnología.

En clase, el proyecto se realizó en dos fases: 1) ideación: creación de brief y 2) desarrollo de obra. El objetivo con respecto a la retícula curricular de la clase fue: "*Demostrar que se conoce, se comprende y puede aplicar las herramientas de la narrativa para diseñar y crear discurso visual",* en este caso, aplicado a un discurso de imagen háptica.

Figura 25

Explicación del tema de danza matachín



***Nota*.** Jueves 8 de octubre de 2024 en el salón B-206 en el Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte de la UACJ.

IV. 4.2.5 Desarrollo de las obras plásticas para el museo: Briefing de las piezas.

Para la organización de los equipos para la creación de las piezas, se dejó a los estudiantes la opción de crear equipos por ellos mismos. Una vez que revisaron la explicación del tema de la danza matachín con un experto investigador en la clase, se les pidió a los alumnos revisar e investigar material de apoyo para la selección y delimitación de la narrativa de las piezas: los estudiantes vieron el documental titulado *Documental de Matachines - Bienvenidos Danzantes de Dios* y el libro "*La danza de los matachines en Ciudad* Juárez".

Para ello, los estudiantes eligieron un tema dentro de los tres momentos contemplados para la exposición, "Subida al cerro", "Velación de la palma" y "La fiesta". A los estudiantes se les dio libertad total sobre el desarrollo de la temática, pero se les presentaron una serie de restricciones y consideraciones para la creación de la obra. Dichas consideraciones fueron el resultado de la evaluación de los prototipos del segundo momento de la investigación, los prototipos Gotas de agua y Robot: Uso de formas y figuras grandes, evitando sobresaturación de elementos, simplificación de formas, con base a formas básicas.

1. Formato 60x70cm
2. Evitar el uso de color, puesto que la museografía se contemplaba en ausencia de color, o solo detallar colores como un acento gráfico sobre ciertos elementos, considerando que algunas personas normovisuales pudieran contemplar la exposición.
3. Volumen con dimensiones que no excedan los 40-50 cm de grosor, para evitar conflictos entre piezas y que los usuarios choquen con ellas.
4. Uso de imágenes táctiles, no de modelos tridimensionales.
5.

Considerando inicialmente dichas restricciones, se desarrollaron los primeros bocetos en clase. Primeros bocetos presentados en clase se pueden apreciar en la figura 26.

Figura 26

Boceto de obra danza matachín



Nota. Integrantes del equipo 7, mostrando su proceso de bocetaje de una de las obras. El tema que eligieron fue el de la danza. Dentro de las ideas presentadas fue el generar una secuencia de dibujos de figuras humanas indicando los pasos. *Elaboración propia.*

Después de la primera revisión de bocetaje, se realizaron sugerencias para cada equipo, recordándoles las limitantes con respecto a las dimensiones de las piezas y las consideraciones de experiencia de usuario. Cabe mencionar que a los estudiantes se les explicó durante una clase el tema de las imágenes mentales enfocado al proceso de lectura táctil, informándoles, además, ciertas consideraciones que nos dieron por parte del Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil, así como por parte de usuarios ciegos en pruebas previas, así como por un docente con ceguera del CEIAC, enfocados en la enseñanza y formas de lectura háptica.

En la figura 27 se aprecian algunos de los bocetos realizados por algunos estudiantes, en los que se aprecia la idea inicial. Dichos bocetos fueron revisados antes de su ejecución con el material para generar las texturas, además de que se les hicieron sugerencias con respecto a las imágenes creadas, con respecto a las formas y figuras, dimensiones, eliminación de detalles que podrían confundir al momento de hacer percepción a través del tacto.

Figura 27

Bocetos de los estudiantes



Nota. Los bocetos representan escenas e imágenes abstractas de momentos específicos de cada momento del ritual, la subida al cerro para obtener material de palma, velación de la palma para bendecir los materiales para crear los bastones y la danza, en la cual se usan los bastones. Según Córdova, los momentos son 1) Subida al cerro, 2) Velación de la palma y 3) Fiesta y danza matachín. *Elaboración propia.*

IV. 4.2.6 Proceso de creación de obras en el taller de la clase.

Durante las últimas 3 semanas de la clase de taller se trabajaron las obras en su versión final. Para ello se les entregó el material a los estudiantes: una pieza de madera que fungió como lienzo base para la creación de la pieza y 2 botes de gesso de 250 mm. Se eligió madera para tener un material resistente que pueda ser transportado con facilidad, el tamaño de la madera fue de 60x60cm, de acuerdo con los estándares de barrido de lectura háptica propuesto por distintos manuales de accesibilidad, como el de la ONCE, el de la *Sociedad Insular para la Promoción de las Personas con Discapacidad, Sinpromi S.L*, así como por el *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad* de la CDMX.

Para el material, se seleccionó un material moldeable para la generación de texturas, dadas las capacidades flexibles y facilidad de uso de dicho material para la creación de obras plásticas. Además de eso, se les permitió a los estudiantes utilizar otros materiales como cartón, lazos, papel e inclusive tierra, piedras, cáscara de frutas y poliestireno. Los costos de los materiales fueron absorbidos por los responsables del proyecto, valuando el costo de producción por obra en 1280.00 pesos mexicanos, basados en la cotización realizada en el momento de la gestión del proyecto, la cual se puede apreciar en la tabla 11.

Tabla 11

Costos de los materiales para creación de obras tiflotecnológicas

Materiales para creación de 10 obras tiflotecnológicas		
Material	**Cantidad**	**Costo**
Cautin		300.00
Pluma de tinta conductiva		300.00
Bote de pintura conductiva		600.00
Pinza cortadora		100.00
Soldadura		100.00
Cables de cobre		200.00
Brochas		150.00
Módulos de sonido		500.00
Kit de resistencias		300.00
Extensiones		200.00
Gesso		2500.00
Piezas de madera		3500.00
Tecnología: 10 kits Arduino		
Arduino		4900.00
Altavoces		2000.00
Buzzer		600.00
Protoboard		1000.00
Broches porta pilas		300.00
Cable USB para Arduino		1000.00
MicroSD		1500.00
Módulo DFPlayer Mini		1500.00
	Total:	$ 21,800.00

Nota. Tabla de costos de materiales para la creación de 10 obras tiflotecnológicas, basados en los materiales elegidos para generar las texturas, así como en los materiales para los circuitos electrónicos con los sensores y bocinas para hacer funcionar los audios al tacto. Se eligió comprar para crear 10 piezas y así tener material extra en caso de ser necesario. *Elaboración propia.*

Durante esas 3 semanas fueron 6 sesiones para el desarrollo de las piezas, en las que en cada sesión se les proveía más material en caso de ser necesario y se iba revisando el avance de las piezas, como se puede apreciar en la figura 28.

Figura 28

Proceso de trabajo en clase de taller



Nota. Los estudiantes trabajaron en horas clase de la asignatura las piezas. A los estudiantes se les proporcionó materiales para trabajar en los proyectos. *Elaboración propia.*

IV. 4.2.7 Exposición de las piezas y evaluación para la curación de la exposición.

Una vez listas las obras, se procedió a presentarlas como parte de una exposición de obras de final de curso el día 26 de noviembre de 2024 a las 10:00 am. y de esa manera ser evaluadas por 8 docentes de la UACJ. En la figura 29 se muestran una serie de imágenes del día de la exposición de los trabajos.

Figura 29

Exposición y evaluación de obras en la UACJ



Nota. Evaluación de las piezas por docentes de la UACJ, en la exposición final de la asignatura Taller de discurso del diseño gráfico. Los estudiantes documentaron con sus dispositivos móviles mientras los evaluadores revisaban las piezas con sus manos. *Elaboración propia.*

IV.4.3 Selección de obras de acuerdo con la narrativa

Para la selección de las obras se decidieron 3 tiempos basados en la documentación y asesoría de una experta en el tema. Por ello se eligieron 3 obras para cada momento: 1) Subida al cerro, 2) Velación, 3) Fiesta y danza.

Se realizó una exposición de las obras hápticas ante un jurado compuesto por docentes de la UACJ dentro del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte, quienes evaluaron los proyectos de los estudiantes y que además realizaron una serie de comentarios acerca de cada una de ellas.

La dinámica para evaluarlos se dio de manera objetiva y para motivar la evaluación háptica se decidió que los evaluadores recorrieran las piezas con los ojos totalmente cubiertos con unas vendas que impedían la entrada de la luz. Los evaluadores fueron guiados por otros docentes y estudiantes participantes de la exposición, llevados por cada pieza en orden numérico, de la pieza 1 hasta la pieza 8.

Los 8 evaluadores dieron una calificación numérica de acuerdo con la rúbrica que se puede apreciar que se puede apreciar en la figura 30. En el anexo F se puede apreciar la rúbrica con mayor claridad.

Figura 30

Rúbrica utilizada para evaluar las piezas

Taller de discurso de diseño gráfico														
Rúbrica de Evaluación de Obras Hápticas														
					Equipo									
Criterio	Excelente: 4	Bueno: 3	Aceptable: 2	Insuficiente: 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Accesibilidad	La obra es completamente accesible para personas con discapacidades visuales. La información táctil es clara y fácil de interpretar.	La obra es accesible, pero algunos elementos táctiles o de diseño podrían mejorarse.	La accesibilidad es limitada; los elementos táctiles no son suficientemente claros.	La obra no es accesible para personas con discapacidad visual; carece de diseño inclusivo.									
Claridad táctil	Las texturas, formas y relieves son nítidos, fácilmente distinguibles y bien organizados.	Las texturas y formas son comprensibles, aunque algunos detalles son ambiguos.	Las texturas y formas son difíciles de distinguir, lo que afecta la comprensión general.	Las texturas y formas no se perciben claramente, lo que genera confusión o frustración.									
Interactividad	La obra fomenta una interacción fluida y significativa con el usuario, manteniendo su atención.	La obra es interactiva, pero podría incorporar más elementos para enriquecer la experiencia.	La obra tiene elementos interactivos mínimos y no logra captar completamente la atención.	La obra carece de interactividad significativa y no involucra al usuario.									
Comprensión del contenido	El contenido representado es fácil de comprender a través del tacto, y transmite un mensaje claro.	El contenido es comprensible, pero requiere de explicaciones adicionales para ser claro.	El contenido es ambiguo y difícil de interpretar sin apoyo externo.	El contenido no es comprensible a través de la experiencia táctil.									
Evaluación narrativa	La obra es descrita de manera detallada, identificando fortalezas y áreas de mejora significativas.	La obra tiene una evaluación narrativa adecuada, pero carece de profundidad en algunos aspectos.	La evaluación narrativa es limitada y no aborda suficientemente las fortalezas o debilidades.	La evaluación narrativa no se realiza o no aporta información valiosa.									
				Calificación:									

Nota. Se evaluó la accesibilidad, la claridad táctil, interactividad, comprensión del mensaje y estructura narrativa. *Elaboración propia.*

El objetivo principal de la exposición e los proyectos fue la selección de las piezas para generar la curaduría de acuerdo con la museografía contemplada, con base en la evaluación y reconocimiento de las imágenes hápticas y que además los evaluadores dieran indicaciones de modificaciones y sugerencias para la museografía. Para ello, 8 docentes de las carreras de diseño gráfico, diseño digital y publicidad fueron los encargados de hacer una evaluación de acuerdo con la rúbrica que contempla 5 rubros: accesibilidad, claridad táctil, interactividad, comprensión sintáctica, y comprensión narrativa. Para el proceso de evaluación, se les explicó la temática de las piezas, indicando que cada una de ellas representan distintos momentos de un ritual cultural de Ciudad Juárez. Para iniciar, se les tapó los ojos a los evaluadores con unas vendas especiales y así realizaron el recorrido para que, en primera instancia, realizaran la percepción táctil. En un segundo momento, se les permitió ver las obras para verificar y contrastar lo que percibieron con

el tacto y lo que después percibían con la vista. Dentro de los comentarios de los evaluadores se mencionó que:

1. De acuerdo con lo que percibían, con el puro acto de tocar las piezas era difícil reconocer las imágenes. En otras se comprendían ciertas formas, pero no todas, e incluso algunas eran demasiado confusas.
2. Con saber el puro nombre de las piezas no se podía generar una asociación con lo que estaban tocando.
3. A continuación, se presenta la evaluación y sugerencias de cada pieza, preparando la museografía y curaduría de la exposición museística.

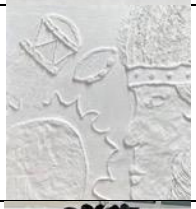
Cada rubro se calificó del 1 al 4, en donde 4 fue la calificación más alta y 1 la más baja. Así se evaluó la accesibilidad, calidad táctil, interacción, comprensión del mensaje y la narrativa, la sumatoria del total daba un valor total de 20. Para fines de la evaluación de la asignatura, ese valor se recalculó con base al sistema de calificación numérico con base en 10 de la UACJ y luego se promedió la calificación de todos los evaluadores, en el que un proyecto mayor a 7 significa aprobatorio y menor a 7 significa que no logró una calificación aprobatoria. Esto ayudó a determinar un primer filtro para la selección de las obras.

Además, un experto en el tema de los matachines ayudó a la curación de las piezas considerando su experiencia en la narrativa del ritual de la danza matachín. En la tabla 12 se puede ver el resultado de la curación de las piezas.

Tabla 12

Resultados de la evaluación de las obras por docentes de la UACJ

Nombre	Obra	Evaluación	Resultado
Obra 1. Subida al cerro		**Equipo 1** — Subida al cerro Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 3 4 4 2 2 2 3 3 Calidad táctil: 3 4 4 3 2 2 4 4 Interacción: 3 4 4 3 3 2 4 3 Comprensión del m: 4 3 4 3 2 1 4 4 Narrativa: 4 3 4 3 2 2 4 4 Total: 17 18 20 14 11 9 19 18 Calificación: 8.5 9 10 7 5.5 4.5 9.5 9 Promedio: **7.9**	**Aceptada** con cambios, colocar un revestimiento para prevenir que se caiga el material
Obra 2. Camino hacia la palma		**Equipo 2** — Camino hacia la palma Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 2 4 4 2 2 2 4 3 Calidad táctil: 2 4 3 3 2 3 3 4 Interacción: 2 4 4 2 2 2 4 3 Comprensión del m: 1.5 3 3 3 1 2 4 3 Narrativa: 3 3 4 3 2 2 4 3 Total: 10.50 18 18 13 9 11 19 16 Calificación: 5.25 9 9 6.5 4.5 5.5 9.5 8 Promedio: **7.156**	**Aceptada sin cambios**
Obra 3. Velación		**Equipo 3** — Velación y armado Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 3 4 4 2 3 3 4 3 Calidad táctil: 2 4 2 2 4 3 4 4 Interacción: 3 4 4 3 2 2 3 3 Comprensión del m: 2 3 2 1 2 2 4 4 Narrativa: 3 3 2 1 2 3 3 4 Total: 13 18 14 9 13 13 18 18 Calificación: 6.5 9 7 4.5 6.5 6.5 9 9 Promedio: **7.3**	Considerada en eliminarla debido a la calidad de ejecución de la propuesta, ya que, según una experta en el tema, la obra no refleja el punto principal de la velación. **Aceptada** con cambios

Obra 4. Sabores de siglos		**Equipo 4** — **Sabores de siglos** Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 3.5 4 1 3 4 3 3 3 Calidad táctil: 4 4 2 2 2 3 3 4 Interacción: 4 3 1 2 4 2 3 3 Comprensión del m: 3 4 2 2 4 3 3 4 Narrativa: 4 4 3 2 3 2 3 4 Total: 19 19 9 11 17 13 15 18 Calificación: 9.3 9.5 4.5 5.5 8.5 6.5 7.5 9 Promedio: **7.5**	No pasó el filtro, por la baja calidad y ejecución de la propuesta. La comida elegida no representa a la comida servida en las velaciones **Rechazada**.
Obra 5. Recibimiento		**Equipo 5** — ***Recibimiento*** Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 2 4 4 2 2 2 4 3 Calidad táctil: 2 4 3 2 3 2 4 4 Interacción: 1 3 4 1 2 2 4 3 Comprensión del m: 2 2 2 1 3 2 4 4 Narrativa: 1 2 3 1 2 2 4 4 Total: 8 15 16 7 12 10 20 18 Calificación: 4 7.5 8 3.5 6 5 10 9 Promedio: **6.6**	**Aceptada** con cambios
Obra 6. Danza bajo el sol		**Equipo 6** — ***Fiesta y danza bajo el sol*** Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 2 4 4 2 2 2 3 3 Calidad táctil: 2 2 4 2 2 2 3 4 Interacción: 2 2 4 1 3 2 3 3 Comprensión del m: 2 2 3 1 2 2 4 4 Narrativa: 1 3 4 1 2 2 4 4 Total: 9 13 19 7 11 10 17 18 Calificación: 4.5 6.5 9.5 3.5 5.5 5 8.5 9 Promedio: **6.5**	Esta obra fue confusa para los evaluadores por las formas y tamaño de los objetos se dificultó el reconocimiento de las imágenes. **Rechazada**.
Obra 7. Cultura, frontera y raíces.		**Equipo 7** — ***Cultura, frontera y Raíces*** Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 3 4 4 4 2 3 4 3 Calidad táctil: 3.5 4 4 4 2 4 4 4 Interacción: 4 4 4 4 3 3 4 3 Comprensión del m: 3 3 4 3 2 3 4 4 Narrativa: 4 3 4 3 2 3 4 3 Total: 18 18 20 18 11 16 20 17 Calificación: 8.8 9 10 9 5.5 8 10 8.5 Promedio: **8.6**	**Aceptada** sin cambios
Obra 8. Danza con el corazón		**Equipo 8** — ***Danza con el corazón*** Evaluador: E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 Accesibilidad: 3 4 4 2 3 3 4 3 Calidad táctil: 3 4 4 2 3 3 4 4 Interacción: 3 4 4 1 3 3 4 3 Comprensión del m: 2 3 4 1 2 3 3 4 Narrativa: 2.5 4 4 1 2 3 3 3 Total: 14 19 20 7 13 15 18 17 Calificación: 6.8 9.5 10 3.5 6.5 7.5 9 8.5 Promedio: **7.7**	**Aceptada** sin cambios

Nota. Los resultados de la evaluación de las piezas 1 y 2, las cuales corresponden al primer momento narrativo de la exposición: la subida al cerro. Ambas piezas fueron aceptadas con cambios. Para las piezas 3 y 4, correspondientes al segundo momento: velación. De estas dos piezas, la obra 4, "Sabores de siglos", fue rechazada por no superar una calificación mayor a 7, indicando una ejecución inadecuada. Finalmente, de la evaluación de las piezas de la 5 a la 8. Dichas obras corresponden al tercer momento de la exposición: la fiesta y danza. La obra 6 fue rechazada por problemas de comprensión al momento de tocarlas. Las demás piezas fueron aceptadas, ya sea con pequeños cambios, como la 5, o sin cambios, como la 7 y 8. *Elaboración propia.*

Teniendo el resultado de la curaduría, se seleccionaron las piezas 1, 2, 3, 5, 7 y 8, pero se reorganizó el orden de las piezas en función de la narrativa, puesto que la pieza 7 generaba confusión al tener más elementos volumétricos, así como el uso de color en sus elementos; fue así que se determinó invertir el orden entre las piezas 7 y 8. Además, se generó una pieza nueva para reemplazar la pieza 4. Se decidió cambiar al elemento narrativo de la comida por uno esencial para la comprensión y linealidad de la narrativa del ritual: el uso del bastón en la danza. Es por ello que se realizó una pieza enfocada al bastón en específico y de acuerdo con eso utilizar el bastón como elemento lineal conductual de la linealidad de la narrativa. Tres ejemplos de la rúbrica contestada por tres los evaluadores pueden ser vistos en los anexos G, H e I.

IV.4.4 Guion museográfico de la exposición, guion de interacciones

Teniendo las piezas elegidas, se retomó la museografía basada en una experiencia interactiva narrativa que ayude a las personas con ceguera a una interpretación de las piezas y de la secuencia de la exposición. Para ello se generó un guion museográfico con la información textual de cada pieza, así como los detalles museológicos, como el uso de las cédulas con braille, los textos y los sonidos que se activarían con los sensores capacitivos. Previamente, los alumnos firmaron una carta de cesión de derechos de obra, debido a que las piezas seleccionadas estaban destinadas a ser intervenidas con tiflotecnología para agregar los sensores y bocinas. En el anexo J se puede encontrar la carta de sesión de derechos. Por su parte, en el anexo K, se encuentra una carta firmada por los estudiantes cediendo el derecho de obra.

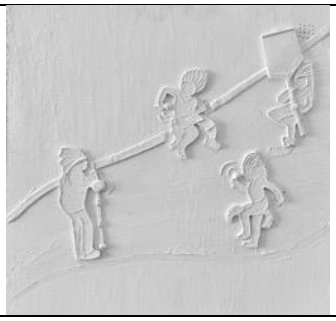
De acuerdo con la evaluación y los comentarios de los evaluadores, se decidió por la utilización de audios tanto descriptivos con palabras sencillas, así como efectos de audio. Se conjugó entre las piezas para que las primeras describieran parte del ritual; por ejemplo, las primeras piezas describen literalmente la subida al cerro. En la segunda sección se decidió por utilizar una pieza descriptiva y otra con audio de fondo. En la tercera parte, la danza se decidió por una pieza con un audio descriptivo, otra pieza con sonidos típicos de los instrumentos utilizados en la danza, y el último con una danza típica de la región. En la tabla 13 se muestra el guion museográfico de la exposición.

Tabla 13

Guion museográfico para la exposición Danza Táctil

<table>
<tr><th colspan="2">Guion Museográfico Exposición:
Danza Táctil, la danza matachín a través de imágenes hápticas</th></tr>
<tr><td colspan="2">Tema: La danza matachín</td></tr>
<tr><td colspan="2">Contenido Temático: Obras hápticas tiflotecnológicas con narrativa del ritual de la danza matachín a través de sus 3 momentos: Subida al cerro, velación y fiesta.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Momento 1: Subida al cerro</td></tr>
<tr><td>Pieza 1: Subida al cerro</td><td>Pieza 2: Camino hacia la penca de sotol</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

Autores: RUBÉN DARÍO VIDAL DELGADO JUAN PABLO GARCÍA DÁVILA	Autores: JAIR ADRIÁN DÍAZ CONTRERAS JORGE LUIS MÉNDEZ MEDELLIN
"Esta pieza representa la subida al cerro, las pisadas dejadas por las personas que suben al cerro para conseguir la palma de sotol, el pisar de las piedras y la tierra del cerro de la sierra de Juárez, marcando el inicio de la víspera de la fiesta"	"Al llegar al cerro se inicia el camino para encontrar las pencas de sotol que se usarán para crear los bastones que se usan en las danzas"
Momento 2: Velación	
Pieza 3: Velación	Pieza 4: Bastón
	
Autores: ZURISADAY DURAN RODRÍGUEZ NANCY ARISBETH MOCTEZUMA	Autores: DRA. SILVIA HUSTED
"Para las agrupaciones que realizan la velación, ésta se considera el momento de mayor ritualidad dado su sentido de ofrenda y agradecimiento en el cual se encuentra inmersa, al trabajar la palma"	"Después del reposo, nuevamente se reúnen todos los asistentes alrededor del tendido para llevar a cabo el armado de los bastones. Cada bastón se entrega a los grupos de danzas que asistan a la fiesta"

Momento 3: Fiesta		
Pieza 5: Recibimiento	Pieza 6: Danza con el corazón	Pieza 7: Cultura, Frontera y Raíces
		
Autores: ESTRELLA RUBI ONOFRE RAMÍREZ KEILA JAQUELINE ORTIZ HUERTA SABINA VICTORIA DÍAZ SALVADOR	Autores: RUTH ANGÉLICA HOLGUÍN HERNÁNDEZ MARIANA MOLINA PECINA ALEXANDRA PALOMA CHÁVEZ SOTO	Autores: MARÍA REBECA HERNÁNDEZ RANGEL KARLA NAHOMY VENZOR MARTÍNEZ
"Para iniciar la fiesta, se reciben a grupos de danzantes invitados, a cada agrupación se le entrega un bastón. Cada grupo invitado llega danzando y el jefe del grupo anfitrión los recibe entregándoles un bastón"	"Esta pieza representa los pasos de los danzantes al son de los tambores y los guajes"	"Representación del penacho y la vestimenta matachín"

Nota. Este fue el guion museográfico con las piezas curadas y con los diálogos o narraciones sugeridas para cada una de las piezas. *Elaboración propia.*

Se analizó cada pieza para determinar, de acuerdo con la evaluación previa de las piezas, con la observación de cómo se tocaba a cada una de ellas, por dónde se recorre, además de contrastar con el análisis realizado en que se percibía cómo es que leen las imágenes hápticas y cómo tocan las personas con ceguera. De acuerdo con lo anterior, se determinó en dónde colocar

los sensores capacitivos para, en este sentido, estructurar la lectura háptica y así generar una narrativa. En la tabla 14 podemos apreciar con puntos de color amarillo el área donde se planeó la colocación de los sensores hápticos.

Tabla 14

Mapa de interacciones

Momento 1. Subida al cerro	Momento 2. Velación	Momento 3. Fiesta y danza
 **Audio:** El domingo previo al día de la fiesta, algunos de los miembros varones de la agrupación se reúnan alrededor de las cinco de la mañana para dirigirse rumbo al cerro del Indio en la sierra de Juárez. Al amanecer, se procederá a subir al cerro en busca de la planta conocida como sotol para extraer su corazón, como se les dice de manera común a las pencas que después serán utilizadas en la velación	 **Audio:** Para las agrupaciones que realizan la velación, ésta se considera el momento de mayor ritualidad dado su sentido de ofrenda y agradecimiento en el cual se encuentra inmersa, al trabajar la palma. El trabajo de la palma consiste en cortar la penca de sotol en piezas pequeñas, para elaborar con ellas la ofrenda del tendido, que en este caso tiene forma de una custodia.	 **Audio:** La dinámica de la fiesta consiste en compartir el espacio para que las danzas ejecuten sus sones y mudanzas, así como también para convidar los alimentos. Una de las primeras atividades es recibir a otros grupos de danzantes invitados a la fiesta, los cuales llegan bailando y se hace la entrega del bastón.
 **Audio:** Al llegar a la planta se reproducirá el audio "Has encontrado la planta de sotol, de ella se obtendrán los materiales para construir los bastones de la danza Matachín"	 **Audio:** Después del reposo, nuevamente se reúnen todos los asistentes alrededor del tendido para llevar a cabo el armado de los bastones. Para armar un bastón se necesitan dos personas, quien lo construye y quien lo asiste, pasándole la palma que se encuentra en el suelo. Se toma uno de los palos de escoba y en uno de los extremos se colocan cuatro puntas y una de las flores del tendido, que se amarran al palo con hilo y para que este quede apretado se usan las dos manos y la boca. Cada bastón se entrega a los grupos de danzas que asistan a la fiesta.	 **Audio:** Sonido de tambor al ritmo de danza matachín
		 **Audio:** Sonido de danza matachin, basada en un audio real.

Nota. Mapa de interacciones para colocar los sensores capacitivos. El punto amarillo indica el área de colocación de los sensores capacitivos. *Elaboración propia.*

La museografía cambió de acuerdo con los espacios en los que se pusieron a prueba las piezas, ya que, aunque inicialmente se tenía autorizado el Museo del INBA de Ciudad Juárez, por cuestiones de logística se cambió a otro espacio museístico. La exposición se expuso en dos lugares; el primero fue en la sala Torre del Centro Cultural de las Fronteras de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y el segundo espacio fue en el Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil. En el anexo L encontrarán la imagen publicitaria el evento, así como en el anexo M el tríptico utilizado el día de la exposición.

Figura 31

Centro Cultural de las Fronteras



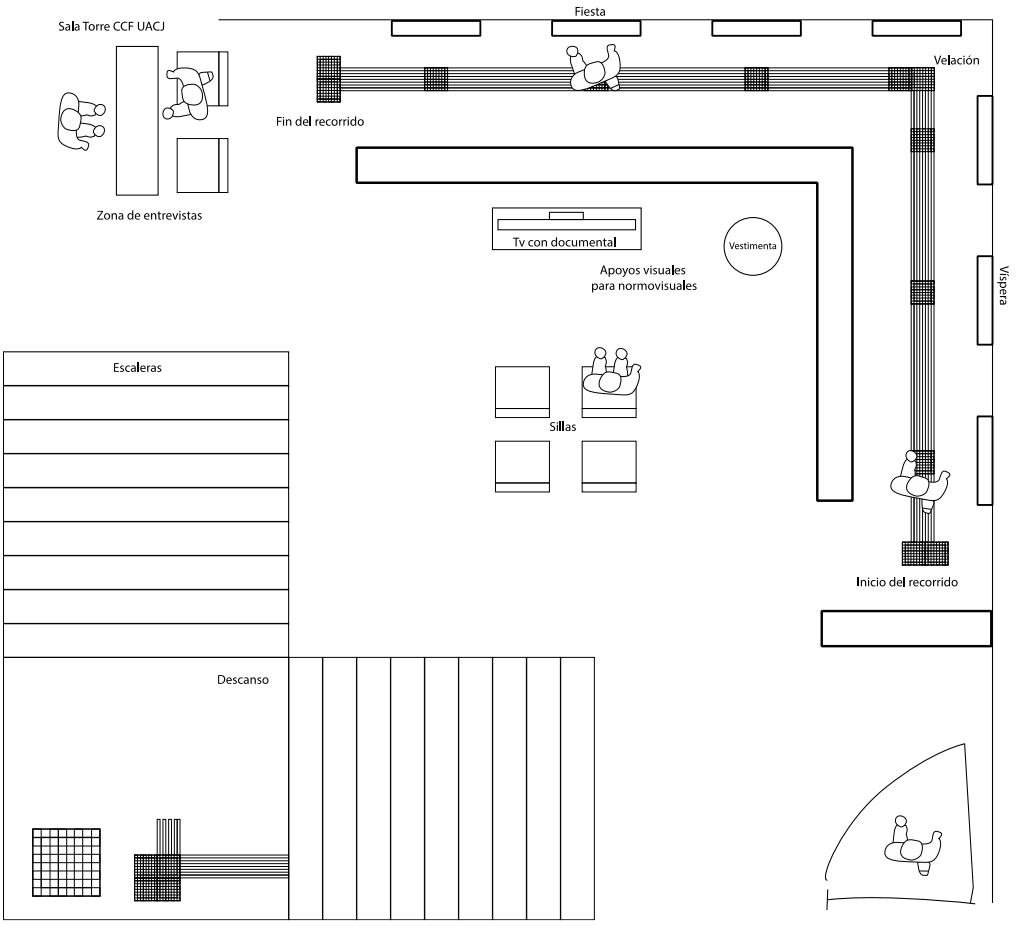
Nota. El lugar de la exposición fue el Centro Cultural de las Fronteras de Ciudad Juárez, en la sala Torre, la cual se puede apreciar en los dos recuadros inferiores. *Elaboración propia.*

Para adaptar la exposición a cada espacio, se dejó la posibilidad de colocar las obras de manera lineal secuencial. Originalmente se buscaba una museografía muy específica para darle un espacio a cada uno de los momentos del ritual, pero debido a la condición itinerante (originalmente planteada para 3 museos), se dejó en una secuencia narrativa lineal, es decir, la exposición podría colocarse en diferentes espacios sin afectar la narrativa. De esta manera, se desarrolló un nuevo plano museográfico, el cual se puede apreciar en la figura 32.

La secuencia se modificó al espacio del CCF para dejar en un pasillo construido por muros falsos, agregando guías podotáctiles para ayudar a las personas ciegas a recorrer la exposición de manera autónoma.

Figura 32

Plano museográfico para el CCF



Nota. La museografía se adaptó para el espacio de la sala Torre del Centro Cultural de las Fronteras. *Elaboración propia.*

IV.4.5 Instrumento de evaluación de las piezas tiflotecnológicas en el museo.

Para la evaluación de la propuesta de museografía tiflotecnológica con base a la comprensión narrativa y la recuperación de las imágenes mentales bajo los marcos representacionales de las personas con ceguera, se desarrolló un instrumento de evaluación con base a las dimensiones técnicas y emocionales que analizan y evalúan el recorrido de las personas con ceguera bajo la observación de su comportamiento durante la exploración y el entendimiento de las piezas bajo reconocimiento secuencial e interpretativo.

Con base a las herramientas de la batería de habilidades hápticas de Bardisa y Ballesteros (2003), se tomó el fundamento para desarrollar una rúbrica de evaluación que analizara el comportamiento de los usuarios durante el recorrido. En este sentido, esta rúbrica se sustenta en

teorías cognitivas y sensoriales que validan la importancia de evaluar tanto la dimensión técnica (secuencias, metáforas) como la emocional (inmersión, preferencias) en el proceso de interpretación táctil. Autores como Ausubel, Bruner, Gibson y Vygotsky proporcionan un marco sólido para garantizar que la evaluación sea holística y alineada con los procesos naturales de aprendizaje humano.

IV. 4.6 Fase 3. Monitoreo y control: Evaluación de la exposición en el Museo y en el CEIAC.

En esta fase se puso a prueba el prototipo de la exposición en dos momentos con dos tipos de usuarios. Para los usuarios, nos enfocamos principalmente en personas con ceguera, pero también se recabaron datos de normovisuales. Para tener una muestra mayor, la exposición se llevó a cabo en dos sitios diferentes, el primero de ellos en el Centro Cultural de las Fronteras de Ciudad Juárez, figura 33, y el segundo en el Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil. En el anexo N se tiene un artículo sobre la inauguración de la exposición, por parte del área de comunicación de la UACJ.

Figura 33

Museografía dentro del CCF



Nota. La exposición en el Centro Cultural de las Fronteras. *Elaboración propia.*

Se utilizaron dos tipos de rúbricas, una enfocada en los normovisuales y la otra en las personas con ceguera, en las que al final del recorrido se les hacía una entrevista. En el video al que se puede acceder a través del código Quick Response de la figura 34, y a través de la siguiente liga: IR AL VÍDEO puede apreciar el recorrido en el museo.

Figura 34

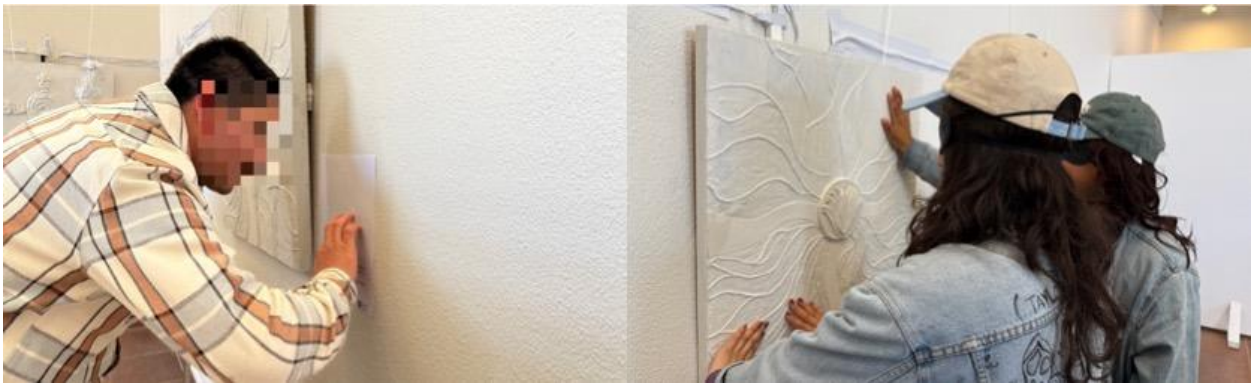
Código Quick Response para ver el recorrido de la exposición en el CCF.

Nota. Este código QR abre un video de YouTube en el que se puede apreciar el recorrido completo en la sala Torre del Centro Cultural de las Fronteras de Ciudad Juárez. *Elaboración propia.*

El objetivo de esta etapa fue el de recolectar datos para evaluar la exposición de acuerdo con la narrativa con base en las obras hápticas tiflotecnológicas bajo el modelo DIMeHa.

Figura 35

Usuarios del recorrido dentro del CCF



Nota. Imagen de algunos usuarios en el recorrido del Centro Cultural de las Fronteras de Ciudad Juárez; en la imagen de la izquierda fue el primer usuario con ceguera en realizar el recorrido; se puede apreciar leyendo las cédulas en Braille. A la derecha, dos estudiantes de la UACJ normovisuales haciendo el recorrido con los ojos vendados. *Elaboración propia.*

El proceso de exposición se estructuró a partir de un guion museográfico previamente diseñado, el cual sirvió como base para la organización espacial y narrativa del recorrido. Con el objetivo de garantizar la accesibilidad de la información, se elaboraron cédulas informativas que incluían tanto texto impreso como texto en sistema Braille. Al inicio del recorrido, se colocó una cédula de bienvenida en la entrada principal y cada pieza expuesta contaba con su respectiva cédula que ofrecía datos sobre la obra, su autor y una interpretación de su significado. Esta estrategia

buscó facilitar la comprensión individual de cada obra, al tiempo que contribuía a la construcción de un entendimiento integral de la exposición.

En cuanto a los elementos de accesibilidad, se implementaron guías podotáctiles elaboradas con velcro en formas de líneas y puntos, seleccionadas por su facilidad de instalación y remoción sin generar daños en el espacio museográfico. La disposición de las piezas se estandarizó en términos de separación y altura, respetando las normativas de accesibilidad táctil para personas con discapacidad visual. Se estableció una altura base de 80 cm, permitiendo que el área de lectura táctil oscile entre los 80 y 160 cm, rango recomendado para la exploración manual. Asimismo, se procuró ocultar el cableado mediante el uso de cinta aislante del mismo color que las paredes del museo, en este caso, blanco, para no interferir con la estética de la exposición.

Figura 36

Usuario con ceguera en el recorrido en el CCF



Nota. Durante el recorrido, los usuarios se guiaban con las guías podotáctiles. Varios de ellos mencionaron la importancia de este tipo de ayudas en este tipo de recorridos. *Elaboración propia.*

Para la recolección de datos, se organizaron recorridos diferenciados según el perfil de los visitantes. En el caso de las personas normovisuales, los recorridos se realizaron en grupos pequeños y de forma alternada, permitiendo a los asistentes desplazarse a su propio ritmo. Sin embargo, la afluencia de público provocó cierta dificultad para controlar el flujo y el ritmo del recorrido. En contraste, los recorridos dirigidos a personas con ceguera se planificaron de manera más controlada, permitiendo una experiencia personalizada. Cada recorrido se realizó individualmente y a un ritmo pausado, en función de las necesidades de apreciación de cada participante. En promedio, cada visita tuvo una duración de entre 20 y 30 minutos, desarrollándose en un entorno despejado y tranquilo, acorde con la forma en que estas personas perciben y procesan la información.

De igual forma, en el Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil, se llevó la exposición de los días del miércoles 5 de marzo al sábado 15 de marzo, en la que se colocaron las piezas en la sala de usos múltiples, un espacio amplio dentro del centro de estudios que sirve de espacio multidisciplinar para crear actividades, tanto para los docentes como para los usuarios del CEIAC.

Figura 37

Museografía dentro del Centro de Estudios para Invidentes AC



Nota. La exhibición de las obras se llevó a cabo en un segundo momento en la sala de usos múltiples del CEIAC, para de esa manera acercar la exposición a más usuarios con ceguera. *Elaboración propia.*

En este espacio se llevó a cabo de una manera mucho más controlada que en el museo, ya que cada día se tienen asignadas ciertas clases para los estudiantes con discapacidad visual y, ya algunos de los estudiantes que habían realizado el recorrido en el museo quisieron volver a realizarlo en el CEIAC, se les permitió realizarlo para observar el comportamiento en un segundo momento de apreciación de la exposición, tal como se puede apreciar en la figura 37.

IV.5 Evaluación de la propuesta en el Museo

Para la evaluación de resultados se llevó a cabo un análisis separando a las personas en dos grupos: usuarios ciegos adultos mayores de 18 años y usuarios niños ciegos menores de 18 años. En la figura 38 se puede apreciar un código QR que, al escanearlo, lleva a la siguiente liga de YouTube: VER VÍDEO, en la que se puede apreciar el recorrido completo realizado por uno de los usuarios ciegos. Estas grabaciones ayudaron a generar los datos con los que se evaluó el modelo DIMeHa (Dimensiones de la Experiencia Háptica).

Figura 38

Código Quick Response para ver el recorrido realizado por un usuario ciego.

Nota. Este código QR abre un video de YouTube en el que podrán apreciar el recorrido realizado por un usuario con ceguera. El video muestra el recorrido completo sin edición, mostrando la experiencia completa desde la primera hasta la última pieza. El video fue grabado el 28 de febrero de 2025 en la sala Torre del Centro Cultural de las Fronteras de Ciudad Juárez. *Elaboración propia.*

IV.5.1 Selección de usuarios

De los usuarios con ceguera, se tuvo una muestra de 15 personas, de las cuales 7 realizaron el recorrido en el Centro Cultural de las Fronteras y 8 en el Centro de Estudios para Invidentes. De ellos, 10 fueron niños de ambos sexos, de entre 8 y 12 años, el 100 % con ceguera total congénita. 9 de los niños están estudiando la educación primaria y uno de ellos secundaria; cabe mencionar que el niño que estudia secundaria está diagnosticado como un niño superdotado con niveles

cognitivos adelantados a su edad, puesto que estudia secundaria teniendo 8 años. Otros 3 niños presentan problemas cognitivos como autismo o bajo nivel cognitivo de nacimiento. Cabe mencionar que los tutores de los usuarios firmaron una carta de consentimiento informado, la cual se puede apreciar un ejemplo vacía en el anexo O y una carta firmada en el anexo P.

A su vez, 5 personas dentro de la muestra son adultos de entre 35 y 71 años. De ellos, 1 tiene ceguera total congénita; los otros 4 tienen ceguera parcial adquirida; 3 de ellos solo perciben luces y 1 persona tiene baja percepción menor al 20 % dentro de un ojo y el otro al 0 %, mencionando que puede ver muy poco. En la tabla 15 se pueden ver los datos demográficos más relevantes para este estudio.

Tabla 15

Datos de usuarios ciegos en las visitas a la exposición Danza Táctil

Usuario	Clave usuario	Edad	Género	Tipo de Ceguera	Modo de adquisición	Nivel educativo	Braille	Constance	Reconocimiento de háptica
1	CCF01	35	M	Total	Congénita	Licenciatura	Si	No	Si
2	CCF02/ceiac	8	M	Total	Congénita	Secundaria	Si	No	Si
3	CCF03/ceiac	12	F	Total	Congénita	Primaria	Poco	No	Si
4	CCF04/ceiac	9	M	Total	Congénita	Primaria	Si	No	Si
5	CCF05	10	M	Total	Congénita	Primaria	Si	No	Si
6	CCF06	11	M	Total	Congénita	Primaria	Si	No	Si
7	CCF07	43	M	Parcial	Adquirida	Licenciatura	Poco	No	Poco
8	CEIAC01	43	M	Parcial	Adquirida	Licenciatura	Poco	No	Si
9	CEIAC02	49	F	Parcial	Adquirida	Secundaria	Poco	No	Si
10	CEIAC03	71	M	Parcial	Adquirida	Licenciatura	Si	No	Si
11	CEIAC04	11	M	Total	Congénita	Primaria	Si	No	Si
12	CEIAC05	10	F	Total	Congénita	Primaria	Poco	No	Si
13	CEIAC06	10	F	Total	Congénita	Primaria	Poco	No	Si
14	CEIAC07	12	M	Total	Congénita	Primaria	Si	No	Si
15	CEIAC08	12	M	Total	Congénita	Primaria	Si	No	Si

Nota. Listado de usuarios ciegos con datos demográficos para organizar la información de los visitantes con ceguera a la exposición Danza Táctil en dos espacios museísticos. Los del Centro Cultural de las Fronteras tienen su inicio de clave CCF seguido de la numeración progresiva, iniciando en 1. Los usuarios del Centro de Estudios para Invidentes, Asociación Civil, tienen la clave CEIAC. En esta tabla podemos ver datos como el tipo de ceguera y la forma en que fue adquirida. Esto nos ayuda a entender su conocimiento sobre el Braille y sobre la lectura de imágenes hápticas. *Elaboración propia.*

Un dato interesante que influyó en mermar la cantidad de visitantes a ambas exposiciones fue el clima *normal* de Ciudad Juárez que se vive durante los meses de febrero, marzo y abril. Aunque para los residentes de la ciudad es normal tener el periodo de vientos fuertes con tolvaneras, en 2025 se vivieron en las semanas de las dos exposiciones por lo menos 3 alertas preventivas donde hubo cancelación de clases y trabajo remoto de muchas dependencias; además, fueron entre 7 y 9 días (alternados, nunca seguidos) donde la visibilidad se redujo a niveles peligrosos para manejar debido a las *tolvaneras*. En la figura 39 se puede apreciar una imagen típica del clima de la región.

Figura 39

Clima típico de la región de Ciudad Juárez.



Nota. Durante febrero y marzo de 2025, Ciudad Juárez vivió entre 8 y 9 días de tolvaneras intensas, concentradas principalmente en marzo. Estos episodios, provocados por ráfagas que alcanzaron los 85 km/h, generaron el clásico fenómeno de cielo café o filtro México, como le llaman en redes sociales los juarenses. Estos vientos redujeron drásticamente la visibilidad, obligando incluso al cierre temporal de carreteras y cancelando actividades debido a la densa tierra suspendida, afectando las visitas programadas a la exposición Danza Táctil. *Elaboración propia.*

Cabe mencionar que la cantidad de usuarios finales que interactuaron con las piezas fueron más de 200 personas normovisuales, dado que se organizaron recorridos por parte del museo en el que varios grupos recorrían la exposición, pero debido a la premura de tiempo de los recorridos que abarcaban el centro cultural en su totalidad, se decidió tomar los datos de los grupos controlados con pocas personas, ya que en los grupos mayores a 10 personas tal y como se puede

apreciar en la figura 40, el tomar datos a través de las encuestas se dificultaba por la rapidez que requería la movilidad de los grupos en el centro cultural, aunque cabe mencionar que varias personas sí se acercaban a preguntar sobre la instalación, en específico del funcionamiento de los sensores.

Figura 40

Recorrido de un grupo en el CCF



Nota. Un grupo de personas normovisuales en una visita guiada dentro del Centro Cultural de las Fronteras el día 1 de marzo de 2025. *Elaboración propia.*

La estabilidad de las piezas no se vio comprometida con el uso rudo o con el tacto. Solamente se cuidó al momento de ser transportadas, ya que los materiales utilizados por los estudiantes requerían que las piezas no se apilaran para dañar las texturas o los circuitos, por el hecho de que al presionarse entre ellas se podían dañar las conexiones o las texturas.

El factor más importante al momento de realizar la evaluación fue la observación del comportamiento durante la exploración, ya que, de acuerdo a Norman y Heskett, es de suma importancia analizar la experiencia del usuario durante el uso de un sistema interactivo, en este

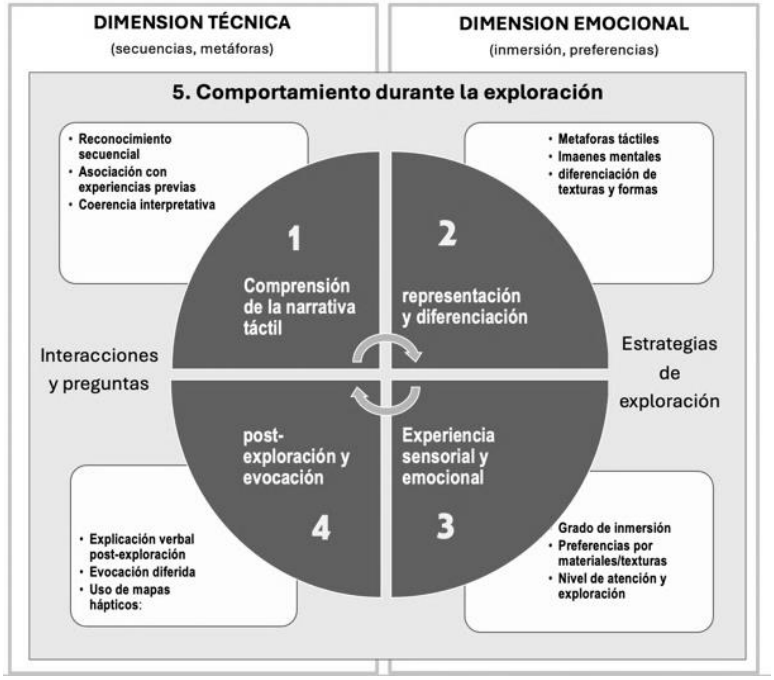
caso, la interacción con las piezas y la experiencia con el recorrido museístico, para determinar los niveles de satisfacción, además de la comprensión de las piezas para el reconocimiento de las imágenes hápticas y de esta manera, se pudieran construir una narrativa con la recuperación de modelos mentales propios.

IV.5.2 Observación basada en las dimensiones del modelo DIMeHa

A continuación, expondremos los resultados de las dimensiones analizadas, separando en a los usuarios con ceguera en dos grupos: niños menores de 18 años y adultos de 18 años o más, analizando a través del modelo de las dimensiones que se muestra en la figura 41.

Figura 41

Dimensiones técnica y emocional del comportamiento en la exploración en el museo



Nota. En la imagen se presentan los 4 cuadrantes analizados de las dimensiones que presentan las variables analizadas durante el comportamiento de los visitantes en las exploraciones táctiles, tanto de las piezas, como del recorrido íntegro. *Elaboración propia.*

Dentro de las dimensiones analizadas, se dividió el estudio en 4 apartados principales:

Comprensión de la narrativa táctil, procesos cognitivos y representación mental, experiencia sensorial-emocional, evaluación a través de la retroalimentación y el comportamiento durante la exposición. Dichos apartados fueron registrados a través de la rúbrica de evaluación de interpretación perceptiva de una narrativa táctil que se puede encontrar en el anexo Q.

1. Comprensión de la narrativa táctil.
2. Procesos cognitivos y representación mental
3. Experiencia sensorial-emocional
4. Evaluación a través de la retroalimentación
5. Comportamiento durante la exposición.

Durante la exposición se revisó el comportamiento de las participantes para verificar tanto su nivel de satisfacción como el de comprensión de las narrativas, puesto que el objetivo principal de la investigación es analizar cómo, a través de la recuperación de las imágenes mentales del marco representacional de cada uno de ellos, les ayuda a comprender las imágenes hápticas y, en este sentido, estructurar una narrativa propia. De los diferentes niveles semióticos, recordemos que la lectura de háptica de una imagen táctil se da en 3 fases: reconocimiento sintáctico, comprensión semántica, apropiación pragmática.

De esta manera, el recorrido para cada participante fue de manera distinta, desde el inicio hasta el final, de acuerdo con su edad, nivel educativo y características cognitivas. De los participantes, algunos llegaron con curiosidad, ansiosos y emocionados por realizar el recorrido, puesto que mencionaban que "era emocionante poder tocar algo por fin en un museo", "siempre se les cuentan las cosas, pero no les permiten tocar en un museo" y por ende se aburren o lo consideran un paseo normal, puesto que no pueden hacer nada más que escuchar a las personas que guían los recorridos en el museo, ya sea un empleado de este o los mismos familiares.

Entonces recorrían con entusiasmo, o de manera analítica. E incluso algunos mencionando dudas o haciendo sugerencias sobre las piezas o los recorridos.

Por ejemplo, el participante 7, un adulto de 43 años con ceguera adquirida, mencionaba la importancia del uso de elementos de apoyo y, cuando se percató de los rieles podotáctiles, mencionó que eso ayudaba mucho para moverse de manera independiente. Pero a su vez, mencionaba la importancia de los textos impresos para que las personas que tuvieran instaladas en sus dispositivos móviles aplicaciones de apoyo para ceguera como *Voice Dream Scanner*, una app que mediante la cámara reconoce textos e imágenes y los lee o describe para el usuario.

Sin embargo, para el participante 1, la experiencia fue agradable. El recorrido lo realizó el día de la inauguración de la exposición; a pesar del ruido que la gente hacía en la sala del centro cultural, no impidió el disfrute de la experiencia para el participante. En este caso, el participante

es un adulto de 35 años que iba platicando durante la experiencia del recorrido, haciendo sugerencias sobre lo que le gustaría añadir en cada pieza para un mayor disfrute y mejora de la experiencia, como el hecho de que le gustaría que hubiera más sensores para crear una experiencia más como de juego y llamado a la acción, algunos sensores que dieran indicaciones y otros que apoyaran a la narrativa. Sin embargo, mencionó que para él, debido a que batalla para leer Braille, el audio fue lo mejor de esta experiencia, así que se abstuvo de leer las cédulas y se basó principalmente en el tacto de las imágenes y activación de los sensores.

Para el participante 2, figura 42, un niño de 8 años, la experiencia fue enriquecedora y muy emocionante; realizó el recorrido muy contento y, sorprendentemente, reconocía las imágenes táctiles con facilidad, las iba describiendo y activaba los sensores con mucha facilidad, mencionando que le emocionaba encontrarlos y escuchar las descripciones y sonidos de apoyo narrativo. Cabe mencionar que este participante, según nos comentaron sus padres, es un niño diagnosticado con un alto nivel cognitivo, el cual se encuentra adelantado en su grado escolar, estudiando la educación secundaria, teniendo 8 años.

Figura 42

Participante 2 en el Centro Cultural de las Fronteras



Nota. El participante con ceguera 2 tiene un alto desarrollo cognitivo y, además del Braille, puede leer letras del sistema de escritura alfabética. Durante el recorrido, reconoció los elementos táctiles con facilidad y comprendía las imágenes describiéndolas adecuadamente. *Elaboración propia.*

Durante el recorrido utilizó todos los recursos disponibles, leyendo las cédulas en Braille, activando los sensores y tocando las imágenes, describiéndolas según lo que comprendía, reconociendo adecuadamente la mayoría de los elementos en ellas.

Pero para los participantes 3, 12 y 13, nos encontramos con niños con problemas cognitivos como autismo, o problemas como bajo nivel cognitivo asociado a problemas de nacimiento. Para ellos el recorrido, a pesar de ser emocionante, su comprensión sobre la narrativa no fue la esperada, pues requerían mayor apoyo descriptivo, o no sabían leer Braille con facilidad.

Por ello, la participante 3 no se detenía a revisar a detalle las imágenes, sino que avanzaba con mayor rapidez que el participante 2. Cabe mencionar que la duración aproximada de lectura por pieza era de aproximadamente 3 a 4 minutos por cada una de ellas. Entonces, la participante 2 recorría las texturas y avanzaba sin detenerse a escuchar los audios completos y, debido a la dificultad causada por su bajo nivel cognitivo, problema que así lo menciona su madre como diagnóstico, tenía problemas de lenguaje, puesto que, a pesar de comunicarse, sus frases eran entrecortadas, incompletas o con una sintaxis desorganizada. Además de que en su comportamiento era, a su vez, desorganizado, puesto que recorría las piezas, luego se picaba el ojo y llevaba la mano de quien la acompañaba a invitarlo a tocarle el ojo. En esta forma, el recorrido se realizó con un comportamiento errático, pero de emoción al llegar a las piezas que activaban sonidos de danza o instrumentos musicales.

De manera muy similar fue el comportamiento de los estudiantes 12 y 13, sin tanto contratiempo, pero sí similar en el aspecto de lectura rápida, desinterés por las formas que no les llamaban la atención, pero cuando una forma les gustaba, se tomaban mayor tiempo para realizar el tacto de las piezas. Para ellos, las piezas con descripciones textuales no les llamaban la atención; sin embargo, las piezas que requerían una activación de estímulo-respuesta inmediata, como la de los tambores o la de la música, eran estas piezas las favoritas de ellos. Para la participante 3, la pieza 8 que activaba música de una danza matachín fue la favorita, y se detuvo en ella por alrededor de 10 minutos, puesto que le gustaba activarla y empezar a bailar.

Figura 43

Usuario en el CEIAC



Nota. El participante con ceguera tocando una de las piezas y escuchando detenidamente los sonidos que generaban los tambores. *Elaboración propia.*

En la figura 43 vemos al participante 13, de quien las piezas favoritas fueron las mismas que para la participante 3, estas piezas son las que activaban música. Para el participante 13, también pasó varios minutos activando los audios de las piezas 7 y 8, la de los tambores y la danza. Y con el sonido de los tambores se fue a una mesa a recrear el audio, pues sorprendentemente y de acuerdo con la maestra que lo acompañaba, el participante tiene oído absoluto. Y por ello, durante el recorrido, se daba tiempo de ir reconociendo las notas musicales y recrear los sonidos que escuchaba, tanto de los tambores como de la danza.

A su vez, los participantes 4, 5 y 6 fueron niños de 9, 10 y 11 años, estudiantes de primaria con ceguera congénita y sin problemas cognitivos. El recorrido para ellos fue distinto al de los niños con problemas cognitivos, puesto que su nivel de comprensión táctil y de Braille los llevó a comportarse de manera ordenada, siguiendo las guías podotáctiles, algunos con bastón, otros con los pies, rozando la suela con las guías y de esa manera ayudándose a determinar si debían seguir o detenerse. Las guías indicaban dónde se encontraba cada pieza. El recorrido lo realizaban primero leyendo las cédulas en voz alta. Luego movían las manos para identificar el lugar donde se encontraban las piezas y las recorrían con las manos. Se emocionaban al identificar las cosas, a veces preguntando al guía cosas como "¿esto qué es…? ¿son los piecitos…?" y se respondían solos "¡sí! Son como pisadas, ahh, sí le estoy entendiendo".

La manera en la que tocaban las piezas era de manera muy meticulosa, recorriendo con ambas manos diferentes espacios de la pieza, cambiando la manera de tocar, a veces con las palmas

completas, luego solo con las yemas de los dedos y a veces apretando con los dedos como si quisieran tomar el objeto, como se puede apreciar en la figura 44, en donde el participante aprieta el objeto con la mano derecha. Sin embargo, con la izquierda toca con la mano completa.

Algo que les llamaba la atención era la activación de los sensores al tacto, pues se activaban tocando ciertas áreas; por ejemplo, el de la figura 44 se activaba al llegar a la figura del centro y les daba una especie de retroalimentación: "Has encontrado la penca de sotol (…)" y se emocionaban. Cuando no encontraban los sensores, seguían recorriendo las piezas, tratando de comprender las imágenes, hasta que sonara algo. Luego prestaban atención al audio, que, como ya sabemos, en ocasiones eran descripciones, en otras se daba retroalimentación al comportamiento o audios de música. De esta manera, la narrativa conjugaba los audios de manera distinta en cada pieza.

Figura 44

Participante tocando la pieza 2



Nota. Participante tocando la pieza 2, haciéndolo de dos maneras distintas de manera simultánea. *Elaboración propia.*

De manera similar, los participantes 14 y 15, niños de 12 años, se comportaron de manera similar a las descripciones anteriores, basándose principalmente en la lectura táctil de las imágenes, y no tanto en la lectura de cédulas. Sin embargo, para los participantes adultos la experiencia del recorrido fue distinta. Las edades de los adultos fueron 35, 43, 44, 49 y 71 años.

Figura 45

Participante tocando la pieza 6



Nota. Participante tocando la pieza 6, en la que se aprecia que una de las maneras de interpretar es apretando las texturas. *Elaboración propia.*

Para los participantes adultos, el recorrido lo hacían como evaluando la experiencia. Revisando las piezas, activando los audios, escuchando atentamente. A todos los participantes se les daba la bienvenida, se les describía el tema para que realizaran el recorrido de la manera más autónoma posible y, de hecho, cuando se ubicaban espacialmente, recorrían sin problema entre piezas; cada una de las obras la empezaban a tocar para reconocer los elementos y, cuando no reconocían los elementos, preguntaban qué era lo que estaban tocando. O, al igual que los niños, describían lo que se imaginaban que estaban tocando.

Durante el recorrido nos encontrábamos con cuestiones de reconocimiento de imágenes que no tenían dentro de sus marcos representacionales. Por ejemplo, en la pieza 2, la planta de sotol no era un objeto tan reconocible para ellos, puesto que la manera en la que identificaban *el cómo es* una planta es diferente a cómo perciben una penca de sotol. En este sentido, estaban aprendiendo algunas formas, figuras nuevas; por ejemplo, se estaban creando las imágenes de cómo es una penca de sotol o cómo es la vestimenta de un matachín. Por ejemplo, con la penca de sotol encontraban que tenía filamentos puntiagudos. Uno de los maestros acompañantes de los alumnos durante el recorrido sugería que los audios ayudaran también en este aspecto, a que aprendan a reconocer los elementos que están tocando, por si el alumno o la persona ciega no

conoce el objeto, se pueda crear una imagen mental de acuerdo con el elemento que está aprendiendo.

La lectura háptica se desarrollaba de manera lenta, tocando los objetos en las obras de manera tranquila; en algunas ocasiones lo realizaban con una sola mano, lentamente. O cuando usaban las dos manos; una de las dos que predominaba la lectura, tocando a detalle y lentamente con la mano lectora, y la otra mano se dedicaba a mantener la espacialidad, como se puede apreciar en la figura 46. En este sentido, la lectura de la mano predominante era similar a la lectura de los niños, en la que en momentos se enfocan a leer con la palma completa, en otras solo con los dedos y en ocasiones apretaban los objetos.

Figura 46

Participante adulto tocando la pieza 2



Nota. Se identificaron diversas formas de reconocimiento táctil, entre ellas el uso de la palma completa para abarcar superficies amplias, o solo con las yemas de los dedos para captar detalles específicos. *Elaboración propia.*

Cuando buscaban los sensores se detenían por espacio de uno o dos segundos para empezar a escuchar y luego seguían con la lectura háptica; dependiendo de la pieza, seguían con el recorrido o se enfocaban en ciertas áreas. Por ejemplo, en la pieza de la penca de sotol, se detenían a recorrer la figura de la penca identificando cómo era. Los elementos de texturas figurativas que representaban el camino o las diferentes sendas usualmente eran confundidos con raíces, aunque algunas personas sí lograban identificar que simulaban ser senderos en el cerro.

Cabe mencionar que, de los adultos, 1 tiene ceguera total y congénita y 4 con ceguera parcial adquirida, siendo esto la razón principal por la cual ellos no leen Braille o, en su defecto, lo leen poco y con dificultad. Solamente uno de los adultos lo lee sin problemas.

Al final del recorrido se les hacían una serie de preguntas para ver su nivel de satisfacción del recorrido, así como para verificar su comprensión de las piezas y comprensión de la narrativa. También se les cuestionaba sobre su pieza favorita, lo que entendieron, lo que no entendieron, que nos ayudaran mencionando qué mejorarían y qué tan funcional consideraron los audios.

Capítulo V.
Resultados y evaluación

En este apartado se describirán los resultados de las observaciones realizadas a los participantes con ceguera. Para el análisis se tomó en cuenta la rúbrica de las dimensiones técnica y emocional del comportamiento en la exploración en el museo y separamos los resultados en 5 rubros: 1) Comprensión de la narrativa táctil, 2) Procesos cognitivos y representación mental, 3) Experiencia sensorial-emocional, 4) Evaluación a través de la retroalimentación y 5) Comportamiento durante la exposición. Dichos datos son los recabados por los dos evaluadores que utilizaron la rúbrica de evaluación DIMeHa. En el anexo R se encuentra el instrumento contestado por el evaluador 1 en el CCF. A su vez, en el anexo S se podrá revisar la rúbrica contestada por un segundo evaluador en el CEIAC.

Para la lectura de los datos debemos considerar los valores utilizados para cada indicador en la *Rúbrica de* evaluación *de interpretación perceptiva de una narrativa táctil,* en donde los valores de la escala corresponden del 1 al 5, en donde 1 es el valor más bajo y 5 es el valor mayor. Al final, en cada rubro e indicador se promediaron los valores de acuerdo con la evaluación de todos los participantes. A continuación, se presentan dichos resultados.

V.1 Comprensión de la narrativa táctil.

Para la evaluación de los comportamientos y contrastar con su comprensión, tomamos como base las teorías de Heller y Ballesteros (2012), para quienes la exploración háptica sistemática potencia el rendimiento de la memoria secuencial en personas ciegas, lo cual sugiere que el desarrollo de patrones estructurados de contacto táctil optimiza la percepción y el recuerdo de estímulos temporales. Este hallazgo respalda la importancia de incorporar principios de sistematicidad en el diseño de tecnologías hápticas dirigidas a usuarios con discapacidad visual.

Por ello, los elementos evaluados durante el recorrido fueron: 1) el reconocimiento secuencial, 2) la asociación con experiencias previas y 3) la coherencia interpretativa. Los valores obtenidos se pueden apreciar en la tabla 16.

Tabla 16

Datos obtenidos del rubro Comprensión de la narrativa táctil

		Comprensión de la narrativa táctil			
No	Clave usuario	Reconocimiento Secuencial	Asociación con Expereiencias previas	Coherencia interpretativa	Total / Comprensión de la narrativa táctil
1	CCF01	4	4	4	4
2	CCF02/ceiac	5	5	5	5
3	CCF03/ceiac	3	2	3	2.666666667
4	CCF04/ceiac	5	4	4	4.333333333
5	CCF05	4	3	4	3.666666667
6	CCF06	5	4	4	4.333333333
7	CCF07	4	5	3	4
8	CEIAC01	4	5	4	4.333333333
9	CEIAC02	5	4	4	4.333333333
10	CEIAC03	4	5	4	4.333333333
11	CEIAC04	4	5	4	4.333333333
12	CEIAC05	4	2	2	2.666666667
13	CEIAC06	3	2	2	2.333333333
14	CEIAC07	5	4	5	4.666666667
15	CEIAC08	5	4	5	4.666666667

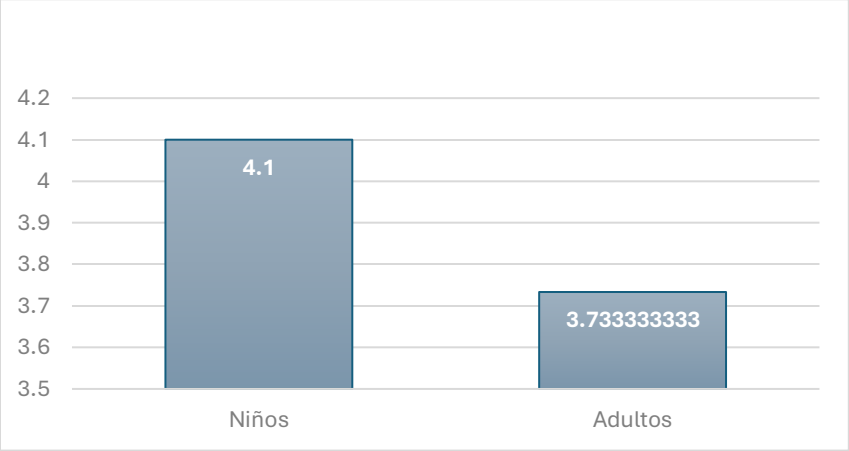
Nota. Las valoraciones de los usuarios marcan una tendencia positiva con un promedio de 4.1 de los usuarios niños y de un promedio medio por parte de los adultos con un 3.7. *Elaboración propia.*

Al momento de realizar el recorrido, el observador fue acompañando a manera de guía al usuario. Aunque durante la planeación del recorrido uno de los objetivos principales es el reconocimiento espacial autónomo y el recorrido de manera no dirigida, fue importante que una persona ayudara durante el recorrido, para de esta manera poder tomar datos, grabaciones, fotos y poder ir escuchando a la persona que hacía el recorrido y así inclusive ayudarla en caso de ser necesario.

Como se puede apreciar en la figura 47, los promedios obtenidos en la escala Likert dentro de los valores que van del 1 al 5, donde 1 marca el menor valor sobre la comprensión narrativa y el 5 el mayor valor, se obtuvo un promedio de 4.1 con los niños y un 3.7 con los adultos en el apartado de comprensión de la narrativa. Este valor indica una tendencia positiva en general, aunque los adultos quedaron marcados con una tendencia hacia la neutralidad.

Figura 47

Gráficas sobre los datos del rubro comprensión de la narrativa táctil



Nota. De los valores obtenidos por los 15 usuarios, se separó el análisis en niños y adultos, lo que dio los promedios de 4.1 y 3.7, marcando una tendencia positiva, aunque más apegada hacia una neutralidad en el rubro de la comprensión narrativa. *Elaboración propia.*

Tomando en cuenta estos valores, se obtuvieron del promedio de la observación de los 15 participantes en los 3 apartados que componen este rubro; a continuación, describimos los resultados de cada uno de ellos, e iniciamos con el reconocimiento secuencial.

V.1.1 Reconocimiento secuencial:

El promedio obtenido de los 15 participantes fue 4.26 de 5 en el reconocimiento de una secuencia en el recorrido completo. El reconocimiento de este se llevó a cabo al observar que comprendían que el recorrido tenía una secuencia de líneas lógica y no se brincaban entre piezas. Los participantes comprendían y reconocían los elementos como parte de una secuencia; a pesar de que algunos cometían errores, estos eran mínimos y podían reconstruir la secuencia sin problema alguno. Además, podían generar una secuencia espacial en las piezas mismas, al leer de manera estructurada, es decir, de manera sistemática con su forma de lectura háptica.

Cabe mencionar, en promedio, comparando los valores obtenidos por edades, fueron muy similares; para los adultos fue de 4.2 de 5 y los niños un 4.3 de 5.

V.1.2 Asociación con experiencias previas:

En este apartado, la calificación global de los participantes fue de 3.86 de 5, tomando en cuenta las asociaciones con sus experiencias previas, es decir, cómo generaban una vinculación sobre las imágenes mentales de cada uno de ellos y la recuperación de un marco representacional.

Para poder evaluar este apartado, se fue observando y revisando las descripciones que hacían las personas sobre las imágenes que estaban tocando y sobre lo que creían que estas representaban. Cabe mencionar que no les preguntábamos sobre lo que ellos creían que eran las imágenes, sino que ellos mismos describían las cosas al decir cosas como "esto creo que es una pisada…" En este sentido, las asociaciones se generaban sobre elementos con conocimientos previos, aunque, de acuerdo con los niveles cognitivos de cada participante, obteníamos que las personas con autismo generaban asociaciones vagas o confusas.

Los valores separados por edades fueron: adultos, una calificación de 4.6, y los niños de 3.5, una posible causa de la diferencia en la asociación es que 4 de los 5 adultos tienen ceguera parcial adquirida; es por ello que reconocer y asociar los elementos con conocimientos previos era más sencillo, y para los niños con ceguera total congénita era más complicado porque había formas y figuras que no conocían y, en este sentido, las estaban aprendiendo.

Otro punto para considerar es que los 3 participantes con autismo obtenían valores más bajos; en promedio fue de 2 sobre 5, ya que sus descripciones eran vagas y confusas.

V.1.3 Coherencia interpretativa:

En el rubro de la coherencia interpretativa se evaluó la asociación con experiencias previas. Para ello se observaba cómo asociaban los elementos con conocimientos y experiencias previas, al mencionar cosas como "esto me parece conocido", "esto parece ser un árbol" o "para mí un árbol tiene como ramitas"; además, al ir platicando, generaban relaciones con cosas que les recordaban. Como señalan Pissaloux y Velázquez (2017), las personas ciegas construyen representaciones espaciales significativas integrando información táctil con esquemas previos de carácter sensoriomotor, cognitivo y auditivo, lo cual confirma la existencia de una organización multisensorial altamente adaptativa durante la exploración del entorno. En este rubro, se obtuvo una calificación global de 3.8 de 5.

Para los niños su promedio fue de 3.5 y para los adultos un 4.6. En el caso de los niños con autismo fue de 2 de 5. En este sentido, la congruencia interpretativa fue de mayor dificultad, en primera instancia, en los niños autistas, puesto que presentaban una narrativa fragmentada, o que, a pesar de generar una historia, lo hacían con errores o vacíos. Por su parte, tanto para los otros niños, la coherencia era de valor 4 o 5, en el que lograban narrar con fluidez, algunos con pequeños errores, pero otros lo hacían de manera clara y sin errores grandes, o incluso reinterpretaban, añadiendo a la historia que ellos estaban leyendo, agregando datos de sus experiencias previas.

Por su parte, los adultos construían una historia, pero mostrando ciertos errores, tratando de generar una narrativa en la que contrastaban lo que visualmente recordaban en sus imágenes mentales con las imágenes hápticas. En algunos casos alcanzaban a percibir luces o ciertas formas, pero no lograban reconocer del todo y eso cambiaba su interpretación. Pero cuando escuchaban los audios, volvían a reinterpretar de acuerdo con lo que consideraban que eran los elementos que coincidían con lo que escuchaban.

V.2 Procesos cognitivos y representación mental

En este rubro, se obtuvieron datos acerca de la interpretación semántica y el uso de imágenes mentales para la comprensión de las imágenes táctiles, y su contraste con la reinterpretación y construcción de una imagen mental. Desde la perspectiva de la teoría de la doble codificación de Paivio (1971), la integración de información verbal y no verbal (como estímulos táctiles) permite construir representaciones mentales más completas. Esto resulta especialmente relevante en contextos de exploración háptica, donde los estímulos no visuales pueden codificarse simultáneamente en sistemas simbólicos y sensoriales, favoreciendo la construcción de imágenes mentales espaciales en personas con discapacidad visual. De acuerdo con los valores que puede apreciar en la tabla 17, el promedio por este apartado fue de 3.86 de 5 con el total de los 15 usuarios.

Tabla 17

Datos obtenidos del rubro Procesos cognitivos y representación mental

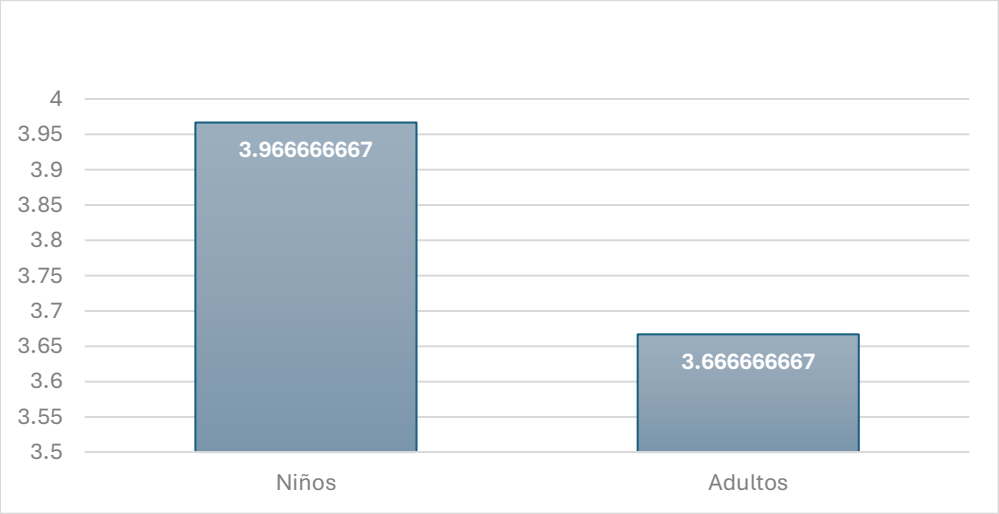
		Procesos cognitivos y representación mental			
No	Clave usuario	Usa metáforas táctiles	Construcción de imágenes mentales	Diferenciación de texturas y formas	Total Procesos cognitivos y representación mental
1	CCF01	3	4	4	3.666666667
2	CCF02/ceiac	5	5	5	5
3	CCF03/ceiac	3	2	3	2.666666667
4	CCF04/ceiac	5	4	4	4.333333333
5	CCF05	4	4	4	4
6	CCF06	4	4	4	4
7	CCF07	4	3	3	3.333333333
8	CEIAC01	4	4	4	4
9	CEIAC02	4	4	5	4.333333333
10	CEIAC03	5	4	4	4.333333333
11	CEIAC04	5	4	4	4.333333333
12	CEIAC05	2	3	3	2.666666667
13	CEIAC06	3	2	3	2.666666667
14	CEIAC07	4	4	4	4
15	CEIAC08	4	5	5	4.666666667

Nota. Las valoraciones de los usuarios marcan una tendencia de postura neutral con un promedio de 3.96 por parte de usuarios niños y de 3.66 por parte de los adultos. *Elaboración propia.*

En este apartado, se tienen 3 elementos que fueron evaluados: 1) uso de metáforas táctiles, 2) construcción de imágenes mentales y 3) diferenciación de formas y texturas. De esta manera se revisó la correlación generada entre el tacto y los procesos cognitivos de asociación y creación de imágenes mentales. El promedio entre adultos y niños fueron similares: 3.96 para los niños y 3.66 para los adultos, tal como se puede apreciar en la figura 48. Los resultados de cada elemento se explican en el siguiente apartado.

Figura 48

Gráficas sobre los datos del rubro procesos cognitivos y representación mental



Nota. Para los valores del eje de procesos cognitivos, la tendencia fue más cercada hacia la neutralidad en ambos tipos de usuarios. *Elaboración propia.*

V.2.1 Uso de metáforas táctiles

Al momento de la evaluación, fue importante el uso de las metáforas para generar una lectura semántica y, de acuerdo con eso, construir una lectura narrativa propia. En este sentido, Lederman y Klatzky (2009) argumentan que las metáforas táctiles no solo vinculan la experiencia concreta con el pensamiento simbólico, sino que también actúan como herramientas cognitivas eficaces para la construcción de significados abstractos en personas ciegas, al activar asociaciones sensoriales previas que suplen la falta de visión.

De acuerdo con esto, los resultados obtenidos fueron: en los adultos, un valor de 4 sobre 5; en los niños, en promedio fue de 3.9 de 5, tomando en cuenta el valor de los niños con autismo, con un valor promedio de 2.6 de 5. Esto debido a que los niños con autismo creaban y construían metáforas muy limitadas e imprecisas, relacionaban las imágenes mentales con experiencias

previas, pero no lo relacionaban con la narrativa lineal que se les mostraba en la exposición, sino que lo hacían construyendo una asociación propia hacia sus gustos. Sin embargo, los otros niños empleaban metáforas relevantes al contexto de la narrativa, e incluso uno de ellos generaba metáforas precisas, enriqueciendo su interpretación.

En el caso de los adultos, principalmente generaban metáforas, que, aunque algunas eran relevantes al contexto, otras metáforas eran más ambiguas al contexto.

V.2.2 Construcción de imágenes mentales

En el apartado de la construcción de las imágenes mentales, se obtuvo un promedio de 3.73 de 5 con los 15 participantes. En este rubro se evaluaba la descripción de las imágenes mentales, es decir, cómo asociaban la imagen háptica con un modelo mental. Dichos modelos e imágenes mentales van de acuerdo con ciertos niveles sintácticos; de acuerdo con Van der Heijden et al. (2020), se dice que las personas ciegas congénitas son capaces de generar imágenes mentales táctiles detalladas, lo que valida la teoría de la doble codificación de Paivio (1971) en contextos no visuales. Estos resultados refuerzan la idea de que la imaginación espacial y conceptual no depende exclusivamente de la experiencia visual, sino que puede emerger a partir de la interacción háptica. Estas representaciones generan una semántica que los ayuda a comprender en lo individual cada pieza de la exposición y luego una construcción narrativa de la exposición completa.

En este apartado, los valores obtenidos por los niños fueron de 3.7, los adultos de 3.8, y de los niños con autismo de un 2.3 de 5. En el caso de los niños con autismo, no lograban describir las imágenes mentales, o generaban descripciones vagas e inexactas. Por su parte, los otros niños lograban construir imágenes ricas en detalles, con descripciones sobre las texturas, figuras y formas correspondientes a las imágenes táctiles. Uno de los niños generaba representaciones con precisión y detalle. En el caso de los adultos, las formas descritas sobre las imágenes mentales eran con detalles de formas y figuras de acuerdo con lo que estaban tocando, pero lo describían con detalles mínimos.

V.2.3 Diferenciación de formas y texturas

Para evaluar la háptica y la manera en la que la diferenciación entre formas y texturas ayudaba a generar una lectura táctil efectiva, se observó la manera en la que las personas con ceguera leían las imágenes. En este sentido, tomamos como referente base a Lederman y Klatzky (2009), quien aplica los principios de la percepción ecológica de Gibson al contexto de aprendizaje

de lecturas, demostrando que la discriminación táctil en estudiantes ciegos mejora cuando se diseñan tareas estructuradas que resaltan propiedades invariantes de los objetos. De esta manera tomamos este enfoque que permite a los usuarios identificar información relevante del entorno a través de la acción háptica, es decir, reforzando la percepción táctil activa y significativa.

El valor promedio obtenido de los 15 participantes fue de 3.93 de 5. De este valor, los niños obtuvieron un 3.9 y los adultos 4. De los niños, los 3 autistas obtuvieron un 3 de 5. De acuerdo con lo anterior, los adultos identificaban la mayoría de las texturas y formas con algunos errores. El problema principal identificado era que su forma de lectura háptica se ve influenciada por las imágenes mentales generadas previamente a su estado de ceguera. Por eso lograban reconocer algunas imágenes y formas, pero con ciertos errores.

Para los niños, la lectura fue más sencilla; identificaban adecuadamente texturas y formas; uno de ellos identificaba prácticamente a la perfección los detalles de los elementos en las obras. Sin embargo, para los niños con autismo, la diferenciación de formas y texturas era compleja; se basaban en su disfrute de las piezas, más enfocados a los audios que a las texturas. Principalmente, identificaban algunas formas, pero con errores de lectura.

V.3 Experiencia sensorial-emocional

Para la experiencia sensorial-emocional, nos basamos principalmente en las teorías del Flow (Csikszentmihalyi, 2014), la cual sostiene que la inmersión ocurre cuando una persona se encuentra completamente absorta en una actividad desafiante, pero manejable, alcanzando un estado óptimo de concentración, motivación y disfrute. Este concepto es especialmente relevante en el diseño de experiencias hápticas, donde el equilibrio entre desafío y competencia perceptual puede facilitar una interacción profundamente significativa para usuarios ciegos. En la tabla 18 se observan los valores obtenidos en este rubro, en el que se evaluó la experiencia del usuario. El valor obtenido en promedio de los 15 usuarios fue de 4.53 de 5. Como se puede apreciar en la figura 49, en el caso de los niños se obtuvo un valor promedio de 4.6 y de los adultos un 4.4 de 5.

Tabla 18

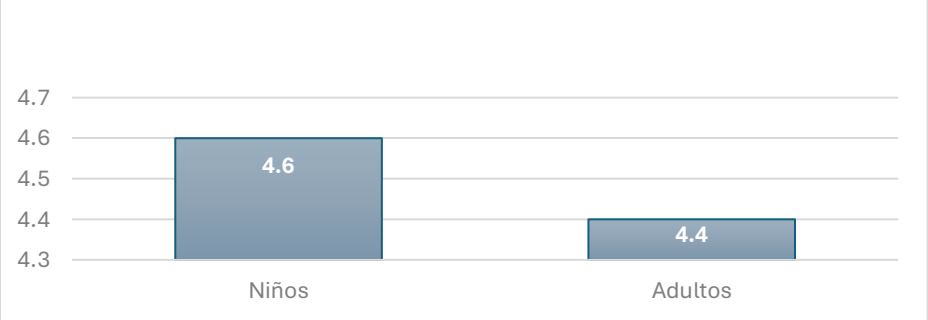
Datos obtenidos del rubro experiencia sensorial y emocional

		Experiencia sensorial y emocional			
No	Clave usuario	Grado de inmersión	Prefiere ciertos materiales o texturas	Nivel de atención y exploración	Total / Experiencia sensorial y emocional
1	CCF01	5	4	5	4.666666667
2	CCF02/ceiac	5	5	5	5
3	CCF03/ceiac	5	4	4	4.333333333
4	CCF04/ceiac	5	5	5	5
5	CCF05	5	5	5	5
6	CCF06	4	5	5	4.666666667
7	CCF07	4	3	3	3.333333333
8	CEIAC01	5	5	5	5
9	CEIAC02	4	4	4	4
10	CEIAC03	5	5	5	5
11	CEIAC04	5	4	5	4.666666667
12	CEIAC05	4	4	5	4.333333333
13	CEIAC06	3	4	3	3.333333333
14	CEIAC07	5	4	5	4.666666667
15	CEIAC08	5	5	5	5

Nota. El eje de experiencia sensorial marca una tendencia de aceptación con un alto promedio, con valores de 4.6 en los niños y de 4.4 en los adultos. *Elaboración propia.*

Figura 49

Gráficas sobre los datos del rubro experiencia sensorial y emocional



Nota. En el eje de experiencia sensorial y emocional, la valoración de la mayoría de los usuarios fue más cercana a una tendencia positiva con un promedio alto. *Elaboración propia.*

Para la experiencia sensorial, evaluamos 3 elementos: 1) grado de inmersión, 2) preferencias en materiales y texturas y 3) nivel de atención y exploración. A continuación, describimos los resultados de cada uno de ellos.

V.3.1 Grado de inmersión

Los participantes fueron evaluados al observar qué tanto se involucraban con las piezas y el recorrido, tomando en cuenta la experiencia de usuario y la teoría del *Flow*. Un grado de inmersión alto se alcanza cuando los usuarios tienen la suficiente autonomía para explorar el entorno de manera autodirigida. Aunque en el recorrido el observador fungió como guía, se le dejó al usuario reconocer el espacio, las piezas y la narrativa por sí mismo. De esta manera, la relación entre inmersión y control refuerza la idea de libertad exploratoria basada en la comprensión espacial. Y este grado de inmersión se inicia con la idea que rompe el paradigma de lo que el usuario ha imaginado y escuchado de un museo: "no tocar".

De esta manera, los 15 usuarios mostraron interés en la inmersión total con las piezas. El promedio obtenido, tanto de adultos como de niños, fue de 4.6 de 5. De igual forma, para los niños con autismo se obtuvo un valor alto: 4 de 5.

Así, el grado de inmersión fue uno de los elementos que lograron los valores más altos en el recorrido, porque aunque en ocasiones para los niños con autismo el grado de inmersión en la historia era parcial, se mostraban interesados en ciertas piezas y conectados emocionalmente, como habíamos mencionado, principalmente en las piezas tiflotecnológicas que involucraban audios no descriptivos, es decir, de aquellos que tenían audios que funcionaban como apoyos narrativos, sin inferir o guiar la historia, como los que reproducían música. En este sentido, los adultos se involucraban con la historia por el hecho de que les parecía interesante el cómo las piezas reproducían audios descriptivos que los ayudaban a interpretar las imágenes que estaban tocando. Y para los otros niños era una experiencia integral; las 8 piezas les parecían interesantes y todas aportaban a la construcción de una experiencia sensorial que los motivaba a seguir recorriendo el espacio museístico.

V.3.2 Preferencias en materiales y textura

En este rubro se observó sobre cuáles texturas y materiales eran los que generaban mejor experiencia de lectura y satisfacción para el reconocimiento de las imágenes y la estimulación táctil, como mencionan McCallum y Ungar (2015), quienes indican que las elecciones táctiles en

las personas ciegas están mediadas por factores emocionales y de utilidad práctica, lo que pone en evidencia que la experiencia háptica no puede reducirse a una simple respuesta, sino que lleva a una experiencia sensorial. Esta perspectiva holística resulta fundamental para su análisis funcional dentro del diseño de las obras hápticas. En el valor sobre sus preferencias en materiales, se les preguntó cuáles eran sus texturas o formas favoritas o, en su defecto, el grado de satisfacción sobre las texturas y formas de las piezas. El valor promedio de los 15 participantes fue de un 4.4 de 5; para los adultos fue de 4.2, en tanto que para los niños fue de 4.5 y dentro de este grupo, para los niños con autismo, fue de 4 de 5.

La mayoría de los participantes expresaban sus gustos de manera clara sobre los materiales y texturas; solo los niños con autismo tuvieron complicaciones para expresar sus preferencias de manera clara, ya que elegían ciertas obras más por sus texturas, por las respuestas tiflotecnológicas.

V.3.3 Nivel de atención y exploración

En este rubro, se busca evaluar el detalle del nivel de exploración táctil. Recordemos que para Heller (1989), *la exploración táctil de objetos y representaciones en relieve implica procesos organizados de reconocimiento, cuya eficiencia depende de la experiencia y las estrategias del usuario. Esto significa que* la exploración manual implica que el usuario debe desarrollar estrategias sistemáticas de lectura táctil. En concordancia con el modelo de *exploratory procedures* propuesto por Lederman y Klatzky (1987), la sistematización de la exploración háptica requiere una serie de procedimientos específicos, como el *contour following* (seguimiento de contornos), el *enclosure* (envolvimiento del objeto) y el *lateral motion* (movimiento lateral para percibir textura). Estos procedimientos permiten identificar propiedades como forma, tamaño o textura de manera organizada, constituyendo un marco teórico clave para comprender la lectura táctil como un proceso estructurado y aprendible.

De esta manera, la exploración táctil tiende a ser metódica y mejora la retención e interpretación de la información en personas con discapacidad visual y ceguera. En concordancia con los hallazgos de Heller y Ballesteros (2012), se dice que los usuarios adoptan patrones estructurados durante la interacción con imágenes hápticas. El promedio de los 15 usuarios en este rubro fue de 4.6 de 5; en el caso de los usuarios adultos, se obtuvo un promedio de 4. 4; con los niños fue de 4.7 global, y de ellos los niños con autismo fue de 4 de 5. Aunque algunos adultos exploraban con cierto orden, pero en ciertas piezas no profundizaban, y otros sí lo hacían con cierto

orden y lógica, buscando atención a los detalles de los elementos de cada pieza, en ocasiones pinchando las texturas, tocando de diferentes maneras. De igual forma, los niños exploraban de forma metódica, siguiendo un orden muy claro, explorando la pieza completa, para luego enfocarse en los detalles, mostrando interés tanto en las imágenes como en la activación de los audios a través de los sensores. En el caso de los niños con autismo, a pesar de que aparentaban explorar las piezas sin un enfoque y sin estrategia, en realidad sí lo hacían, pero sin profundizar en cada pieza, sino más bien procurando la interacción con las obras, es decir, interesados en la activación sensorial de algunos de los audios.

V.4 Evaluación a través de la retroalimentación

Dentro del proceso de aprendizaje táctil, la capacidad de verbalizar lo explorado tras una actividad tiene un valor fundamental desde la perspectiva cognitiva, entendida por Flavell (1979) como la habilidad de reflexionar y autorregular el propio conocimiento. Esta verbalización post-exploratoria permite no solo organizar la experiencia, sino también generar una narrativa propia con base en algo propio, es decir, una codificación de un mensaje más profundo. En este sentido, las pruebas de evocación de imágenes mentales y marcos representacionales resultan útiles para generar nuevas imágenes mentales, tal como lo plantea Tulving (1972), al mostrar que elementos de la experiencia táctil pueden ser integrados de forma duradera en la memoria. Así, según Klatzky (1991), este tipo de representación refuerza la memoria espacial táctil, ya que permite a los usuarios organizar y recuperar datos espaciales de forma más precisa, favoreciendo una comprensión de un mensaje basada en las experiencias propias. Es por ello que, en este apartado, se evaluaron: 1) la explicación verbal post-exploración, 2) las pruebas de evocación diferida y 3) el uso de las cédulas hápticas. Los datos completos de los valores obtenidos en este eje se pueden apreciar en la tabla 19. A su vez, el promedio para el eje de evaluación sobre la retroalimentación fue de 3.68 de 5, en el que los adultos obtuvieron un 3.26 y los niños un 3.9 puntos, tal como se puede apreciar en la figura 50.

Tabla 19

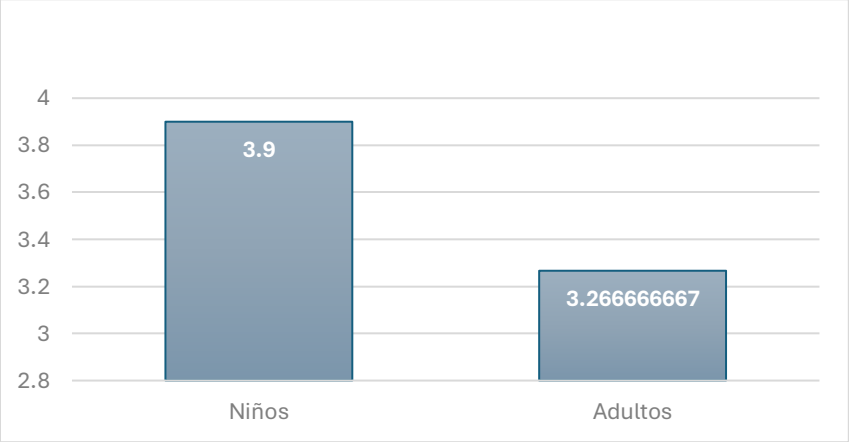
Datos obtenidos del rubro evaluación a través de la retroalimentación

		Evaluación a través de la retroalimentación			
No	Clave usuario	Explicación verbal post-exploración	Pruebas de evocación diferidas	Uso de esquemas táctiles	Total/ Evaluación a través de la retroalimentac
1	CCF01	4	4	3	3.666666667
2	CCF02/ceiac	5	5	5	5
3	CCF03/ceiac	2	3	3	2.666666667
4	CCF04/ceiac	4	4	4	4
5	CCF05	5	4	4	4.333333333
6	CCF06	4	4	5	4.333333333
7	CCF07	3	3	3	3
8	CEIAC01	4	3	4	3.666666667
9	CEIAC02	4	4	4	4
10	CEIAC03	4	4	5	4.333333333
11	CEIAC04	4	4	3	3.666666667
12	CEIAC05	3	2	3	2.666666667
13	CEIAC06	2	2	2	2
14	CEIAC07	4	4	4	4
15	CEIAC08	4	4	4	4

Nota. Para la evaluación a través de la retroalimentación, se obtuvieron valores medios indicando neutralidad, dando un valor promedio de 3.68, en el que los adultos obtuvieron un 3.26 y los niños 3.9. *Elaboración propia.*

Figura 50

Gráficas sobre los datos del rubro evaluación a través de la retroalimentación



Nota. Para los valores del eje de evaluación a través de la retroalimentación, la tendencia fue más cercana a la neutralidad en ambos tipos de usuarios. *Elaboración propia.*

A continuación, se describen los resultados de las categorías antes mencionadas: Explicación verbal post-exploración, 2) las pruebas de evocación diferida y 3) el uso de las cédulas hápticas.

V.4.1 Explicación verbal post-exploración

Para evaluar si las personas comprendieron la narrativa y el cómo la reinterpretan de acuerdo con sus conocimientos, se les pidió una explicación después de la exploración; en algunos casos lo hacían ellos solos por pieza, y en otros, al realizar la exploración completa, se les preguntaba sobre qué les había parecido la experiencia y qué historia entendieron que se contaba en el recorrido completo. Según Millar (2008), el acto de verbalizar las estrategias utilizadas durante la exploración táctil no solo facilita la organización del conocimiento, sino que también promueve una mayor conciencia cognitiva en personas ciegas. Esta capacidad de autoevaluación fortalece el control del proceso de aprendizaje y potencia la transferencia del conocimiento a nuevas situaciones. Los valores obtenidos en este rubro fueron, para los adultos, 3.8 y los niños, un 3.7, en el que para los niños con autismo fue de 2.33 de 5.

V.4.2 Pruebas de evocación diferida

En este apartado evaluamos la evocación de la narrativa, es decir, cuánto recordaban de la construcción narrativa de la historia que se les contó en la exposición. Recordemos que las piezas tenían una secuencia narrativa, cada una de las piezas siendo el equivalente a un episodio de la secuencia. Para D'Angiulli y Waraich (2020), la evocación sensorial tiene que ver con los procesos de codificación y recuperación episódica, que en el caso de las personas con ceguera, se tiene una riqueza estructural de la memoria háptica, incluso en intervalos de retención prolongada. En concordancia con Tulving (1972), quien nos dice que la evocación diferida mide la consolidación de la información. En este sentido, la memoria háptica está correlacionada con la comprensión de la secuencia narrativa, ayudando a las personas ciegas a ligar las obras dentro de un proceso narrativo lineal.

De esta manera, el valor obtenido en este rubro por los 15 participantes fue de 3.6 de 5 e igualmente, tanto para niños como para adultos, el resultado fue de 3.6, siendo los niños con autismo los que obtuvieron un valor de 2.33.

Así, en el caso de los niños con autismo, era complicado poder determinar su evocación de la historia, puesto que en ocasiones recordaban poco de la historia, evocando las cosas que les gustaban de las piezas, pero no de una construcción narrativa o una historia.

En el caso de los adultos, en la mayoría de los casos recordaban y construían una historia, pero con algunos vacíos y errores. Y en el caso de los niños, uno de ellos recordaba con precisión la historia, al grado de recordar incluso sus piezas favoritas y su ubicación espacial.

V.4.3 Uso de las cédulas hápticas (mapas hápticos)

Cuando las personas con ceguera recorrían la exposición, tenían materiales de apoyo, como las cédulas de información de las piezas con textos en Braille. En este apartado revisamos que tanto dependían del uso de estas cédulas de información para comprender las imágenes de las obras. Cada cédula tenía una descripción de las piezas, el nombre de la pieza y el nombre de los autores. Según Giudice (2019), este tipo de información háptica permite a las personas ciegas obtener más información mediante la exploración táctil, lo que favorece la construcción de mapas cognitivos internos. Estas cédulas fungen como apoyo narrativo, es por ello que, dependiendo del nivel de comprensión del Braille, eran usadas por los participantes.

Así, los valores obtenidos son los siguientes: en promedio para los 15 usuarios fue de 3.63 de 5, para los adultos fue de 3. 8; y para los niños, un 3.7, y de estos, los niños con autismo obtuvieron un 2.66 de 5. Para los niños con autismo, el uso de los esquemas táctiles y cédulas era principalmente ignorado, ya que su nivel sensorial dependía del tacto de la pieza en sí y de los audios.

Para los usuarios adultos, a pesar de utilizar las cédulas, preferían tocar las piezas directamente y obtener la información a través de lo que tocaban y escuchaban, siendo que, para la mayoría de ellos, el Braille significaba un problema de comunicación, ya que la mayoría lo lee de manera muy lenta o batallan para entenderlo. Sin embargo, para los niños era muy sencillo el uso de estas cédulas, leyendo de manera rápida e incluso detectando si había errores en los textos o algo no les daba sentido, y lo mencionaban como un error en la escritura.

V.5 Comportamiento durante la exposición.

En este rubro se observó el comportamiento de manera general durante la exposición, la cual tiene relación con la experiencia de usuario. Para Bruner (1961), el aprendizaje genuino surge

cuando el individuo se involucra activamente en la reorganización del conocimiento a través de la exploración. De esta manera, en cuestiones hápticas, esta premisa refuerza la importancia de la exploración metódica táctil como estrategia para la comprensión del entorno en ausencia de visión. En concordancia, Vygotsky (1978) indica que el desarrollo cognitivo no ocurre de forma aislada, sino que es impulsado por el diálogo, la mediación social y la interacción; de esta manera, el comportamiento en la exposición es relevante para la experiencia dentro del museo.

El promedio de los valores que se pueden ver en la tabla 20 es de acuerdo con lo siguiente: el total de los 15 participantes dio un valor de 4.3 de 5, indicando una experiencia placentera y con un comportamiento de los usuarios interesados en la exposición. Segmentado por edades, los datos fueron para los niños un 4.4 y los adultos un 4.1 de 5, como se puede apreciar en la figura 51.

Las categorías evaluadas fueron 1) estrategias de exploración manual, y 2) interacciones y preguntas. A continuación, detallamos estas categorías.

Tabla 20

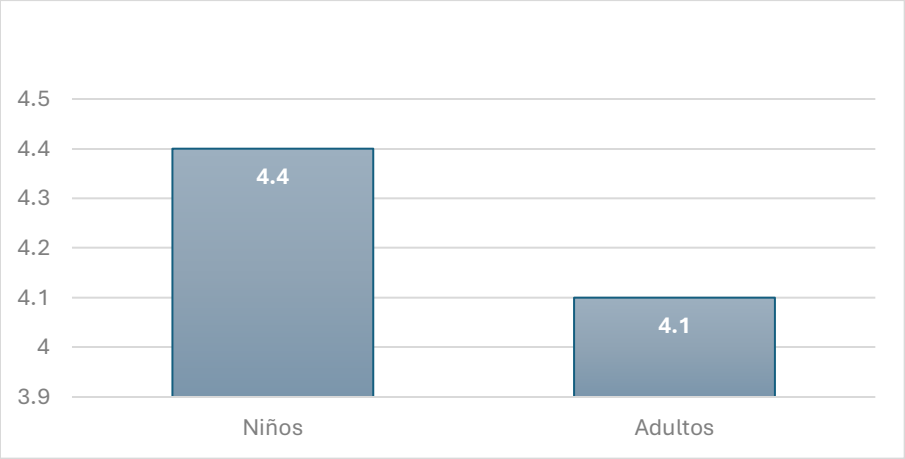
Datos obtenidos del rubro comportamiento durante la exploración

		Comportamiento durante la exposición		
No	Clave usuario	Estrategias de exploración manual	Interacciones y preguntas	Total Comportamiento durante la exposición
1	CCF01	5	4	4.5
2	CCF02/ceiac	5	5	5
3	CCF03/ceiac	4	2	3
4	CCF04/ceiac	5	5	5
5	CCF05	4	4	4
6	CCF06	5	5	5
7	CCF07	4	5	4.5
8	CEIAC01	5	5	5
9	CEIAC02	4	3	3.5
10	CEIAC03	5	4	4.5
11	CEIAC04	4	5	4.5
12	CEIAC05	4	2	3
13	CEIAC06	4	2	3
14	CEIAC07	5	5	5
15	CEIAC08	5	5	5

Nota. En este eje, se obtuvieron valores de 4.4 con los niños y de 4.1con los adultos, marcando una tendencia positiva con promedio alto en ambos casos.

Figura 51

Gráficas sobre los datos del rubro comportamiento durante la exploración



Nota. Para los valores del eje acerca del comportamiento, la tendencia fue positiva con un promedio más alto para los niños. *Elaboración propia.*

V.5.1 Estrategias de exploración manual

Para este apartado se evaluó la manera en la que exploraban las piezas, pues la forma en la que se mostraban inmersas en ellas nos daba una respuesta del nivel de atracción hacia las piezas y la exposición. El hecho de explorar de manera sistemática nos indica la capacidad de razonamiento de la lectura; en este sentido, Ittyerah (2020) confirma que el entrenamiento en estrategias táctiles sistemáticas, como los barridos organizados y el seguimiento de contornos, mejora de forma significativa la capacidad de las personas con ceguera para discriminar formas y razonar. En la evaluación, el promedio obtenido fue de 4.53 de 5, es decir, hubo gran interés en la lectura táctil de las piezas. Para los adultos, el valor obtenido fue de 4.6, y para los niños fue de 4.5, de los cuales el valor obtenido por los niños con autismo fue de 4. Es decir, la mayoría de los usuarios usaron estrategias metódicas de lectura, es decir, una lectura táctil organizada y sistemática en 3 niveles: reconocimiento espacial, reconocimiento semántico y lectura de interpretación narrativa. Esto lo observamos al revisar que la exploración seguía patrones lógicos y estructurados. Cada usuario generaba su método sistemático de lectura y lo mantenía durante todo el recorrido. Estos hallazgos refuerzan el valor de metodologías de exploración activa y estructurada en entornos educativos y tecnológicos accesibles.

V.5.2 Interacciones y preguntas

Durante el recorrido, los participantes interactuaban y dialogaban con la persona guía-observador directo. De esta manera pudimos revisar la manera en la que cuestionaban y dialogaban tanto con la obra como con la persona guía, para poder reafirmar su nivel interpretativo de una obra plástica en el museo. En este sentido, se evidencia que el acompañamiento verbal durante actividades de exploración táctil no solo guía la atención de los usuarios ciegos, sino que también potencia su razonamiento crítico. En este apartado, el promedio obtenido por los 15 participantes fue de 4.06 de 5.

Para los adultos se obtuvo un valor de 4.2 y los niños un 4, tomando en cuenta que con los niños con autismo se obtuvo un 2 de 5. Este valor se obtuvo de la interacción de los usuarios al tener inquietudes sobre las piezas y hacerlas saber, es decir, formulaban preguntas claves sobre las obras, las texturas, los sonidos, lo cual nos indica que estaban llevando a cabo un análisis profundo para la comprensión de las mismas. En este sentido, los participantes hacían preguntas claves que ayudaban a mejorar su interpretación de las piezas o a reafirmar que lo que estaban tocando era lo mismo que su imagen mental estaba generando; la recuperación de un marco conceptual toma sentido y se verificaba al momento de cuestionarse si estaban en lo correcto.

Esta dinámica de mediación está en consonancia con la propuesta vygotskiana de que la interacción es esencial para el desarrollo de funciones cognitivas. Sin embargo, para los niños con autismo, su nivel interpretativo y de interacción es diferente al de los otros usuarios, puesto que algunos no formulaban preguntas, o hacían preguntas mínimas o poco relevantes hacia la narrativa, puesto que sus niveles sensoriales y de exploración se dan de forma diferente, de manera más interiorizada.

Capítulo VI.

Análisis crítico de la experiencia háptica y tiflotecnológica en propuesta museística: Hallazgos y brechas en el contexto local.

VI.1 Interpretación de los resultados desde la experiencia háptica

Los resultados obtenidos en el capítulo anterior permiten identificar que la interacción háptica en personas con ceguera no se limita a un proceso de reconocimiento sensorial, sino que constituye un mecanismo complejo de construcción de significado, en el cual intervienen de manera simultánea procesos perceptuales, cognitivos y narrativos. A partir del análisis iterativo de los prototipos desarrollados, se observa que la comprensión de los estímulos táctiles no ocurre de forma inmediata ni aislada, sino que depende de la organización de la experiencia basada en la recuperación de las imágenes mentales y de secuencias interpretables con base a los marcos de representación.

En el primer ciclo iterativo de pruebas tiflotecnológicas, particularmente en el prototipo *Imagen Ciega*, los usuarios mostraron dificultades para establecer relaciones entre los elementos explorados. Aunque el objetivo primordial de la primera fase fue poner a prueba sensores y microcontroladores para la interacción háptica, se descubrió que la percepción háptica, por sí sola, no garantiza la construcción de una narrativa. En este sentido, los resultados sugieren que la clave no reside únicamente en la calidad o diversidad de los estímulos táctiles, sino en su estructuración narrativa. Es decir, la disposición, jerarquización y secuencialidad de los elementos son determinantes para que el usuario pueda construir un marco de referencia que le permita interpretar la experiencia.

Conforme avanzan las iteraciones del diseño, particularmente en el segundo momento con los dos prototipos tiflotecnológicos *Robot* y *Hojas y Gotas*, se observa una transición hacia experiencias más estructuradas, hacia una semántica y sintáctica más clara, donde los usuarios logran establecer conexiones más claras entre los elementos táctiles, logrando comprender las figuras ayudados con los efectos de audios que se activaban al tacto, favoreciendo la comprensión narrativa. De esta manera, se pone en evidencia que la experiencia háptica es parte de un proceso aprendido y progresivo, en el cual el usuario retoma estrategias de exploración que les permite

organizar la información percibida de acuerdo a conocimientos previos, es decir, retomando sus marcos de representación.

Desde una perspectiva cognitiva, estos resultados pueden interpretarse como la construcción de imágenes mentales y la activación de la memoria episódica. Así pues, la exploración táctil no solo permite identificar formas, sino que facilita la evocación de experiencias previas, las cuales funcionan como anclajes para la interpretación del estímulo. En este sentido, cabe resaltar que la narrativa no es impuesta por el diseño o las figuras, sino que es construida por el usuario a partir de su experiencia. Asimismo, se identificó que el componente emocional de la experiencia influye en el nivel de involucramiento del usuario. Aquellos estímulos que generaban mayor interés o curiosidad promovían exploraciones más prolongadas y detalladas e incluso generaban respuestas inesperadas, sobre todo en los usuarios niños, que al activar algunos audios se ponían a bailar. Esto sugiere que la dimensión afectiva es un elemento clave en la construcción del significado.

En conjunto, estos hallazgos permiten afirmar que la experiencia háptica en contextos museísticos debe entenderse como un proceso integral, donde percepción, cognición y narrativa se articulan de manera dinámica. Es de vital importancia el codiseño, es decir, involucrar a los usuarios finales en todo el proceso. Esto implica que el diseño de experiencias para personas con ceguera no puede centrarse únicamente en la accesibilidad funcional, sino que debe considerar la estructuración narrativa como un elemento fundamental para la construcción autónoma de significado, tomando en cuenta que dichos constructos se generan de forma pragmática, es decir, de manera personal.

VI.2 Discusión desde el modelo DIMeHa

El modelo Dimensiones de la Experiencia Háptica (DIMeHa) permitió estructurar el análisis de los resultados a partir de las dimensiones técnicas y emocionales, a su vez subdivididas en cinco ejes fundamentales: comprensión narrativa táctil, representación y diferenciación, experiencia sensorial y emocional, evocación y comportamiento táctil. Sin embargo, más allá de su función como herramienta de categorización, los hallazgos evidencian que estas dimensiones operan de manera interdependiente, configurando un sistema dinámico para la construcción de significados.

En primer lugar, la comprensión narrativa táctil se posiciona como el eje articulador del modelo, ya que integra los distintos procesos cognitivos implicados en la interpretación de la experiencia. Los resultados muestran que esta comprensión no emerge de forma inmediata, sino que depende de la organización secuencial de los estímulos y de la posibilidad de establecer relaciones entre ellos. La lectura inicial ayuda a un reconocimiento contextual; es el que da la pauta de cómo será el recorrido. Esto refuerza la idea de que la narrativa, incluso en ausencia de lo visual, requiere estructura, progresión y coherencia, una secuencia lógica.

El segundo eje, representación y diferenciación, evidenció que los usuarios no solo identifican formas y texturas, sino que construyen imágenes mentales a partir de la exploración táctil. Este proceso implica una traducción cognitiva donde el estímulo físico es reinterpretado en términos simbólicos. Es decir, la evocación de marcos de representación que ayudan a la lectura táctil, lo que permite establecer comparaciones, reconocer patrones y generar significado. Sin embargo, cuando los estímulos carecen de claridad o jerarquización, la lectura háptica se ve limitada, afectando directamente la comprensión narrativa; dicho de otra manera, la construcción de significados va correlacionada con la memoria episódica.

Tercero, la experiencia sensorial y emocional mostró que la interacción háptica está profundamente vinculada con la dimensión afectiva. Los materiales, las texturas y la respuesta del sistema influyen en el nivel de atención, motivación e involucramiento del usuario. Este hallazgo resulta relevante, ya que indica que la efectividad de una experiencia háptica no depende únicamente de su funcionalidad, sino de su capacidad para generar interés y conexiones emocionales.

En relación al cuarto eje de la evocación, los resultados evidencian que la experiencia háptica activa procesos de memoria episódica. La capacidad de recordar es lo que permite al usuario construir una narrativa propia más allá del momento de interacción. Cada usuario *lee* sintácticamente lo mismo con el tacto, pero la evocación personal genera una lectura pragmática. Este aspecto es fundamental, ya que implica que el aprendizaje no se limita al instante de exploración, sino que se prolonga en la capacidad de recordar, reinterpretar e incluso de verbalizar la experiencia.

Finalmente, el eje de comportamiento táctil permitió identificar patrones en las estrategias de exploración de los usuarios, tales como recorridos sistemáticos, exploraciones repetitivas o

búsquedas dirigidas. La mediación social ayuda a generar experiencias más interactivas y de mayor satisfacción para los usuarios, potenciando la construcción de significados. Estos comportamientos no son aleatorios, sino que responden a procesos cognitivos, evidenciando que la interacción háptica implica una forma activa de aprendizaje donde el usuario ajusta sus estrategias de lectura en función de la experiencia.

En general, el modelo DIMeHa permite comprender la experiencia háptica no como una suma de variables independientes, sino como un sistema integrado en el que cada eje influye sobre los demás. Esta interrelación de dimensiones técnico- narrativas sugiere que el diseño de experiencias hápticas debe abordarse desde una perspectiva holística, donde la narrativa, la percepción y la cognición se articulen de manera coherente. Asimismo, los resultados permiten posicionar el modelo DIMeHa como un dispositivo metodológico pertinente para el análisis de experiencias inclusivas para personas ciegas, aunque aún se encuentra en proceso de consolidación. Su aplicación en este estudio demuestra su capacidad para identificar patrones complejos de interacción, pero también señala la necesidad de continuar su validación en contextos diversos y con metodologías complementarias.

VI.3 Narrativa háptica y lógica transmedia

Los resultados obtenidos permiten replantear la experiencia háptica no solo como un mecanismo de accesibilidad, sino como un sistema narrativo en sí mismo. En este sentido, los prototipos desarrollados pueden interpretarse como dispositivos que no únicamente transmiten información, sino que configuran experiencias narrativas a partir de la interacción del usuario con los estímulos táctiles. A diferencia de los enfoques tradicionales en museografía, donde la narrativa se presenta de manera lineal y predominantemente visual, la experiencia háptica observada en este estudio se construye de forma progresiva, fragmentaria y situada. Los usuarios no reciben una historia completamente estructurada, sino que la reconstruyen a partir de su exploración, estableciendo relaciones entre los elementos percibidos y sus experiencias previas; es decir, cada usuario genera su propia experiencia.

Esta forma de construcción de significado presenta afinidades con la lógica de las narrativas transmedia, entendidas como sistemas donde el relato se expande a través de múltiples medios, lenguajes o plataformas, y donde el usuario desempeña un rol activo en la articulación del

sentido. En este caso, aunque no se trata de una expansión mediática tradicional, la experiencia háptica funciona como un sistema de lenguaje narrativo que despliega el contenido a través de una interfaz basada en capas de interacción sensorial, apoyadas con tiflotecnología, la cual sirve de soporte para la construcción de significados.

Es por ello que cada prototipo desarrollado puede entenderse como diseños que forman parte de una serie de iteraciones dentro del proceso de construcción de este sistema narrativo, en el cual la experiencia no se repite, sino que se transforma y se amplía. Gracias al desarrollo de prototipos previos, en los que usuarios con ceguera ayudaron a evaluar, se desarrolló una secuencia museística narrativa transmedia que, en lugar de presentar la misma información en diferentes formatos, cada obra aporta diferentes formas y texturas para la interpretación, lo que permite que el usuario construya una narrativa propia a partir de su recorrido. En este sentido, el usuario deja de ser un receptor pasivo para convertirse en un agente activo en la construcción del relato, lo cual se aproxima a la figura del prosumidor descrita en los estudios de narrativas contemporáneas. La experiencia no se agota en el objeto, sino que se completa en la interacción, la interpretación y la evocación posterior.

Así, la narrativa háptica introduce una dimensión que cuestiona el paradigma ocularcéntrico dominante en los espacios museísticos, al desplazar el énfasis de lo visual hacia lo táctil. De esta manera, se propone una forma alternativa de acceso al conocimiento, donde la experiencia sensorial se convierte en el eje de la construcción narrativa. Este desplazamiento no implica únicamente una adaptación para personas con ceguera, sino una reconfiguración del concepto mismo de narrativa museística, abriendo la posibilidad de experiencias multisensoriales que amplían las formas de interacción con el contenido cultural.

De esta manera, los resultados sugieren que la narrativa háptica puede entenderse como una forma de narrativa expandida, donde el significado no está contenido en un solo soporte, sino que emerge de la interacción entre el usuario, el objeto y el contexto. Esta perspectiva permite posicionar el diseño de interacción háptica no solo como una herramienta de accesibilidad, sino como un campo de innovación narrativa con implicaciones para el diseño museístico contemporáneo.

VI.4 Diseño centrado en el usuario y aprendizaje situado

El desarrollo de los prototipos en esta investigación evidenció que el diseño de interacción háptica no puede abordarse desde una lógica centrada exclusivamente en la funcionalidad o en la tecnología, sino que requiere una comprensión profunda de los procesos cognitivos, perceptuales y contextuales de los usuarios. A lo largo del proceso iterativo, la incorporación de la retroalimentación de los participantes permitió ajustar no solo aspectos formales de los prototipos, sino también la estructura narrativa de la experiencia. Este hallazgo refuerza la relevancia del diseño centrado en el usuario como un enfoque que trasciende la usabilidad, para situarse en la construcción de significado desde la experiencia. Además de que se refuerza la importancia del involucramiento del usuario final en las diferentes etapas de diseño, no solamente en la etapa final, como una forma de apegarse más a las necesidades dentro del diseño universal.

En este sentido, los resultados muestran que la eficacia del diseño háptico no depende únicamente de la calidad de los estímulos táctiles o de la sofisticación tecnológica, sino de su capacidad para alinearse con las estrategias de exploración, los marcos de referencia y las experiencias previas de los usuarios. Esto implica reconocer que el usuario no es un receptor pasivo, sino un agente activo que interpreta, reorganiza y resignifica la información a partir de su interacción con el entorno. Así, el proceso de diseño puede entenderse como un espacio de construcción, donde las decisiones no se imponen de manera unilateral, sino que emergen de la interacción entre diseñadores, usuarios y contexto. Esta lógica se hizo evidente en la evolución de los prototipos, donde cada iteración incorporó aprendizajes derivados de la experiencia directa de los participantes.

Asimismo, los hallazgos permiten interpretar la interacción háptica como una forma de aprendizaje situado, en la cual el conocimiento se construye a partir de la experiencia concreta y del contexto en el que esta ocurre. A diferencia de modelos tradicionales de transmisión de información, en este estudio el aprendizaje emerge de la exploración activa, la experimentación y la reflexión posterior del usuario. Este enfoque resulta particularmente relevante en el caso de personas con ceguera, ya que la construcción de conocimiento no se basa en representaciones visuales, sino en la integración de estímulos táctiles, auditivos y experiencias previas. En este

sentido, la experiencia háptica no solo facilita el acceso a la información, sino que promueve procesos de comprensión profunda al involucrar al usuario en la construcción del significado.

Por otra parte, el carácter situado del aprendizaje también se manifiesta en la influencia del contexto sociocultural en la experiencia del usuario. Las condiciones específicas de Ciudad Juárez, incluyendo la disponibilidad limitada de espacios culturales accesibles, así como las dinámicas sociales propias de la región, influyen en la manera en que los usuarios se relacionan con la experiencia museística. En este sentido, el diseño no puede entenderse como una solución universal, sino como una práctica situada que debe responder a las particularidades del entorno en el que se implementa. Esto implica que las estrategias de diseño inclusivo deben considerar no solo las características individuales de los usuarios, sino también las condiciones culturales, institucionales y sociales que configuran la experiencia.

De esta manera, los resultados permiten afirmar que el diseño de interacción háptica, cuando se fundamenta en principios de diseño universal y el diseño centrado en el usuario, tiene el potencial de generar experiencias significativas que favorecen la construcción autónoma de narrativas. Este enfoque no solo contribuye a la accesibilidad, sino que amplía las posibilidades del diseño como disciplina orientada a la inclusión y a la generación de conocimiento desde el diseño de experiencia y la tecnología.

VI.5 Limitaciones del estudio

A pesar de los aportes del presente estudio en el campo del diseño de interacción háptica y la construcción de narrativas en personas con ceguera, es necesario reconocer una serie de limitaciones que condicionan el alcance de los resultados, particularmente aquellas derivadas del contexto geográfico, institucional y sociocultural en el que se desarrolló la investigación.

En primer lugar, el estudio se sitúa en Ciudad Juárez, Chihuahua, una ciudad fronteriza del norte de México cuya ubicación periférica respecto al centro político, económico y cultural del país implica condiciones estructurales específicas. Lo anterior hace que la distancia respecto a los principales centros de producción cultural y académica del país, tradicionalmente concentrados en la capital de la república, impacte en la disponibilidad de recursos y redes de colaboración. Esta condición no solo limita el alcance técnico del proyecto, sino que también configura un ecosistema

cultural distinto, donde las iniciativas de diseño inclusivo deben adaptarse a contextos con menor infraestructura institucional. En este sentido, Ciudad Juárez cuenta con una oferta limitada de instituciones museísticas, así como con un número reducido de organizaciones especializadas en la atención a personas con discapacidad visual, comparado con el centro de la república.

Por otra parte, Ciudad Juárez presenta dinámicas sociales particulares vinculadas a fenómenos como la migración, la movilidad transfronteriza y la diversidad cultural. Estos factores influyen directamente en la forma en que se construyen y experimentan las prácticas culturales, incluyendo la relación de los usuarios con los espacios museísticos. En este sentido, la noción de cultura en el contexto local no puede entenderse desde una perspectiva homogénea, sino como un campo atravesado por condiciones de desigualdad, acceso diferenciado y procesos de resignificación simbólica.

En relación con la muestra, los participantes estuvieron principalmente vinculados al Centro de Estudios para Invidentes A.C. (CEIAC), lo que implica un posible sesgo asociado a su experiencia previa en procesos de exploración táctil y aprendizaje adaptado. Si bien esta condición permitió un desarrollo más fluido de las pruebas, también limita la extrapolación de los resultados a usuarios con menor familiaridad con este tipo de interacción. Cabe mencionar que, los puntos expuestos en los dos párrafos anteriores restringen tanto el acceso a muestras más amplias como la diversidad de perfiles de usuarios participantes, lo que puede influir en la generalización de los resultados.

En términos tecnológicos, la implementación basada en plataformas como Arduino permitió el desarrollo de prototipos funcionales de bajo costo; sin embargo, introduce limitaciones en cuanto a escalabilidad, durabilidad y estandarización en contextos museísticos de mayor complejidad institucional. Cada pieza tuvo un costo de producción promedio de 2000.00 pesos mexicanos, siendo que los prototipos iniciales tuvieron un costo promedio de 1500.00 pesos. Otra de las cuestiones en limitantes en tecnología es la dependencia de fuentes de energía eléctrica, ya que a pesar de que el voltaje necesario para cada pieza es bajo, se requiere que todo el recorrido tenga instalación de cableado eléctrico.

Finalmente, el modelo DIMeHa, aunque operativo y pertinente para el análisis de la experiencia háptica, se encuentra en una fase de consolidación metodológica. Su validación estadística en muestras más amplias y su aplicación en distintos contextos culturales representan

líneas de investigación futuras necesarias para fortalecer su generalización. En este sentido, el modelo debe entenderse no como un instrumento cerrado, sino como un dispositivo metodológico en evolución, cuya principal aportación radica en articular la percepción, la cognición y la narrativa desde una perspectiva situada e inclusiva.

VI.6 Líneas futuras de investigación

A partir de los hallazgos obtenidos y de las limitaciones identificadas en el presente estudio, se abren diversas líneas futuras de investigación que permiten ampliar, validar y profundizar el alcance del diseño de interacción háptica y la tiflotecnología en contextos culturales inclusivos y la creación de imágenes hápticas.

En primer lugar, resulta fundamental continuar con la validación del modelo DIMeHa mediante su aplicación en muestras más amplias y diversas, que permitan incorporar análisis estadísticos y fortalecer su confiabilidad y generalización. Probablemente, generar exposiciones y validarlas en ciudades cercanas, como la ciudad mexicana más cercana, Ciudad Juárez: Chihuahua capital, la cual se encuentra a 4 horas en carretera; o incluso la ciudad El Paso, Texas, para extrapolarlo hacia un estudio binacional. En este sentido, futuras investigaciones podrían integrar metodologías mixtas que combinen la observación cualitativa con instrumentos psicométricos, con el fin de consolidar el modelo como una herramienta de evaluación reproducible en distintos contextos.

En segundo lugar, se propone explorar la aplicación del modelo en otros entornos culturales y museísticos, tanto a nivel nacional como internacional. Considerando que el presente estudio se desarrolló en un contexto específico como Ciudad Juárez; resulta pertinente analizar cómo las variables culturales, institucionales y sociales influyen en la experiencia háptica y en la construcción de narrativas. Esto permitiría evaluar la adaptabilidad del modelo DIMeHa y su pertinencia en contextos con diferentes niveles de infraestructura y diversidad cultural, generando obras diversas enfocadas a otro tipo de culturas o narrativas diferentes.

En el ámbito del diseño, futuras investigaciones podrían profundizar en el desarrollo de sistemas hápticos multisensoriales que integren de manera más compleja estímulos táctiles, auditivos y tecnológicos. Por ejemplo, se podrían integrar actuadores que den respuestas a los

sensores incluyendo más sentidos, como el olfato. Así, la incorporación de tecnologías emergentes podría ampliar las posibilidades de interacción, favoreciendo experiencias más inmersivas y accesibles para diversos perfiles de usuarios.

Asimismo, se plantea la necesidad de investigar con mayor profundidad la relación entre narrativa háptica y enfoques contemporáneos de narrativa, particularmente desde la lógica transmedia. Esto implica explorar cómo la experiencia táctil puede integrarse con otros lenguajes y plataformas para generar sistemas narrativos más complejos, donde el usuario participe activamente en la construcción del significado a través de múltiples formas de interacción. Tomando en consideración la metodología propuesta en esta tesis, se pueden generar más proyectos que integren otros elementos culturales y narrativas, como la creación de más obras tiflotecnológicas con diferente tipo de temas.

Por otra parte, se sugiere desarrollar estudios longitudinales que permitan analizar cómo evoluciona la experiencia háptica en el tiempo, así como su impacto en procesos de aprendizaje, memoria y apropiación cultural. Este tipo de estudios podría aportar evidencia sobre la permanencia del conocimiento construido a través de la interacción táctil.

Finalmente, se considera relevante ampliar la investigación hacia una segmentación más amplia que abarque los diversos tipos de condiciones visuales y contrastar las diferenciaciones de percepción háptica y construcción de imágenes mentales de acuerdo a diferentes tipos de ceguera, o incluso revisando más a detalle cómo afecta a la lectura háptica si la ceguera fue congénita o fue adquirida a cierta edad. Incluso se puede considerar incluir otros grupos de usuarios, como personas con otros tipos de discapacidad, con el fin de explorar el potencial del diseño háptico como una herramienta inclusiva más amplia.

En conjunto, estas líneas futuras no solo buscan fortalecer el modelo DIMeHa, sino también posicionar el diseño de interacción háptica y la tiflotecnología como un campo emergente de investigación que articula percepción, cognición y narrativa en la construcción de experiencias culturales inclusivas.

Conclusión

La presente investigación, titulada "*El diseño de interacción háptico como estímulo al marco representacional que generan las personas ciegas ante la narrativa en los museos"*, permitió demostrar que la experiencia háptica no constituye únicamente un mecanismo de accesibilidad, sino un sistema complejo de construcción de significado capaz de activar procesos cognitivos profundos en personas con ceguera. A partir del planteamiento inicial, centrado en comprender cómo el marco representacional de las personas ciegas influye en la interpretación de narrativas museísticas, los resultados evidencian que la percepción táctil, cuando es estructurada mediante principios narrativos y apoyada por tiflotecnología, posibilita la construcción autónoma de relatos, superando los modelos tradicionales basados en mediación verbal o dependencia de terceros.

En este sentido, se confirma el supuesto de investigación: el diseño de interacción háptica, articulado con los procesos cognitivos del usuario, no solo facilita el acceso a contenidos culturales, sino que habilita la generación de significados propios a partir de la experiencia y la evocación de los marcos de representación. Esto implica un cambio de paradigma sobre la accesibilidad, que va de entenderla como la adaptación de espacios funcionales incluyentes para personas con discapacidad hacia una accesibilidad entendida como el medio que soporta y apoya la producción activa de conocimiento.

Uno de los principales aportes de este estudio radica en la formulación y aplicación del modelo DIMeHa, el cual permitió analizar la experiencia háptica desde las dimensiones técnica y narrativa, con sus cinco ejes interrelacionados: comprensión narrativa táctil, representación y diferenciación, experiencia sensorial y emocional, evocación y comportamiento táctil. A través de su implementación en dos espacios museísticos, fue posible identificar que la construcción de significado no depende de una sola variable, sino de la interacción dinámica entre percepción, cognición y experiencia.

Los hallazgos muestran que la comprensión narrativa táctil se construye progresivamente, en función de la organización secuencial de los estímulos y de la capacidad del usuario para establecer relaciones entre ellos. De esta manera, la evocación y la memoria episódica desempeñan un papel fundamental en la consolidación del significado, permitiendo que la experiencia

trascienda el momento de interacción y el usuario construya narrativas. Desde esta perspectiva, la investigación permite proponer el concepto de narrativa háptica como un sistema de construcción de significado no visual, donde el relato emerge de la interacción del usuario con los estímulos táctiles. Esta aproximación se vincula con la lógica de las narrativas transmedia, en tanto el significado no se encuentra contenido en un solo soporte, sino que se construye a través de múltiples capas de experiencia, puesto que las narrativas transmedia implican la expansión del relato a través de diferentes sistemas de significación y la participación activa del usuario en su construcción. En este caso, dicha expansión no ocurre entre medios tradicionales, sino dentro de la propia experiencia sensorial del usuario, lo que representa una aportación conceptual relevante.

En el ámbito del diseño, el estudio evidencia la necesidad de trascender enfoques centrados exclusivamente en la funcionalidad o la tecnología, para adoptar perspectivas que integren los procesos cognitivos, emocionales y contextuales del usuario. El diseño centrado en el usuario, entendido desde una lógica situada, permitió construir experiencias que responden no solo a necesidades perceptuales, sino a formas específicas de interpretar el mundo. Este aspecto adquiere particular relevancia en el contexto de Ciudad Juárez, donde las condiciones estructurales, incluyendo la limitada infraestructura cultural, la escasez de instituciones especializadas y las dinámicas sociales propias de una ciudad fronteriza, configuran un entorno en el que la accesibilidad cultural no puede abordarse desde modelos universales. En este sentido, la investigación demuestra que el diseño inclusivo debe ser necesariamente situado, respondiendo a las particularidades sociales, culturales e institucionales del contexto en el que se desarrolla.

Finalmente, este trabajo plantea una contribución significativa al campo del diseño al posicionar la interacción háptica como un medio no solo de acceso, sino de producción narrativa y cognitiva. Al integrar percepción, experiencia y narrativa, se abre una línea de investigación que permite repensar los espacios museísticos desde una perspectiva multisensorial, inclusiva y centrada en la autonomía del usuario. En un escenario donde las personas con ceguera han sido históricamente excluidas de la experiencia cultural autónoma, esta investigación demuestra que es posible diseñar dispositivos que no solo permitan el acceso, sino que promuevan la construcción activa de significado. Más allá de sus aportaciones técnicas o metodológicas, el valor de este estudio radica en evidenciar que la inclusión no se limita a permitir la entrada, sino a garantizar la posibilidad de interpretar, imaginar y narrar el mundo desde la propia experiencia.

Referencias

Abreu, G. (10 de mayo, 2023). *Cuasiexperimento: Qué es, tipos y ejemplos*. https://mindthegraph.com/blog/es/cuasi-experimento/

Alonso, F. (2007). Algo más que suprimir barreras: conceptos y argumentos para una accesibilidad universal. *Revista de Traductología*, (11), 15-30.

Altuve, M. (1990). *Metodología de la* investigación. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL).

Aranzazu López, C. U., Bahamón Cardona, C. A., & Beltrán Cardona, D. F. (2018). Interactive museographic narratives. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, *10*(19), 75–86. https://doi.org/10.22430/21457778.1018

Amedi A., Hofstetter S., Maidenbaum S., & Heimler B. *Task Selectivity as a Comprehensive Principle for Brain Organization*. Trends Cogn Sci. 2017 May; 21(5):307-310. doi: 10.1016/j.tics.2017.03.007. Epub 2017 Apr 3. PMID: 28385460.

Armenio, S. (2022). Museo accesible: cómo la tecnología hace que la cultura sea patrimonio de todos. *In Tecnologia digital: Relações e repercussões educativas* (pp. 311-338). DOI 10.46550/978-85-92890-51-3

Atayde, C. (2019). *Arte inclusivo en museos: generación de contenidos artísticos dirigidos a personas con discapacidad visual. Una propuesta para el museo Dolores Olmedo en Ciudad de México*. Controversias y Concurrencias Latinoamericanas, 10(18), 125–139. https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/31964

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva* (Vol. 40). Grupo Planeta (GBS).

Avni, Y., Danial-Saad, A., Sheidin, J., y Kuflik, T. (2025). Enhancing museum accessibility for blind and low vision visitors through interactive multimodal tangible interfaces. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2025.103469

Barratt, M., Choi, T.Y., Mei, L. (2011). Qualitative case studies in operations management: trends, research outcomes, and future research implications. J Opt Managt. 29(4), 329-42. https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.06.002

Bardisa, D., Ballesteros, S., Reales, J. M., y Muñiz, J. (2003). La Batería de Habilidades Hápticas: un instrumento para evaluar la percepción y la memoria de niños ciegos y videntes a través de la modalidad háptica. *Integración: Revista sobre ceguera y deficiencia visual*, (41), 5-18.

Barthes, R. (1989). La cámara lúcida. Nota sobre la fotografía. Barcelona: Paidós.

Bavaresco, A. (2006). *Proceso Metodológico en la Investigación: Cómo hacer un Diseño de Investigación* (5ª ed.). Editorial de la Universidad del Zulia.

Bremner, A. J., y Spence, C. (2017). The Development of Tactile Perception. *Advances in child development and behavior*, *52*, 227–268. https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2016.12.002

Bruner, J. (1991). The Narrative Construction of Reality. Critical Inquiry, 18, 1 21. http://www.jstor.org/stable/1343711 http://dx.doi.org/10.1086/448619

Bucher, A. (2020). *Engaged designing for behavior Change*.

Cámara de Diputados. (2003). *Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación*. DOF disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPED.pdf

Campbell, J. (1959). *El héroe de las mil caras: Psicoanálisis del mito*. Fondo de Cultura Económica

Campos-Velho, L. (2011). Ajuste razonable, un nuevo concepto. *Revista Internacional de Derechos Humanos*, 8(14), 89-115

Candlin, F. (2003). Touch, and the enjoyment of sculpture: A study of blind visitors in museums. Routledge.

Cattaneo, Z., Vecchi, T., Cornoldi, C., Mammarella, I., Bonino, D., Ricciardi, E., & Pietrini, P. (2008). *Imagery and spatial processes in blindness and visual impairment*. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 32(8), 1346–1360. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.05.002

Chaitin, J. (2003). *Narratives and story-telling*. Beyond Intractability

Cienfuegos, A. (2012). Desarrollo de procesos cognitivos. Bogotá: Fundación Universitaria.

Csikszentmihalyi, Mihaly (2014). Aplicaciones del flujo en el desarrollo humano y la educación: Obras completas de Mihaly Csikszentmihalyi. Dordrecht: Springer, 2014. ISBN 978-94-017-9093-2

Clark, A., Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, *58*(1), 7-19. https://doi.org/10.1111/1467-8284.00096

Classen, C. (2005). Museum manners: The sensory life of the early museum. En C. Classen (Ed.), *The Book of Touch* (pp. 209-222). Berg Publishers. https://doi.org/10.1353/jsh.2007.0089

Córdova, D. (2018). La danza de los matachines en Ciudad Juárez: prácticas y significaciones. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Correa, M. (2008). *Imagen táctil: Una representación del mundo*. Barcelona, Universidad de Barcelona.

CONADIS. (2021). *Guía para implementar diseño universal*. https://www.gob.mx/conadis

CONADIS. (2021a). *Guía para la implementación de la LGIPD en espacios culturales*. Disponible en: https://www.gob.mx/conadis

Consejo Internacional de Museos (ICOM). (2022, agosto 24). Nueva definición de museo aprobada por el ICOM. https://icom.museum/es/news/nueva-definicion-de-museo-aprobada-por-el-icom/

Cruz Barbosa, J. C. (2021). Museos y pandemia: La aceleración digital como oportunidad para la inclusión. Revista de Museología, 73, 45-60.

De Beni, R., y Cornoldi, C. (1988). Imagery limitations in totally blind people. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(4), 650-655. https://doi.org/10.1037/0278-7393.14.4.650

Dezcallar, T. (2012). *El carácter representacional de la mente*. Ediciones Universidad de Navarra.

Díaz, S., Gómez, A., & Míguez, M. N. (2023). Decolonialidad y "discapacidad": Nuevos horizontes de sentido. *CLACSO/Universidad de la República*.

Dima, M., Hurcombe, L., & Wright, M. (2014). Touching the past: Haptic augmented reality for museum artefacts. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *8526 LNCS*(PART 2), 3–14. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07464-1_1

Duarte, L. (2016). *Matriz para una museografía crítica* [Tesis de maestría, ICONOS Instituto de Investigación en Comunicación y Cultura]. Repositorio institucional ICONOS. https://www.iconos.edu.mx/qrtesis/tesis_240357LV/240357LV.pdf

Dubois, M. (2021). Museography beyond vision: Designing for tactile epistemologies. Routledge.

D'Angiulli, A., & Waraich, P. (2002). *Enhanced tactile encoding and memory recognition in congenital blindness. International Journal of Rehabilitation Research, 25(2), 143–145.* https://doi.org/10.1097/00004356-200206000-00008

Eardley, A. F., y Pring, L. (2007). Spatial processing, mental imagery, and creativity in individuals with and without sight. *European Journal of Cognitive Psychology, 19*(1), 37–58. https://doi.org/10.1080/09541440600591965

Eilean Hooper-Greenhill (2000). *Museums and the interpretation of visual culture.* London: Routledge.

Eco, U. (1990). *Los límites de la interpretación*. Lumen.

Ehn, P., Nilsson, E. M., y Topgaard, R. (2014). Designing Conditions for the Social. En P. Ehn, E. M. Nilsson y R. Topgaard (Eds.), *Making Futures: Marginal notes on innovation, design and democracy* (pp. 1–21). MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9874.001.0001

Escobar, A., & Mignolo, W. (2023). *Designs for the pluriverse: Radical interdependence and world-making*. Duke University Press.

Esqueda, R. (2024). Diseño, persuasión, emoción y cognición. *Entropía*. (1) pp 1-13.

Feldman, A., y Minstrell, J. (2000). Action research as a research methodology for the study of the teaching and learning of science. En A. E. Kelly y R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 429–455). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Fortuna, J., Harrison, C., Eekhoff, A., Marthaler, C., Seromik, M., Ogren, S., y VanderMolen, J. (2023). Identifying Barriers to Accessibility for Museum Visitors Who Are Blind and Visually Impaired. *Visitor Studies*, *26*(2), 103–124. https://doi.org/10.1080/10645578.2023.2168421

Fritzsche, H. (2022). *Derecho a la cultura y discapacidad visual en México: Análisis de la LGIPD*. UNAM.

Galindo, L. (2018). El guion museológico, una herramienta para la seducción. *Revista de Museología: Publicación científica técnica de museología*, (71), 61-73. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6699339

Gallagher, S. (2017). *Enactivist interventions: Rethinking the mind*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198794325.001.0001

García, A., y Pérez, L. (2021). Evaluación de tecnologías accesibles en museos: Perspectivas de usuarios con discapacidad visual. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 20*(1), 87–103. https://doi.org/10.17398/1695-288X.20.1.87

García Lizárraga, D. (2013). Accesibilidad, un tema ausente en la crítica arquitectónica. En H. Segawa, G. G. de Almeida y R. Villadiego Mozo (Eds.), *Crítica de arquitectura: Ensayos latinoamericanos* (pp. 85–98). Ateliê Editorial.

García-Vizcaíno, M. J. (2024). *Access for the blind in the art setting: tactile paintings as touching experiences? Museum Management and Curatorship.* https://doi.org/10.1080/09647775.2024.2408243

Garrett, J. J. (2011). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond* (2nd ed.). New Riders

Giudice, N. A., Betty, M. R., & Loomis, J. M. (2011). Functional equivalence of spatial images from touch and vision: evidence from spatial updating in blind and sighted individuals. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, *37*(3), 621–634. https://doi.org/10.1037/a0022331

Giudice, N. A., Whalen, W. E., Riehle, T. H., Anderson, S. M., & Doore, S. A. (2019). *Evaluation of an accessible, real-time, and infrastructure-free indoor navigation system by users who are blind in the Mall of America. Journal of Visual Impairment & Blindness, 113*(2), 140–155. https://doi.org/10.1177/0145482X19840918

Goldstein, B. E. (2008). Cognitive psychology: Connecting mind, research, and everyday experience. Belmont, CA: Thomson Wadsworth Publishing Company

Hatwell, Y., Streri, A., y Gentaz, E. (Eds.). (2003). *Touching for knowing: Cognitive psychology of haptic manual perception*. John Benjamins Publishing Company. https://doi.org/10.1075/aicr.53

Hassenzahl, M. (2010). *Experience design: Technology for all the right reasons*. Morgan & Claypool Publishers. https://doi.org/10.2200/S00261ED1V01Y201003HCI008

Heller, M., Ballesteros, S. (2015). Visually impaired touch. In *Scholarpedia of touch* (pp. 387-397). Paris: Atlantis Press. https://doi.org/10.4249/scholarpedia.8240

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Hollins, M. (2022). *Understanding blindness: An integrative approach*. Oxford University Press.

Holmes, Kat (2018), Mismatch: How Inclusion Shapes Design. MIT Press, Cambridge, MA.

Howes, D. (2023). *The sensory studies manifesto*. Bloomsbury.

Huertas, J. (1988). Guía Documental Psicología de la Ceguera. Universidad Autónoma de Madrid.

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild.* MIT Press.

Ibermuseos. (2022). *Declaración del 10º Encuentro Iberoamericano de Museos*. ibermuseos.org

Instituto de las personas con discapacidad (2020). *Protocolo de atención y trato digno a personas con discapacidad*. https://www.poderjudicialcdmx.gob.mx/wp-content/uploads/Protocolo-de-Atención-y-Trato-Digno-a-Personas-con-Discapacidad.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020a). *Censo de Población y Vivienda 2020: Principales resultados por localidad (ITER), datos abiertos*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/datosabiertos/iter/iter_08_cpv2020_csv.zip

Ittyerah, M. (2000). *Hand skill and hand preference in blind and sighted children. Laterality, 5*(3), 221–235. https://doi.org/10.1080/713754379

Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. New York University Press.

Jenkins, H. (2009). The revenge of the origami unicorn: Seven principles of transmedia storytelling. *Confessions of an Aca-Fan*.

Jenkins, H., Ford, S., & Green, J. (2013). *Spreadable media: Creating value and meaning in a networked culture*. New York University Press.

Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Kappers, A., Tiest, W. (2017). Haptic perception of material properties. En Responsive polymer surfaces (eds D. Liu and D.J. Broer). https://doi.org/10.1002/9783527690534.ch10

Karim, A. K. M. R., & Likova, L. T. (2018). Tactile aesthetics in the blind: A behavioral and fMRI investigation. *IS&T International Symposium on Electronic Imaging*. https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2018.14.HVEI-532

Katz, D. (1930). *El mundo de las sensaciones táctiles* (M. G. Morente, Trad.). Revista de Occidente.

Kennedy, J. M. (1993). Drawing and the Blind. Pictures to Touch. Yale University Press

Keysers, C., Kaas, J. H., y Gazzola, V. (2010). Somatosensation in social perception. *Nature reviews. Neuroscience*, *11*(6), 417–428. https://doi.org/10.1038/nrn2833

Klatzky, R. L., Giudice, N. A., Bennett, C. R., & Loomis, J. M. (2014). *Touch-screen technology for the dynamic display of 2D spatial information without vision: Promise and progress. Multisensory Research, 27(5–6), 359–378.* https://doi.org/10.1163/22134808-00002447

Kupers, R., & Ptito, M. (2014). *Compensatory plasticity and cross-modal reorganization following early visual deprivation. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 41, 36–52.* https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.08.001

Laddaga, R. (2007). La intimidad mediada. Apuntes a partir de un libro de Antonio José Ponte. Hispanic Review, pp. 331-348.

Lakoff, G., y Jonhson, M. (1986). Metáforas de la vida cotidiana. Cátedra.

Lauwrens, J. (2022). Haptic modes of engagement in Willem Boshoff's Blind Alphabet. *South African Journal of Art History.* https://doi.org/10.17159/2617-3255/2022/n36a26

Lederman, S. J., y Klatzky, R. L. (2009). *Haptic perception: A tutorial*. Attention, Perception, & Psychophysics, 71(7), 1439-1459. https://doi.org/10.3758/APP.71.7.1439

Lee, J. A. (2016). Mediated storytelling practices and productions: archival bodies of affective evidences. *Networking Knowledge*, 9(6), 74-87.

Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad [LGIPD]. (2011). Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2011. Última reforma publicada el 12 de julio de 2018 (México).

Li, F. M., Zhang, L., Bandukda, M., Stangl, A., Shinohara, K., Findlater, L., y Carrington, P. (2023). Understanding visual arts experiences of blind people. En *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-32). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3544548.3580941

Liu, X. (2021). *Estudio de las narrativas transmedia aplicadas al Museo del Palacio en la Ciudad Prohibida de Pekín* [Trabajo de Fin de Máster, Universitat Politècnica de València]. https://riunet.upv.es/handle/10251/175219

Loomis, J., Klatzky, R., y Giudice, N. (2013). Representing 3D Space in Working Memory: Spatial Images from Vision, Hearing, Touch, and Language. *Multisensory Imagery.* Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5879-1_8

Lupton, E. (2018). Design as storytelling. Cooper Hewitt.

Maidenbaum, S., Buchs, G., Abboud, S., Lavi-Rotbain, O., y Amedi, A. (2016). Perception of graphical virtual environments by blind users via sensory substitution. *PLoS ONE, 11*(2), https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147501

Marks, D. (1983). Imagery differences: An overview of re-search on visual imagery vividness. En *Imagery 1. Proceedings of the First Inter- national Imagery Conference* (pp: 1-4). Dunedin, Neueva Zelanda: Human Performance Associates.

Marmor, G. S., & Zaback, L. A. (1976). Mental rotation by the blind: Does mental rotation depend on visual imagery? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2*(4), 515–521. https://doi.org/10.1037/0096-1523.2.4.515

Martínez, G. (2011) *El diseño háptico, un paradigma diferente: La percepción y su importancia en la generación de un diseño háptico para personas con discapacidad visual.* Leipzig, Alemania: Editorial Académica Española.

Martini, M., y Filippi, C. V. (2022). Preprints en las ciencias de la vida: objetos frontera, cooperación y estandarización. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, *17*(49), 69-90.

Masini, E. (1994). O perceber e o relacionar-se do deficiente visual. Brasília: CORDE.

Matthen, M. (2015). *The Oxford Handbook of Philosophy of Perception*, Oxford Academic, https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199600472.001.0001

Millar, S. (2008). *Space and sense: The development of spatial cognition and orientation in the blind*. Psychology Press.

Ministerio de Cultura de la Nación. (2018). *Programa Nacional de Museos Inclusivos*. Secretaría de Patrimonio Cultural.

Morgado, I. (2019). *Los sentidos: Cómo percibimos el mundo*. Editorial Ariel.

Morales, E. (2015). Conceptuación y desarrollo del diseño sensorial desde la percepción táctil y háptica [Tesis doctoral]. Universitat Politècnica de València. https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/53027

Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.

Nino, F. (1960). Qué es un ciego. *El Correo: Una ventana abierta sobre el mundo.* UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000064584_spa

Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic Books.

Organización Mundial de la Salud. (2019). *Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud* (11.ª ed.).

Organización de las Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. https://www.un.org/disabilities/documents/convention/convention_accessible_pdf.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://sdgs.un.org/2030agenda

Organización Nacional de Ciegos Españoles. (2017). *Hoy toca el Prado, exposición pictórica para ver y tocar, llega a Vigo.* https://www.fundaciononce.es/es/noticia/hoy-toca-el-prado-exposicion-pictorica-para-ver-y-tocar-llega-vigo

Ortíz, T., y Santos, J. M. (2012). Generación de experiencias visuales en ciegos mediante estimulación táctil repetitiva. *Revista Ciencia Cognitiva*

Pallasmaa, J. (2005). *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*. Wiley.

Pasqualotto, A., & Proulx, M. J. (2012). The role of visual experience for the neural basis of spatial cognition. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, *36*(4), 1179–1187. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.01.008

Paterson, M. (2007). *The senses of touch: Haptics, affects and technologies.* Oxford: Berg Publishers.

Paterson, M. (2016). *Reading with the fingers: Tactile signs and the possibilities for a language of touch.*En *Seeing with the hands: Blindness, vision and touch after Descartes* (pp. 138–159). Edinburgh University Press. https://doi.org/10.1515/9781474405331-009

Pedraza, J. (2025). *Impulsa UAM espacios incluyentes y accesibles para garantizar educación de personas con discapacidad. Tu casa UAM.* https://tucasa.uam.mx/impulsa-uam-espacios-incluyentes-y-accesibles-para-garantizar-educacion-de-personas-con-discapacidad/

Peirce, C. S. (1974). La ciencia de la semiótica. Nueva Visión.

Pérez Ruiz, L. (2021). *Museología crítica y social en México: Retos para una inclusión verdadera*. Gaceta de Museos, (78), 12–25. https://revistas.inah.gob.mx/index.php/gacetademuseos/article/view/17452

Petrie, H., Carmien, S. & Lewis, A. (2018). Assistive Technology Abandonment: Research Realities and Potentials', Miesenberger, K. and Kouroupetroglou, G. (eds), *Computers Helping People with Special Needs*, Lecture Notes in Computer Science, Cham, Springer International Publishing, pp. 532–540 https://doi.org/10.1007/978-3-319-94274-2_77

Petroski, H. (2012). *To forgive design: Understanding failure*. Belknap Press of Harvard University Press.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1966). *L'image mental chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.

Pietrzak, T., & Ray, R. (2025). Comparing apparent haptic motion and funneling for the perception of tactile animation illusions on a circular tactile display. *IEEE Transactions on Haptics*, 18(2), 398-407. https://doi.org/10.1109/TOH.2025.3552992

Pinker, S. (2007). *Cómo funciona la mente* (F. Meler-Orti, Trad.). Ediciones Destino. (Obra original publicada en 1997)

Pissaloux, E., & Velázquez, R. (2017). *Model of cognitive mobility for visually impaired people and its experimental validation.* In E. Pissaloux & R. Velázquez (Eds.), *Mobility of visually impaired people: Fundamentals and ICT assistive technologies* (pp. 231–254). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54446-5_11

Preiser, W. F. E., & Ostroff, E. (2001). Universal design handbook. McGraw-Hill.

Project Management Institute (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (7ma. ed.)

Pullin, G., & Higginbotham, J. (2010). Design Meets Disability. *Augmentative and Alternative Communication*, *26*(4), 226–229. https://doi.org/10.3109/07434618.2010.532926

Pylyshyn, Z. (1984). Computation and Cognition. Cambridge, MA: MIT Press.

Real Academia Española (2023). Háptica. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 14 de abril de 2023, de rae.es

Rodríguez, C. (2011). Museología crítica y discurso expositivo. Akal Ed.

Rosa, A. (1981). Imágenes mentales y desarrollo cognitivo en ciegos totales de nacimiento. *Estudios de psicología,* ISSN 0210-9395, Nº 4, 1981, pags. 24-65. https://doi.org/10.1080/02109395.1980.10821241

Rosello Capra, M. (2022). El diseño como hipermediador entre las personas y el acceso al arte y la cultura. Experiencias inclusivas y nuevas tecnologías. *Cuadernos Del Centro de Estudios En Diseño y Comunicación*, *166*(166), 221–230. https://pub.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/7054/11223

Rubiales, R. (2020). *La educación museal como experiencia multisensorial: El giro pedagógico en la museografía mexicana*. Editorial Santillana / Ibermuseos. https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.39451

Sánchez-Castillo y Galán E. (2016). "Narrativa transmedia y percepción cognitiva en El Ministerio del Tiempo (TVE)". Revista Latina de Comunicación Social, 71, pp. 508 a 526 http://www.revistalatinacs.org/071/paper/1107/27es.html DOI: 10.4185/RLCS-2016-1107

Sanders, E., & Stappers. (2023). Co-creation and the new landscapes of design. *International Journal of Design*, 17(1), 1-6. https://doi.org/10.1080/15710880701875068

Secretaría de Cultura. (2021). *Museos accesibles a todos los públicos y adaptables a las identidades, ejes de la actividad cultural del INAH*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cultura/prensa/museos-accesibles-a-todos-publicos-y-adaptables-a-las-identidades-ejes-de-la-actividad-cultural-del-inah

Serra, A. (2018). Etnógrafos y diseñadores culturales en la era de la alta tecnología. En *Cultura, diseño y tecnología* (pp. 25–44). El Colegio de la Frontera Norte. http://bdjc.iia.unam.mx/items/show/325

Schneider, O., MacLean, K., Swindells, C., y Booth, K. (2017). Haptic experience design: What hapticians do and where they need help. *International Journal of Human-Computer Studies* , *107*, 5–21. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.04.004

Scolari, C. (2013). *Narrativas transmedia: Cuando todos los medios cuentan*. Deusto.

Scolari, C. (2009). Transmedia storytelling: Implicit consumers, narrative worlds, and branding in contemporary media production. *International Journal of Communication, 3*, 586–606. https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet?publisherName=ELS&contentID=S1071581917300605&orderBeanReset=true

Smith, E., y Kosslyn, S. (2008). *Procesos cognitivos: Modelos y bases neurales*. Pearson Educación.

Sociedad Mexicana de Oftalmología. (2023). *Información sobre salud visual en México*. Recuperado el 15 de marzo de 2023, de https://www.smo.org.mx

Speed, L., Poort, E., Duiker, T., Baseler, H., & Majid, A. (2025). Haptic compensation in blind people's conceptual representations. *Open Mind: Discoveries in Cognitive Science*, 9, 1786–1801. https://doi.org/10.1162/OPMI.a.250

Srinivasan, M. A. (1995). What is Haptics? *Laboratory for Human and Machine Haptics: The Touch Lab*. http://touchlab.mit.edu

SSDIQUALIFY organization. (2014). *Defining Boundaries of Low Vision Patients*. SSDIQUALIFY Organization. https://web.archive.org/web/20140127023130/http://www.ssdiqualify.org/defining-boundaries-low-vision-patients/

Steinfeld, A., Maisel, J. L., & Steinfeld, E. (2018). *Accessible public transportation: Designing service for riders with disabilities*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315118321

Story, M. F., Mueller, J. L., & Mace, R. L. (1998). *The universal design file: Designing for people of all ages and abilities* (Rev. ed.). Center for Universal Design. https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs_p/docs/UDfile.pdf

Suprema Corte de Justicia de la Nación. (2021). *Guía para la implementación de ajustes razonables para la inclusión laboral*. Dirección General de Derechos Humanos.

Tulving, E. (2002). Episodic memory: from mind to brain. *Annual review of psychology*, *53*, 1–25. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114

Thinus-Blanc, C., & Gaunet, F. (1997). Representation of space in blind persons: vision as a spatial sense?. *Psychological bulletin*, *121*(1), 20–42. https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.20

Uboldi, S., et al. (2025). From touch to mental imagery: The embodied aesthetic experience of late-blind people engaged in tactile exploration. *Culture, Medicine, and Psychiatry.* https://doi.org/10.1007/s11013-025-09904-9

UNESCO. (2009). UNESCO World Report: Investing in Cultural Diversity and Maidenbaum Intercultural Dialogue. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000184755

UNESCO. (2015). *Recommendation concerning the Protection and Promotion of Museums and Collections, their Diversity and their Role in Society*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232825

Vega, J., y Suazo, I. (2021). *El tacto: Tocar y sentir*. RIL Editores / Ediciones Universidad Autónoma de Chile.

Villaroel, J. (1995). Didáctica general, Módulo de Aprendizaje: Profesionalización Docente. Ibarra – Ecuador.

Van Boeijen, A., & Zijlstra, Y. (2020). *Culture sensitive design: A guide to culture in practice*. BIS Publishers. https://www.bispublishers.com/culture-sensitive-design.html

van Dijk, T. A. (2009). *Society and discourse. How social context influence text and talk*. Cambridge University Press.

Vaz, R., Fernandes, P. O., & Veiga, A. C. R. (2018). *Designing an interactive exhibitor for assisting blind and visually impaired visitors in tactile exploration of original museum pieces*. Procedia Computer Science, 138, 561–570. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.076

Vitale, A. (2002). El estudio de los signos: Peirce y Saussure. Buenos Aires: UBA.

Wang, X., Kayukawa, S., Takagi, H., & Asakawa, C. (2024). BentoMuseum: 3D and layered interactive museum map for blind visitors. En *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*. Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3517428.3544811

Zarur, J. (2021). Materiales hápticos. Una alternativa para el conocimiento del arte pictórico en personas con discapacidad visual. In Cordinación de Posgrado CyAD (Ed.), *De los métodos y las maneras* (6th ed., Vol. 6, pp. 31–38). Universidad Autónoma Metropolitana. http://hdl.handle.net/11191/7926

Zarur, J. (2023). Las miradas de la discapacidad visual. Diseño de materiales hápticos para el acceso al arte pictórico a través de la "mirada" de las personas ciegas. *Cuadernos Del Centro de Estudios En Diseño y Comunicación*, *172*, 137–153.

Zarur, J. (2020a). Diseño de materiales hápticos. Diseño incluyente. *ESPACIO DISEÑO*, *280*, 25–30. http://www.comunicaci

Zarur, J. (2020b). Propuesta metodológica para el desarrollo de MATERIALES HÁPTICOS para recibir visitantes con discapacidad visual en los museos de México. *UCES.DG · Enseñanza y Aprendizaje del Diseño*, *7*, 36–46. http://www.un.org/spanish/disabilities/default.asp?id=498

Zumalabe, J. M. (2014). Acerca del carácter representacional de la mente. La mente representacional. *Psychology, Society, & Education*, *6*(2), 125–144. www.psye.org

Anexos

Anexo A

Dictamen favorable del comité de ética de la UACJ.

UACJ | Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Comité de Ética en la Investigación

Resolución CEI-2024-2-1390

Ciudad Juárez, Chihuahua, a 24 de octubre de 2024

Jorge Omar Chavarría Fernández
Dra. Silvia Husted Ramos
Presente.

El Comité de Ética en la Investigación (CEI), después de recibir el protocolo de investigación CEI-2024-2-313, denominado "El diseño de interacción háptico como estímulo al marco representacion al que generan las personas ciegas ante la narrativa en los museos", resolvió:

Dictamen favorable

Atentamente
"Por una vida científica
Por una ciencia vital"

Dra. Gwendolyne Peraza Mercado
Presidente del Comité de Ética en la Investigación

Dra. Fany Thelma Solís Rodríguez
Secretaria del Comité de Ética en la Investigación

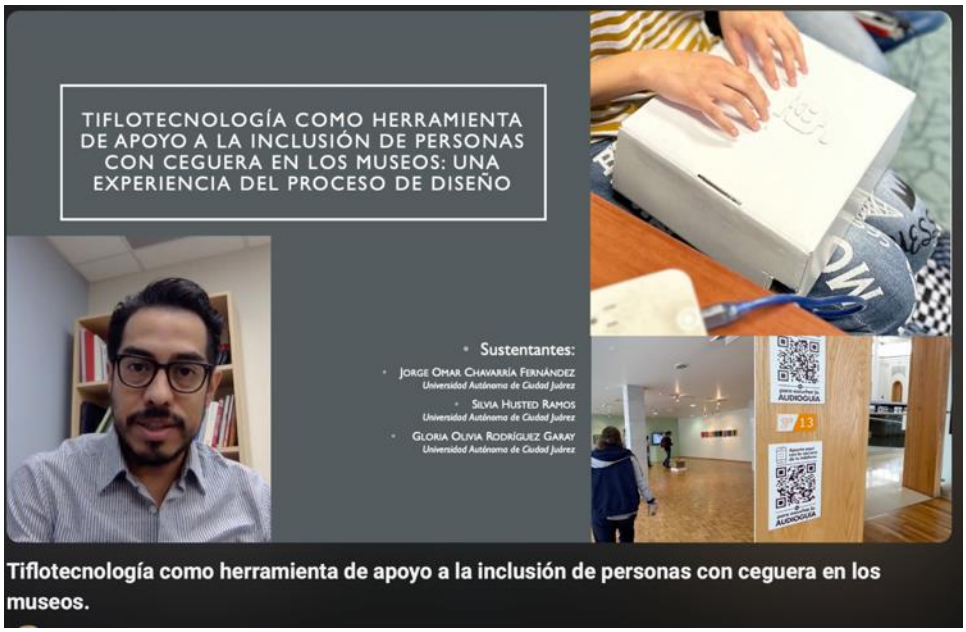
c.c.p. Archivo.

Anexo B

Conferencia Tiflotecnología como herramienta de apoyo a la inclusión de personas con ceguera en los museos.

Liga a Conferencia: https://youtu.be/Imt8bqtK4xA

Código QR para acceder a la conferencia Tiflotecnología como herramienta de apoyo a la inclusión de personas con ceguera en los museos.



Anexo C
Carta cede del Museo de Arte de Ciudad Juárez.

CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA
INBAL

museo de arte de ciudad juárez

Museo de Arte de Ciudad Juárez
Ciudad Juárez, Chih. 20 de mayo del 2024
Asunto: Carta Sede

Comisión de Selección PACMYC 2024
PRESENTE

La presente es para hacer constar que conocemos y respaldamos a la Dra. Silvia Husted Ramos, responsable del proyecto "Danza Táctil: Una experiencia a ciegas de la tradición matachín", que estamos al tanto como institución que participarán en la convocatoria PACMYC 2024 con la finalidad de realizar las siguientes actividades durante los meses de octubre de 2024 a septiembre de 2025:

- Exposición "Danza Táctil: Una experiencia a ciegas de la tradición matachín" dirigida a personas ciegas, con discapacidad visual y público en general, instalación compuesta por arte-sensorial en relieve, que narran la tradición matachín desde una perspectiva regional chihuahuense.
- Talleres de arte inclusivo para personas ciegas.
- Talleres de sensibilización ante la ceguera para públicos diversos.

El Museo de Arte de Ciudad Juárez, recinto perteneciente a la Red de Museos del INBAL, fomenta la creación y desarrollo de prácticas artísticas, que reflejan la diversidad creadora y buscamos respaldar los proyectos y actividades que tengan en su naturaleza la investigación y desarrollo artístico local y regional, esperamos que el proyecto sea beneficiado para su realización ya que es una propuesta original y novedosa nos invita a la empatía y apoyo a los grupos vulnerables de la ciudad y a continuar siendo espacios abiertos al diálogo.

Atentamente

Christian Aurelio Diego Diego
Director MACJ
C.C.P. JARA .- ADM

Anexo D

Carta cede del Centro Cultural de las Fronteras.

DIRECCIÓN GENERAL DE
Difusión Cultural y Divulgación Científica

UACJ | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Ciudad Juárez, Chih.; a 21 de mayo de 2024
Oficio Núm.: UACJ-DGDCDC/091/2024
Asunto: Compromiso apoyo proyecto PACMYC2024

Comisión de selección PACMYC 2024.
Presente.-

La presente es para hacer constar que conocemos y respaldamos a la Dra. Silvia Husted Ramos, responsable del proyecto "Danza Táctil: Una experiencia a ciegas de la tradición matachín", que estamos al tanto como institución que participarán en la convocatoria PACMYC 2024 con la finalidad de realizar las siguientes actividades durante los meses de octubre de 2024 a septiembre de 2025:

- Exposición "Danza Táctil: Una experiencia a ciegas de la tradición matachín" dirigida a personas ciegas, con discapacidad visual y público en general, instalación compuesta por arte-sensorial en relieve, que narran la tradición matachin desde una perspectiva regional chihuahuense.
- Exposición de lo que se genere de los Talleres de arte inclusivo para personas ciegas y los talleres de sensibilización ante la ceguera para publicos diversos.

El Centro Cultural de las Fronteras, respalda el proyecto y todas las actividades que de este deriven, esperamos que el proyeto sea beneficiado para su realización ya que es una propuesta original y novedosa que abre las puertas del museo a los grupos vulnerables de la ciudad.

ATENTAMENTE
Por una vida científica
por una ciencia vital

UACJ
DIRECCIÓN GENERAL DE DIFUSIÓN CULTURAL Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Dra. Alpha Elena escobedo Vargas
Directora General de Difusión Cultural y Divulgación Científica

c.c.p. Archivo DGDCDCD
c.c.p. Contraloria UACJ, para conocimiento

Centro Cultural de las Fronteras, Anillo Envolvente José Reyes Estrada 445 • Zona Pronaf • C. P. 32315 • Ciudad Juárez, Chih., México • Tel. 656 639 8872, exts. 8672 y 8872

Anexo E

Carta cede del Centro de Estudios para Invidentes A.C.

Centro de Estudios para Invidentes A.C.

28 Años Formando huellas

Cd. Juárez, Chihuahua a 01 Noviembre de 2024

A quien corresponda:

El Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil (CEIAC) hace constar su colaboración con la Dra. Silvia Husted Ramos y el Mtro. Jorge Omar Chavarría Fernández en el proyecto de investigación titulado "El diseño de interacción háptico como estímulo al marco representacional que generan las personas ciegas ante la narrativa en los museos", el cual se llevará a cabo entre febrero y marzo de 2025.

El CEIAC se compromete a:

1. Contactar a los padres de familia de los usuarios con discapacidad visual, solicitando su apoyo para reclutar participantes para el estudio.
2. Facilitar el traslado de los participantes al museo, donde se realizarán las visitas para las pruebas del modelo/prototipo.

El grupo de estudiantes estará compuesto por aproximadamente 20 personas, quienes participarán de manera totalmente voluntaria. Se garantizará que todos los datos de los participantes se mantendrán en estricta confidencialidad y serán tratados de forma anónima.

Atentamente

_____

María Otilia Herfter Rivera
Directora Sede Juárez

656 613 6913 ceiac@ceiacmexico.org Los Olivos 4200, Los Olivos. 32543 Ciudad Juárez, Chih, MX.

Anexo F

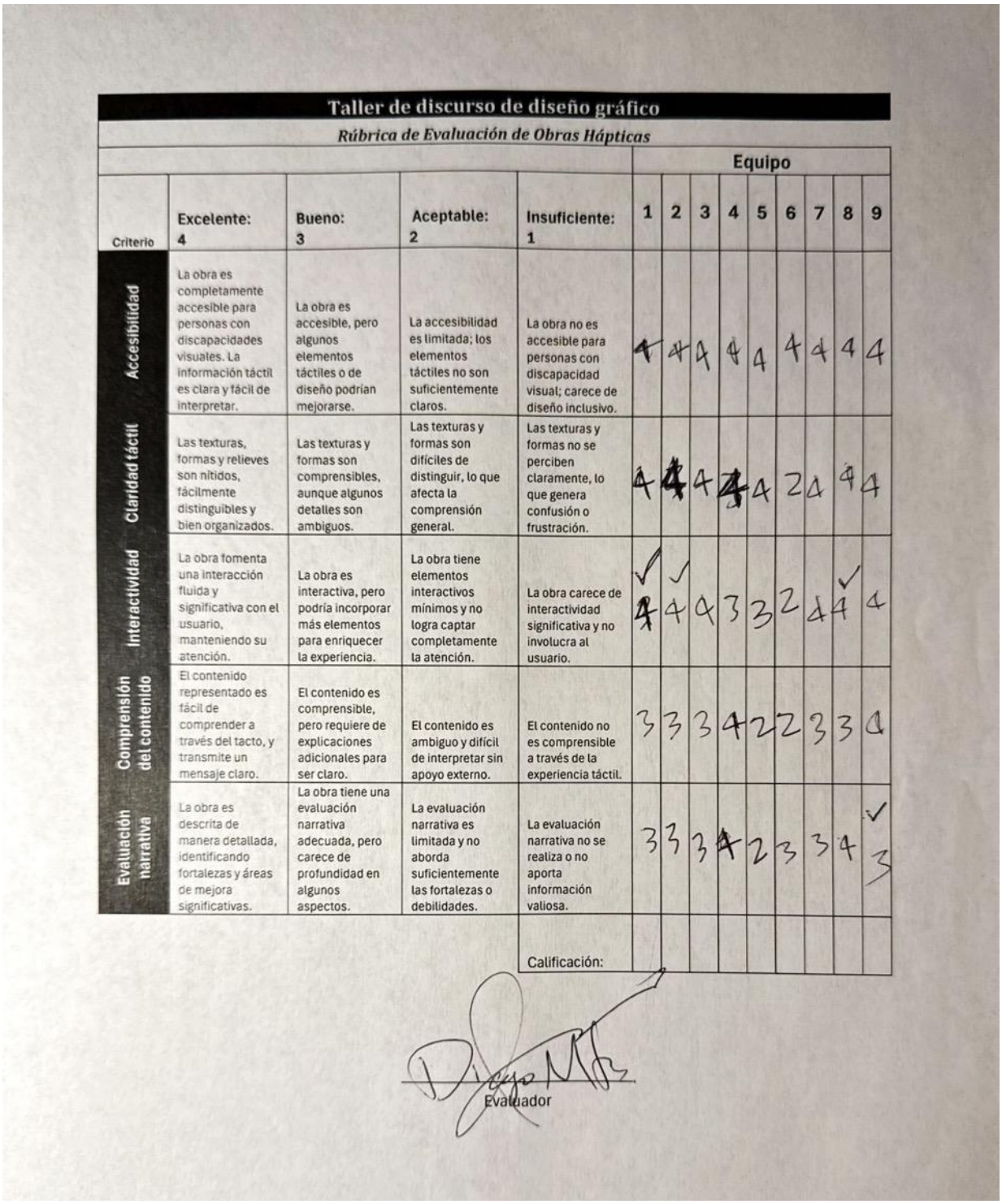
Rúbrica de evaluación de obras plásticas.

Taller de discurso de diseño gráfico														
Rúbrica de Evaluación de Obras Hápticas														
					Equipo									
Criterio	Excelente: 4	Bueno: 3	Aceptable: 2	Insuficiente: 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Accesibilidad	La obra es completamente accesible para personas con discapacidades visuales. La información táctil es clara y fácil de interpretar.	La obra es accesible, pero algunos elementos táctiles o de diseño podrían mejorarse.	La accesibilidad es limitada; los elementos táctiles no son suficientemente claros.	La obra no es accesible para personas con discapacidad visual; carece de diseño inclusivo.									
Claridad táctil	Las texturas, formas y relieves son nítidos, fácilmente distinguibles y bien organizados.	Las texturas y formas son comprensibles, aunque algunos detalles son ambiguos.	Las texturas y formas son difíciles de distinguir, lo que afecta la comprensión general.	Las texturas y formas no se perciben claramente, lo que genera confusión o frustración.									
Interactividad	La obra fomenta una interacción fluida y significativa con el usuario, manteniendo su atención.	La obra es interactiva, pero podría incorporar más elementos para enriquecer la experiencia.	La obra tiene elementos interactivos mínimos y no logra captar completamente la atención.	La obra carece de interactividad significativa y no involucra al usuario.									
Comprensión del contenido	El contenido representado es fácil de comprender a través del tacto, y transmite un mensaje claro.	El contenido es comprensible, pero requiere de explicaciones adicionales para ser claro.	El contenido es ambiguo y difícil de interpretar sin apoyo externo.	El contenido no es comprensible a través de la experiencia táctil.									
Evaluación narrativa	La obra es descrita de manera detallada, identificando fortalezas y áreas de mejora significativas.	La obra tiene una evaluación narrativa adecuada, pero carece de profundidad en algunos aspectos.	La evaluación narrativa es limitada y no aborda suficientemente las fortalezas o debilidades.	La evaluación narrativa no se realiza o no aporta información valiosa.									
				Calificación:									

Evaluador

Anexo G

Rúbrica de evaluación de obras plásticas llenada por evaluador 1.



Taller de discurso de diseño gráfico

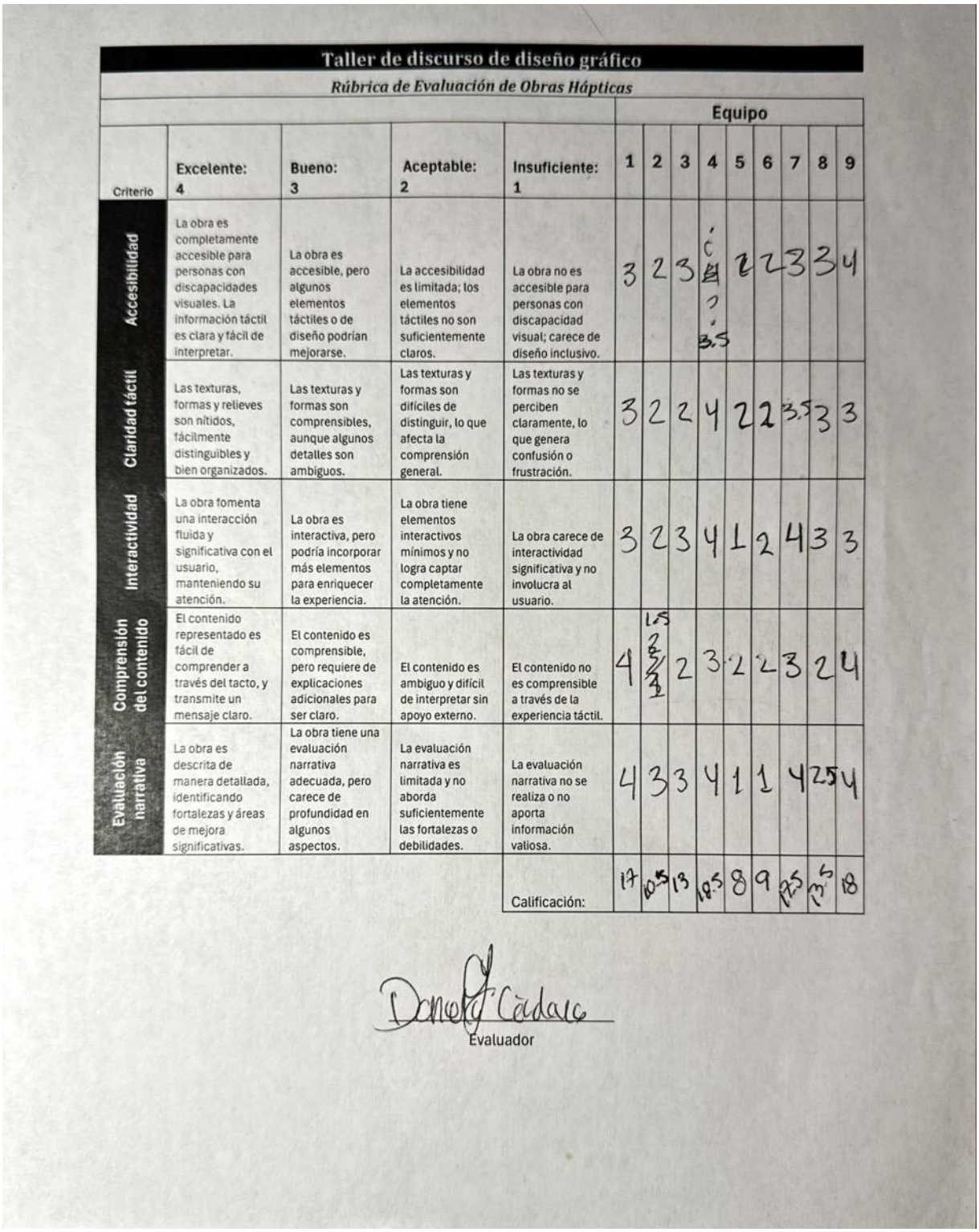
Rúbrica de Evaluación de Obras Hápticas

Criterio	Excelente: 4	Bueno: 3	Aceptable: 2	Insuficiente: 1	Equipo 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Accesibilidad	La obra es completamente accesible para personas con discapacidades visuales. La información táctil es clara y fácil de interpretar.	La obra es accesible, pero algunos elementos táctiles o de diseño podrían mejorarse.	La accesibilidad es limitada; los elementos táctiles no son suficientemente claros.	La obra no es accesible para personas con discapacidad visual; carece de diseño inclusivo.	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Claridad táctil	Las texturas, formas y relieves son nítidos, fácilmente distinguibles y bien organizados.	Las texturas y formas son comprensibles, aunque algunos detalles son ambiguos.	Las texturas y formas son difíciles de distinguir, lo que afecta la comprensión general.	Las texturas y formas no se perciben claramente, lo que genera confusión o frustración.	4	4	4	4	4	2	4	4	4
Interactividad	La obra fomenta una interacción fluida y significativa con el usuario, manteniendo su atención.	La obra es interactiva, pero podría incorporar más elementos para enriquecer la experiencia.	La obra tiene elementos interactivos mínimos y no logra captar completamente la atención.	La obra carece de interactividad significativa y no involucra al usuario.	✓ 4	✓ 4	4	3	3	2	4	✓ 4	4
Comprensión del contenido	El contenido representado es fácil de comprender a través del tacto, y transmite un mensaje claro.	El contenido es comprensible, pero requiere de explicaciones adicionales para ser claro.	El contenido es ambiguo y difícil de interpretar sin apoyo externo.	El contenido no es comprensible a través de la experiencia táctil.	3	3	3	4	2	2	3	3	4
Evaluación narrativa	La obra es descrita de manera detallada, identificando fortalezas y áreas de mejora significativas.	La obra tiene una evaluación narrativa adecuada, pero carece de profundidad en algunos aspectos.	La evaluación narrativa es limitada y no aborda suficientemente las fortalezas o debilidades.	La evaluación narrativa no se realiza o no aporta información valiosa.	3	3	3	4	2	3	3	4	✓ 3
				Calificación:									

Evaluador

Anexo H

Rúbrica de evaluación de obras plásticas llenada por evaluador 2



Taller de discurso de diseño gráfico

Rúbrica de Evaluación de Obras Hápticas

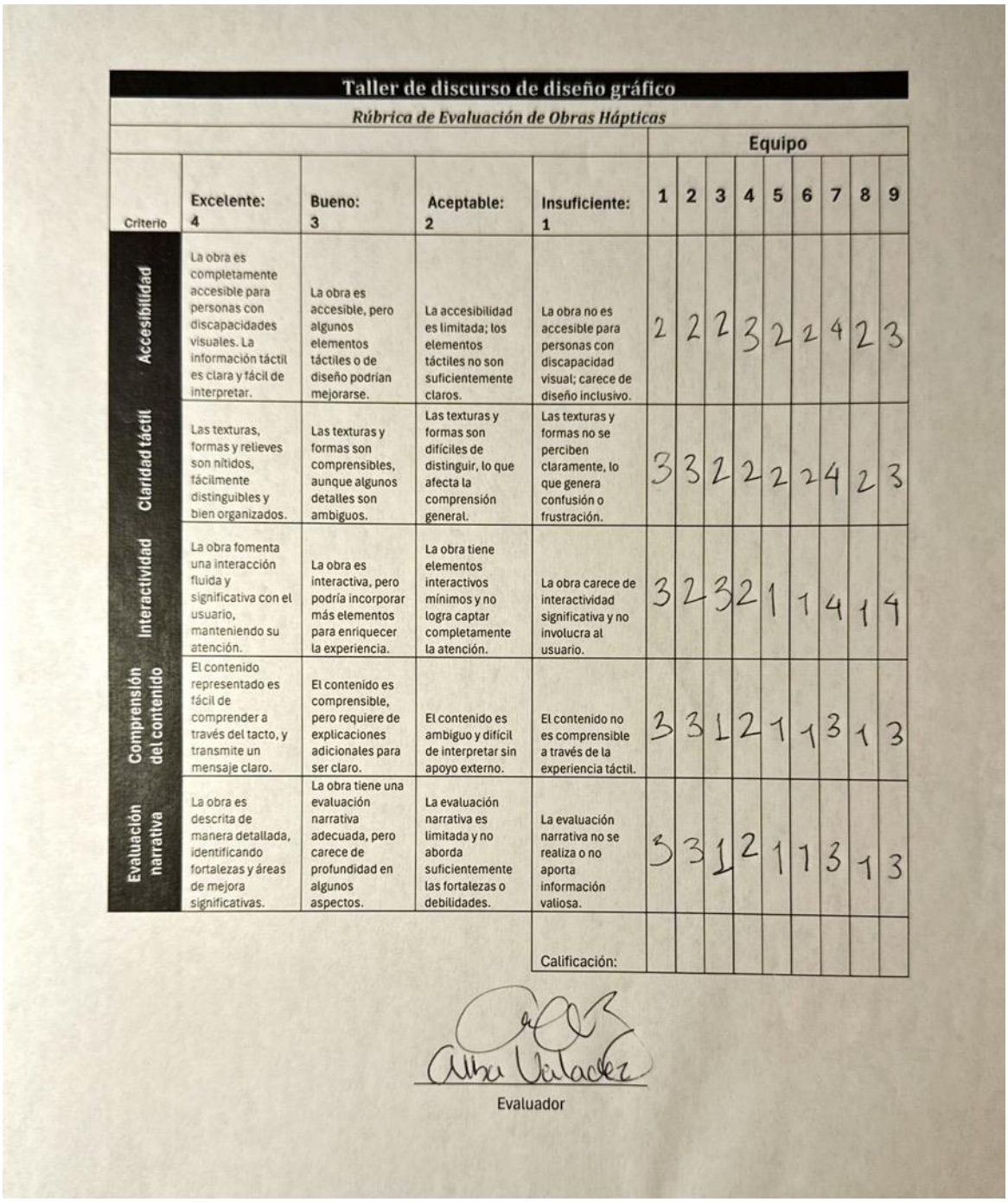
Criterio	Excelente: 4	Bueno: 3	Aceptable: 2	Insuficiente: 1	Equipo 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Accesibilidad	La obra es completamente accesible para personas con discapacidades visuales. La información táctil es clara y fácil de interpretar.	La obra es accesible, pero algunos elementos táctiles o de diseño podrían mejorarse.	La accesibilidad es limitada; los elementos táctiles no son suficientemente claros.	La obra no es accesible para personas con discapacidad visual; carece de diseño inclusivo.	3	2	3	C/A 3.5	2	2	3	3	4
Claridad táctil	Las texturas, formas y relieves son nítidos, fácilmente distinguibles y bien organizados.	Las texturas y formas son comprensibles, aunque algunos detalles son ambiguos.	Las texturas y formas son difíciles de distinguir, lo que afecta la comprensión general.	Las texturas y formas no se perciben claramente, lo que genera confusión o frustración.	3	2	2	4	2	2	3.5	3	3
Interactividad	La obra fomenta una interacción fluida y significativa con el usuario, manteniendo su atención.	La obra es interactiva, pero podría incorporar más elementos para enriquecer la experiencia.	La obra tiene elementos interactivos mínimos y no logra captar completamente la atención.	La obra carece de interactividad significativa y no involucra al usuario.	3	2	3	4	1	2	4	3	3
Comprensión del contenido	El contenido representado es fácil de comprender a través del tacto, y transmite un mensaje claro.	El contenido es comprensible, pero requiere de explicaciones adicionales para ser claro.	El contenido es ambiguo y difícil de interpretar sin apoyo externo.	El contenido no es comprensible a través de la experiencia táctil.	4	1.5 2 2.5 3	2	3	2	2	3	2	4
Evaluación narrativa	La obra es descrita de manera detallada, identificando fortalezas y áreas de mejora significativas.	La obra tiene una evaluación narrativa adecuada, pero carece de profundidad en algunos aspectos.	La evaluación narrativa es limitada y no aborda suficientemente las fortalezas o debilidades.	La evaluación narrativa no se realiza o no aporta información valiosa.	4	3	3	4	1	1	4	2.5	4
				Calificación:	17	10.5	13	18.5	8	9	17.5	13.5	18

Daniela Cadavid

Evaluador

Anexo I

Rúbrica de evaluación de obras plásticas llenada por evaluador 3.



Taller de discurso de diseño gráfico

Rúbrica de Evaluación de Obras Hápticas

Criterio	Excelente: 4	Bueno: 3	Aceptable: 2	Insuficiente: 1	Equipo 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Accesibilidad	La obra es completamente accesible para personas con discapacidades visuales. La información táctil es clara y fácil de interpretar.	La obra es accesible, pero algunos elementos táctiles o de diseño podrían mejorarse.	La accesibilidad es limitada; los elementos táctiles no son suficientemente claros.	La obra no es accesible para personas con discapacidad visual; carece de diseño inclusivo.	2	2	2	3	2	2	4	2	3
Claridad táctil	Las texturas, formas y relieves son nítidos, fácilmente distinguibles y bien organizados.	Las texturas y formas son comprensibles, aunque algunos detalles son ambiguos.	Las texturas y formas son difíciles de distinguir, lo que afecta la comprensión general.	Las texturas y formas no se perciben claramente, lo que genera confusión o frustración.	3	3	2	2	2	2	4	2	3
Interactividad	La obra fomenta una interacción fluida y significativa con el usuario, manteniendo su atención.	La obra es interactiva, pero podría incorporar más elementos para enriquecer la experiencia.	La obra tiene elementos interactivos mínimos y no logra captar completamente la atención.	La obra carece de interactividad significativa y no involucra al usuario.	3	2	3	2	1	1	4	1	4
Comprensión del contenido	El contenido representado es fácil de comprender a través del tacto, y transmite un mensaje claro.	El contenido es comprensible, pero requiere de explicaciones adicionales para ser claro.	El contenido es ambiguo y difícil de interpretar sin apoyo externo.	El contenido no es comprensible a través de la experiencia táctil.	3	3	1	2	1	1	3	1	3
Evaluación narrativa	La obra es descrita de manera detallada, identificando fortalezas y áreas de mejora significativas.	La obra tiene una evaluación narrativa adecuada, pero carece de profundidad en algunos aspectos.	La evaluación narrativa es limitada y no aborda suficientemente las fortalezas o debilidades.	La evaluación narrativa no se realiza o no aporta información valiosa.	3	3	1	2	1	1	3	1	3
				Calificación:									

Alba Velador

Evaluador

Anexo J

Carta de cesión de derechos de autor de obras plásticas.

UACJ-IADA.
Proyecto final de Taller de Discurso del Diseño Gráfico
"Obras hápticas del ritual de Danza Matachín"

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

26 de noviembre de 2024

A quien corresponda

Por medio de la presente, quienes suscribimos _____ y _____, en calidad de autores intelectuales de la obra táctil _____,

nos permitimos manifestar conformidad para ceder los derechos de la obra, la cual bajo protesta de decir verdad certificamos que es un trabajo original realizado para fines de proyecto final de la clase de *Taller de discurso del diseño gráfico* con el docente *Jorge Omar Chavarría Fernández*, es una obra original y no ha sido publicado previamente.

Lo anterior con el fin de que pueda ser utilizado por la *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, y el *Mtro. Jorge Omar Chavarría Fernández,* sin fines de lucro para fines de investigación, así mismo se permite la intervención de la pieza por medio de circuitos electrónicos para convertirla en una obra tiflotecnológica para su exposición y uso en pruebas táctiles con diferentes tipos de usuarios: personas con ceguera y normovisuales, para fines de investigación y difusión de temas de accesibilidad e inclusión de personas con discapacidad visual.

Por ello, este documento equivale a una carta cesión de derechos y surte con los efectos legales necesarios.

Sin más por el momento, quedo a disposición.

_____**(Firma)**_____

(Nombre completo del autor 1)

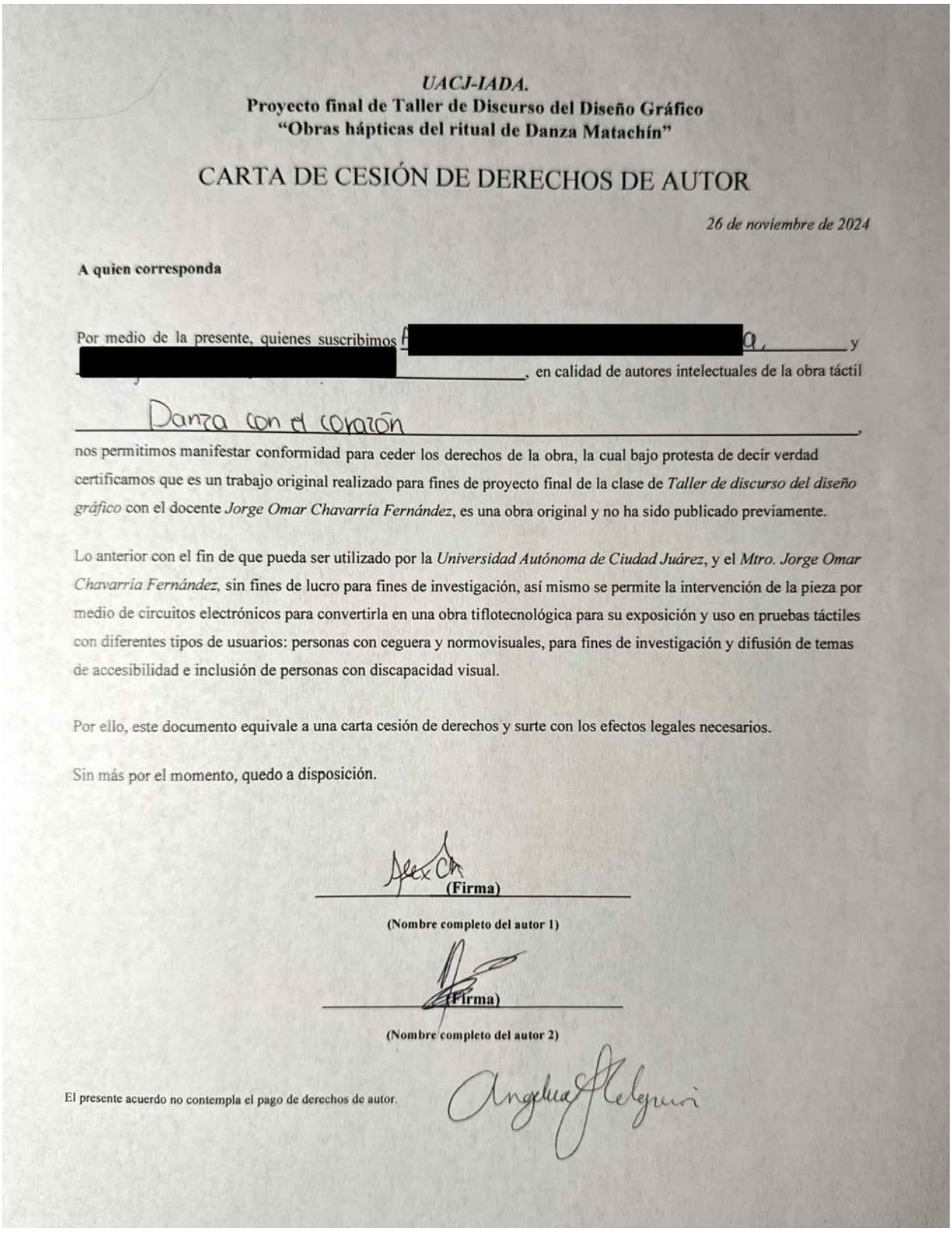
_____**(Firma)**_____

(Nombre completo del autor 2)

El presente acuerdo no contempla el pago de derechos de autor.

Anexo K

Carta de cesión de derechos de autor de obras plásticas de la obra Danza con el corazón



UACJ-IADA.
Proyecto final de Taller de Discurso del Diseño Gráfico
"Obras hápticas del ritual de Danza Matachín"

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

26 de noviembre de 2024

A quien corresponda

Por medio de la presente, quienes suscribimos [redacted], y [redacted], en calidad de autores intelectuales de la obra táctil Danza con el corazón, nos permitimos manifestar conformidad para ceder los derechos de la obra, la cual bajo protesta de decir verdad certificamos que es un trabajo original realizado para fines de proyecto final de la clase de *Taller de discurso del diseño gráfico* con el docente *Jorge Omar Chavarría Fernández*, es una obra original y no ha sido publicado previamente.

Lo anterior con el fin de que pueda ser utilizado por la *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, y el *Mtro. Jorge Omar Chavarria Fernández*, sin fines de lucro para fines de investigación, así mismo se permite la intervención de la pieza por medio de circuitos electrónicos para convertirla en una obra tiflotecnológica para su exposición y uso en pruebas táctiles con diferentes tipos de usuarios: personas con ceguera y normovisuales, para fines de investigación y difusión de temas de accesibilidad e inclusión de personas con discapacidad visual.

Por ello, este documento equivale a una carta cesión de derechos y surte con los efectos legales necesarios.

Sin más por el momento, quedo a disposición.

(Firma)

(Nombre completo del autor 1)

(Firma)

(Nombre completo del autor 2)

El presente acuerdo no contempla el pago de derechos de autor.

Anexo L

Publicidad de la exposición Danza táctil.



Anexo M

Tríptico de la exposición Danza Táctil.

Experiencia Háptica de la Tradición Matachín

Las piezas de la exposición muestran los tres lapsos de la celebración a los santos patronos. La narrativa se divide en la víspera, la velación y la fiesta.



Las piezas interactivas activan contenido sensorial al recorrer sus relieves al tacto.

Subida al cerro
Autores:
RUBEN DARIO VIDAL DELGADO
JUAN PABLO GARCÍA DÁVILA

"Esta pieza representa la subida al cerro, las pisadas dejadas por las personas que suben al cerro para conseguir la palma de sotol, el pisar de las piedras y la tierra del cerro de la sierra de Juárez, marcando el inicio de la víspera de la fiesta"



Camino hacia la penca de sotol
Autores:
JAIR ADRIAN DIAZ CONTRERAS
JORGE LUIS MENDEZ MEDELLIN

"Al llegar al cerro se inicia el camino para encontrar las pencas de sotol que se usarán para crear los bastones que se usan en las danzas"





Velación
Autores:
ZURISADAY DURAN RODRIGUEZ
NANCY ARISBETH MOCTEZUMA

"Para las agrupaciones que realizan la velación, ésta se considera el momento de mayor ritualidad dado su sentido de ofrenda y agradecimiento en el cual se encuentra inmersa, al trabajar la palma".

Bastón
Autor:
DRA. SILVIA HUSTED

"Después del reposo, nuevamente se reúnen todos los asistentes alrededor del tendido para llevar a cabo el armado de los bastones. Para armar un bastón se necesitan dos personas, quien lo construye y quien lo asiste".



Recibimiento
Autores:
ESTRELLA RUBI ONOFRE, KEILA JAQUELINE ORTIZ y SABINA VICTORIA DÍAZ

"Para iniciar la fiesta, se reciben a grupos de danzantes invitados, a cada agrupación se le entrega un bastón. Cada grupo invitado llega danzando, y el jefe del grupo anfitrión los recibe entregándoles un bastón"





Danza con el corazón
Autores:
RUTH ANGÉLICA HOLGUÍN HERNÁNDEZ
MARIANA MOLINA PECINA
ALEXANDRA PALOMA CHAVEZ SOTO

"Esta pieza representa los pasos de los danzantes al son de los tambores y los guajes"

Vestimenta
Autores:
MARIA REBECA HERNANDEZ RANGEL
KARLA NAHOMY VENZOR MARTÍNEZ

"Representación del penacho y la vestimenta matachín"



Anexo N

Artículo EL arte para todos por medio de la danza táctil en la web de la UACJ.

Enlace: https://comunica.uacj.mx/28-02-2025/62224

UACJ | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ



El arte para todos por medio de la Danza Táctil

28 febrero 2025

Una exposición de obras diseñadas para personas con ceguera

La oportunidad de creación de públicos y escenarios donde el arte es accesible a todos por igual debe ser una práctica constante, hoy toma evidencia por medio de la exposición *Danza Táctil: La danza matachín a través de imágenes hápticas*.

La exposición de obras táctiles diseñadas para personas con ceguera presentada por Omar Chavarria, fue inaugurada en la Sala Torre del Centro Cultural de las Fronteras (CCF) este 28 de febrero a las 10:00 horas, es una muestra de corta temporada que termina su apreciación este próximo lunes 03 de marzo.

La idea del proyecto busca generar un vínculo social, ayudando a las personas con ceguera a integrarse en espacios recreativos como es el caso de un museo, la propuesta es la danza matachín un baile legendario y de trayectoria, que esta exposición describe desde la bienvenida:

Anexo O

Carta de consentimiento informado.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
Dirigido a: Padres y sus hijos

Título de proyecto: El diseño de interacción háptico como estímulo al marco representacional que generan las personas ciegas ante la narrativa en los museos.
Nombre del Investigador Principal: Silvia Husted Ramos **Nombre del Investigador Secundario:** Jorge Omar Chavarría Fernández
Fecha aprobación por el Comité de ética: (*24/10/2024*)

Estimado(a) Señor/Señora:
Su hijo ha sido invitado a participar en el presente proyecto de investigación, el cual es desarrollado por el estudiante del Doctorado en Diseño, el Mtro. Jorge Omar Chavarría Fernández del Doctorado en Diseño del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte, en colaboración con el Centro de Estudios Para Invidentes Asociación Civil. El estudio se realizará en las instalaciones del Museo de Arte de Ciudad Juárez (INBAL), en la sala antecámara.

Si Usted decide que su hijo(a) participe en el estudio, es importante que considere la siguiente información. Siéntase libre de preguntar cualquier asunto que no le quede claro.

El propósito del presente estudio es obtener datos acerca del funcionamiento de un modelo que ayude a las personas con ceguera a obtener información de obras de arte en el museo. De esta manera, su hijo recorrerá de manera autónoma un espaci museístico desarrollado específicamente para personas ciegas.

Procedimientos:

1. Al llegar al museo se les dará una bienvenida y se les explicará en que consiste el recorrido del museo, y se les dará un mapa táctil para identificar cómo recorrerán el museo.
2. Su hijo entrará a la sala asignada, usted podra acompañarlo en todo momento, pero la idea es que su hijo recorra el espacio sin su ayuda, para determinar la funcionalidad de el espacio.
3. Su hijo tocará cada una de las 9 obras, la cuales activarán audios que los ayuden a entender las piezas. La idea es que su hijo, sin ayuda de otras personas pueda obtener la información de la pieza y reconocer qué se encuentra en ella.
4. Al final del recorrido, estará el Mtro. Chavarría quien les hará una breve entrevista sobre la experiencia del recorrido.

Hemos elegido a su hijo para participar en este estudio porque forma parte de un grupo de jóvenes y niños que tienen ceguera total, y que además ya cuentan con un aprendizaje de lectura de piezas táctiles que han aprendido en el Centro de Estudios para Invidentes Asociación Civil.

Su participación consistirá en llevar a su hijo al museo a realizar el recorrido, y la participación de su hijo consiste en realizar un recorrido en un museo dentro de un espacio que ha sido diseñado específicamente para él/ella.

Beneficios: El beneficio de participar en este estudio es apoyar a las acciones que promueven la visibilización de la discapacidad visual en entornos museísticos, así como un beneficio social al ayudar a desarrollar

un modelo que ayude a las personas ciegas a recorrer espacios públicos, como los museos, en los que se busca autonomía y acceso a la información.

Confidencialidad: Toda la información que Usted nos proporcione para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Usted y su hijo(a) quedarán identificados(as) con un número y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser identificado(a).

Participación Voluntaria/Retiro: Su participación y la de su hijo(a) en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted y su hijo(a) están en plena libertad de negarse a participar o de retirar su participación del mismo en cualquier momento. Su decisión de participar o no en el estudio no implicará ningún tipo de consecuencia negativa.

Todo lo que se ha mencionado en este documento fue explicado verbalmente.

Con fecha de _____ y, habiendo comprendido lo anterior, manifiesto que todas mis dudas fueron aclaradas y que acepto participar en este proyecto de investigación.

Si usted acepta participar en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Declaración de la persona que da el consentimiento

1. Se me ha leído esta Carta de consentimiento.
2. Me han explicado el estudio de investigación incluyendo el objetivo, los posibles riesgos y beneficios, y otros aspectos sobre mi participación en el estudio.
3. He podido hacer preguntas relacionadas a mi participación en el estudio, y me han respondido satisfactoriamente mis dudas.

Si usted entiende la información que le hemos dado en este formato, está de acuerdo en participar en este estudio, de manera total o parcial, y también está de acuerdo en permitir que su información de salud sea usada como se describió antes, entonces le pedimos que indique su consentimiento para participar en este estudio.

Registre su nombre y firma en este documento del cual le entregaremos una copia.

PARTICIPANTE:

Nombre: _____

PADRE O TUTOR RESPONSIBLE:

Nombre: _____

Firma: _____ Fecha/hora _____

Nombre y firma del investigador o persona que obtiene el consentimiento:

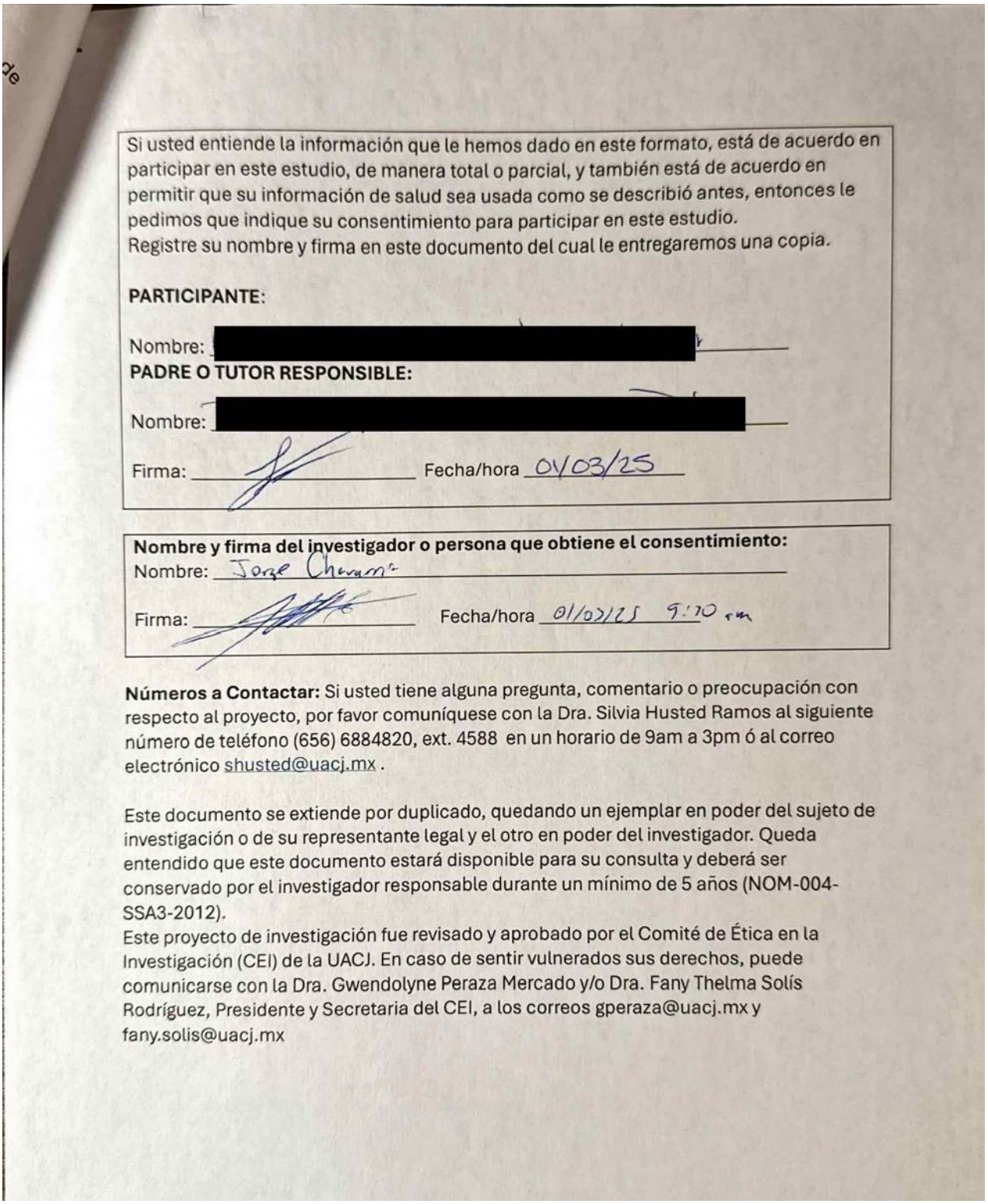
Nombre: _____

Firma: _____ Fecha/hora _____

Números a Contactar: Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese con la Dra. Silvia Husted Ramos al siguiente número de teléfono (656) 6884820, ext. 4588 en un horario de 9am a 3pm ó al correo electrónico shusted@uacj.mx .

Anexo P

Carta de consentimiento informado de una estudiante del CEIAC.



Si usted entiende la información que le hemos dado en este formato, está de acuerdo en participar en este estudio, de manera total o parcial, y también está de acuerdo en permitir que su información de salud sea usada como se describió antes, entonces le pedimos que indique su consentimiento para participar en este estudio.
Registre su nombre y firma en este documento del cual le entregaremos una copia.

PARTICIPANTE:

Nombre: [redacted]

PADRE O TUTOR RESPONSIBLE:

Nombre: [redacted]

Firma: _____ Fecha/hora 01/03/25

Nombre y firma del investigador o persona que obtiene el consentimiento:

Nombre: Jorge Chevarría

Firma: _____ Fecha/hora 01/03/25 9:10 pm

Números a Contactar: Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese con la Dra. Silvia Husted Ramos al siguiente número de teléfono (656) 6884820, ext. 4588 en un horario de 9am a 3pm ó al correo electrónico shusted@uacj.mx .

Este documento se extiende por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal y el otro en poder del investigador. Queda entendido que este documento estará disponible para su consulta y deberá ser conservado por el investigador responsable durante un mínimo de 5 años (NOM-004-SSA3-2012).
Este proyecto de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética en la Investigación (CEI) de la UACJ. En caso de sentir vulnerados sus derechos, puede comunicarse con la Dra. Gwendolyne Peraza Mercado y/o Dra. Fany Thelma Solís Rodríguez, Presidente y Secretaria del CEI, a los correos gperaza@uacj.mx y fany.solis@uacj.mx

Anexo Q

Rúbrica de evaluación: DIMeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica.

RÚBRICA DE EVALUACIÓN
DIMeHa: Dimensiones de la Experiencia Háptica

Autor: Jorge Omar Chavarría Fernández (2025)

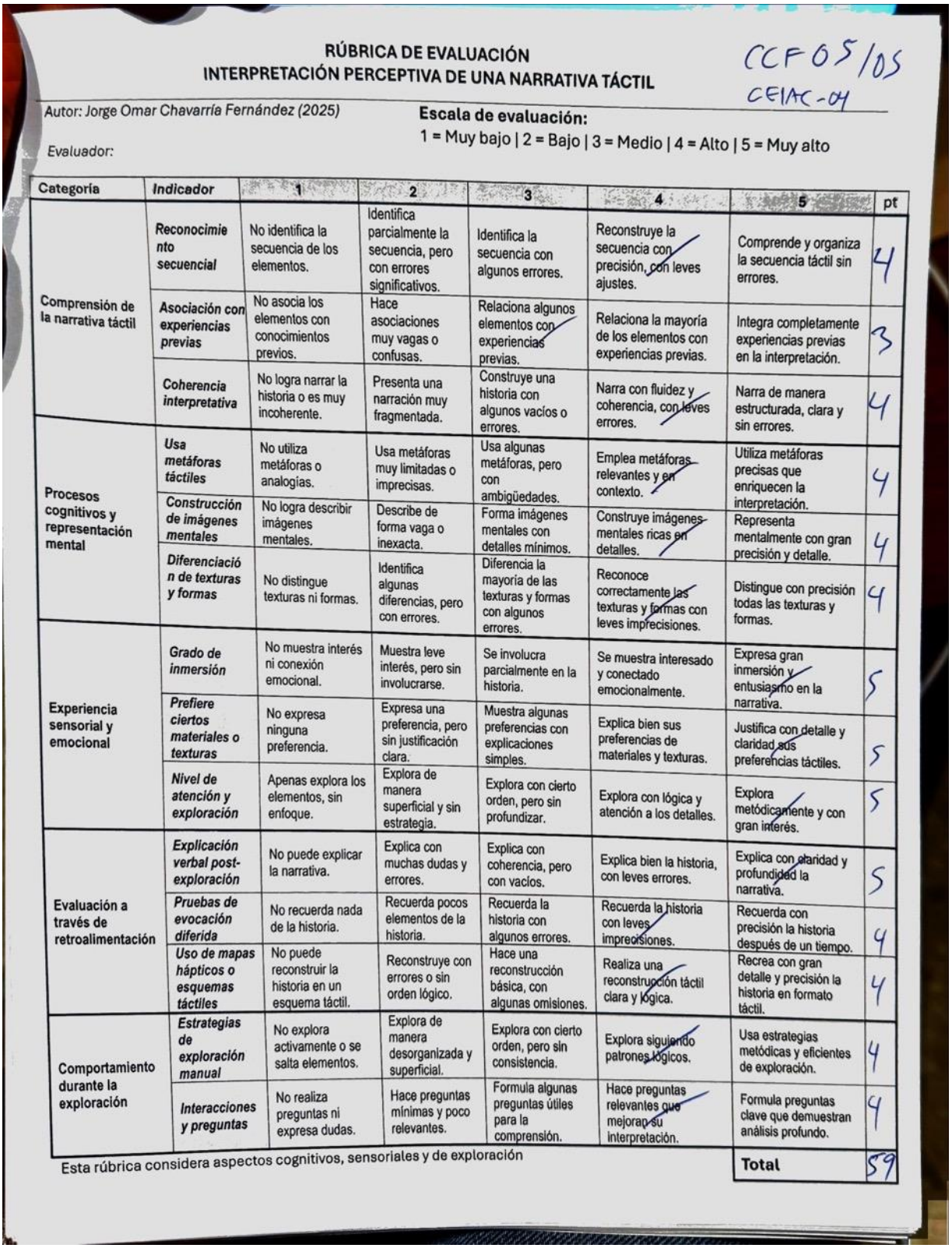
Escala de evaluación:
1 = Muy bajo | 2 = Bajo | 3 = Medio | 4 = Alto | 5 = Muy alto

*Evaluador:*_____

Categoría	*Indicador*	1	2	3	4	5	pt
Comprensión de la narrativa táctil	*Reconocimiento secuencial*	No identifica la secuencia de los elementos.	Identifica parcialmente la secuencia, pero con errores significativos.	Identifica la secuencia con algunos errores.	Reconstruye la secuencia con precisión, con leves ajustes.	Comprende y organiza la secuencia táctil sin errores.	
	Asociación con experiencias previas	No asocia los elementos con conocimientos previos.	Hace asociaciones muy vagas o confusas.	Relaciona algunos elementos con experiencias previas.	Relaciona la mayoría de los elementos con experiencias previas.	Integra completamente experiencias previas en la interpretación.	
	Coherencia interpretativa	No logra narrar la historia o es muy incoherente.	Presenta una narración muy fragmentada.	Construye una historia con algunos vacíos o errores.	Narra con fluidez y coherencia, con leves errores.	Narra de manera estructurada, clara y sin errores.	
Procesos cognitivos y representación mental	*Usa metáforas táctiles*	No utiliza metáforas o analogías.	Usa metáforas muy limitadas o imprecisas.	Usa algunas metáforas, pero con ambigüedades.	Emplea metáforas relevantes y en contexto.	Utiliza metáforas precisas que enriquecen la interpretación.	
	Construcción de imágenes mentales	No logra describir imágenes mentales.	Describe de forma vaga o inexacta.	Forma imágenes mentales con detalles mínimos.	Construye imágenes mentales ricas en detalles.	Representa mentalmente con gran precisión y detalle.	
	Diferenciación de texturas y formas	No distingue texturas ni formas.	Identifica algunas diferencias, pero con errores.	Diferencia la mayoría de las texturas y formas con algunos errores.	Reconoce correctamente las texturas y formas con leves imprecisiones.	Distingue con precisión todas las texturas y formas.	
Experiencia sensorial y emocional	*Grado de inmersión*	No muestra interés ni conexión emocional.	Muestra leve interés, pero sin involucrarse.	Se involucra parcialmente en la historia.	Se muestra interesado y conectado emocionalmente.	Expresa gran inmersión y entusiasmo en la narrativa.	
	Prefiere ciertos materiales o texturas	No expresa ninguna preferencia.	Expresa una preferencia, pero sin justificación clara.	Muestra algunas preferencias con explicaciones simples.	Explica bien sus preferencias de materiales y texturas.	Justifica con detalle y claridad sus preferencias táctiles.	
	Nivel de atención y exploración	Apenas explora los elementos, sin enfoque.	Explora de manera superficial y sin estrategia.	Explora con cierto orden, pero sin profundizar.	Explora con lógica y atención a los detalles.	Explora metódicamente y con gran interés.	
Evaluación a través de retroalimentación	*Explicación verbal post-exploración*	No puede explicar la narrativa.	Explica con muchas dudas y errores.	Explica con coherencia, pero con vacíos.	Explica bien la historia, con leves errores.	Explica con claridad y profundidad la narrativa.	
	Pruebas de evocación diferida	No recuerda nada de la historia.	Recuerda pocos elementos de la historia.	Recuerda la historia con algunos errores.	Recuerda la historia con leves imprecisiones.	Recuerda con precisión la historia después de un tiempo.	
	Uso de mapas hápticos o esquemas táctiles	No puede reconstruir la historia en un esquema táctil.	Reconstruye con errores o sin orden lógico.	Hace una reconstrucción básica, con algunas omisiones.	Realiza una reconstrucción táctil clara y lógica.	Recrea con gran detalle y precisión la historia en formato táctil.	
Comportamiento durante la exploración	*Estrategias de exploración manual*	No explora activamente o se salta elementos.	Explora de manera desorganizada y superficial.	Explora con cierto orden, pero sin consistencia.	Explora siguiendo patrones lógicos.	Usa estrategias metódicas y eficientes de exploración.	
	Interacciones y preguntas	No realiza preguntas ni expresa dudas.	Hace preguntas mínimas y poco relevantes.	Formula algunas preguntas útiles para la comprensión.	Hace preguntas relevantes que mejoran su interpretación.	Formula preguntas clave que demuestran análisis profundo.	
Esta rúbrica considera aspectos cognitivos, sensoriales y de exploración						Total	

Anexo R

Rúbrica de evaluación DIMeHa del usuario CCF05 llenada por evaluador.



RÚBRICA DE EVALUACIÓN
INTERPRETACIÓN PERCEPTIVA DE UNA NARRATIVA TÁCTIL

CCF05/05
CEIAC-04

Autor: Jorge Omar Chavarría Fernández (2025)

Evaluador:

Escala de evaluación:
1 = Muy bajo | 2 = Bajo | 3 = Medio | 4 = Alto | 5 = Muy alto

Categoría	Indicador	1	2	3	4	5	pt
Comprensión de la narrativa táctil	*Reconocimiento secuencial*	No identifica la secuencia de los elementos.	Identifica parcialmente la secuencia, pero con errores significativos.	Identifica la secuencia con algunos errores.	Reconstruye la secuencia con precisión, con leves ajustes.	Comprende y organiza la secuencia táctil sin errores.	4
	Asociación con experiencias previas	No asocia los elementos con conocimientos previos.	Hace asociaciones muy vagas o confusas.	Relaciona algunos elementos con experiencias previas.	Relaciona la mayoría de los elementos con experiencias previas.	Integra completamente experiencias previas en la interpretación.	3
	Coherencia interpretativa	No logra narrar la historia o es muy incoherente.	Presenta una narración muy fragmentada.	Construye una historia con algunos vacíos o errores.	Narra con fluidez y coherencia, con leves errores.	Narra de manera estructurada, clara y sin errores.	4
Procesos cognitivos y representación mental	*Usa metáforas táctiles*	No utiliza metáforas o analogías.	Usa metáforas muy limitadas o imprecisas.	Usa algunas metáforas, pero con ambigüedades.	Emplea metáforas relevantes y en contexto.	Utiliza metáforas precisas que enriquecen la interpretación.	4
	Construcción de imágenes mentales	No logra describir imágenes mentales.	Describe de forma vaga o inexacta.	Forma imágenes mentales con detalles mínimos.	Construye imágenes mentales ricas en detalles.	Representa mentalmente con gran precisión y detalle.	4
	Diferenciación de texturas y formas	No distingue texturas ni formas.	Identifica algunas diferencias, pero con errores.	Diferencia la mayoría de las texturas y formas con algunos errores.	Reconoce correctamente las texturas y formas con leves imprecisiones.	Distingue con precisión todas las texturas y formas.	4
Experiencia sensorial y emocional	*Grado de inmersión*	No muestra interés ni conexión emocional.	Muestra leve interés, pero sin involucrarse.	Se involucra parcialmente en la historia.	Se muestra interesado y conectado emocionalmente.	Expresa gran inmersión y entusiasmo en la narrativa.	5
	Prefiere ciertos materiales o texturas	No expresa ninguna preferencia.	Expresa una preferencia, pero sin justificación clara.	Muestra algunas preferencias con explicaciones simples.	Explica bien sus preferencias de materiales y texturas.	Justifica con detalle y claridad sus preferencias táctiles.	5
	Nivel de atención y exploración	Apenas explora los elementos, sin enfoque.	Explora de manera superficial y sin estrategia.	Explora con cierto orden, pero sin profundizar.	Explora con lógica y atención a los detalles.	Explora metódicamente y con gran interés.	5
Evaluación a través de retroalimentación	*Explicación verbal post-exploración*	No puede explicar la narrativa.	Explica con muchas dudas y errores.	Explica con coherencia, pero con vacíos.	Explica bien la historia, con leves errores.	Explica con claridad y profundidad la narrativa.	5
	Pruebas de evocación diferida	No recuerda nada de la historia.	Recuerda pocos elementos de la historia.	Recuerda la historia con algunos errores.	Recuerda la historia con leves imprecisiones.	Recuerda con precisión la historia después de un tiempo.	4
	Uso de mapas hápticos o esquemas táctiles	No puede reconstruir la historia en un esquema táctil.	Reconstruye con errores o sin orden lógico.	Hace una reconstrucción básica, con algunas omisiones.	Realiza una reconstrucción táctil clara y lógica.	Recrea con gran detalle y precisión la historia en formato táctil.	4
Comportamiento durante la exploración	*Estrategias de exploración manual*	No explora activamente o se salta elementos.	Explora de manera desorganizada y superficial.	Explora con cierto orden, pero sin consistencia.	Explora siguiendo patrones lógicos.	Usa estrategias metódicas y eficientes de exploración.	4
	Interacciones y preguntas	No realiza preguntas ni expresa dudas.	Hace preguntas mínimas y poco relevantes.	Formula algunas preguntas útiles para la comprensión.	Hace preguntas relevantes que mejoran su interpretación.	Formula preguntas clave que demuestran análisis profundo.	4
						Total	59

Esta rúbrica considera aspectos cognitivos, sensoriales y de exploración

Anexo S

Rúbrica de evaluación: DIMeHa del usuario CEIAC 06

CEIAC 06 / 13

RÚBRICA DE EVALUACIÓN
INTERPRETACIÓN PERCEPTIVA DE UNA NARRATIVA TÁCTIL 10 H NT

Autor: Jorge Omar Chavarría Fernández (2025)

Escala de evaluación: P. Cognitiva Autismo
1 = Muy bajo | 2 = Bajo | 3 = Medio | 4 = Alto | 5 = Muy alto

Evaluador:

Categoría	Indicador	1	2	3	4	5	pt
Comprensión de la narrativa táctil	*Reconocimiento secuencial*	No identifica la secuencia de los elementos.	Identifica parcialmente la secuencia, pero con errores significativos.	Identifica la secuencia con algunos errores.	Reconstruye la secuencia con precisión, con leves ajustes.	Comprende y organiza la secuencia táctil sin errores.	3
	Asociación con experiencias previas	No asocia los elementos con conocimientos previos.	Hace asociaciones muy vagas o confusas.	Relaciona algunos elementos con experiencias previas.	Relaciona la mayoría de los elementos con experiencias previas.	Integra completamente experiencias previas en la interpretación.	2
	Coherencia interpretativa	No logra narrar la historia o es muy incoherente.	Presenta una narración muy fragmentada.	Construye una historia con algunos vacíos o errores.	Narra con fluidez y coherencia, con leves errores.	Narra de manera estructurada, clara y sin errores.	2
Procesos cognitivos y representación mental	*Usa metáforas táctiles*	No utiliza metáforas o analogías.	Usa metáforas muy limitadas o imprecisas.	Usa algunas metáforas, pero con ambigüedades.	Emplea metáforas relevantes y en contexto.	Utiliza metáforas precisas que enriquecen la interpretación.	3
	Construcción de imágenes mentales	No logra describir imágenes mentales.	Describe de forma vaga o inexacta.	Forma imágenes mentales con detalles mínimos.	Construye imágenes mentales ricas en detalles.	Representa mentalmente con gran precisión y detalle.	2
	Diferenciación de texturas y formas	No distingue texturas ni formas.	Identifica algunas diferencias, pero con errores.	Diferencia la mayoría de las texturas y formas con algunos errores.	Reconoce correctamente las texturas y formas con leves imprecisiones.	Distingue con precisión todas las texturas y formas.	3
Experiencia sensorial y emocional	*Grado de inmersión*	No muestra interés ni conexión emocional.	Muestra leve interés, pero sin involucrarse.	Se involucra parcialmente en la historia.	Se muestra interesado y conectado emocionalmente.	Expresa gran inmersión y entusiasmo en la narrativa.	3
	Prefiere ciertos materiales o texturas	No expresa ninguna preferencia.	Expresa una preferencia, pero sin justificación clara.	Muestra algunas preferencias con explicaciones simples.	Explica bien sus preferencias de materiales y texturas.	Justifica con detalle y claridad sus preferencias táctiles.	4
	Nivel de atención y exploración	Apenas explora los elementos, sin enfoque.	Explora de manera superficial y sin estrategia.	Explora con cierto orden, pero sin profundizar.	Explora con lógica y atención a los detalles.	Explora metódicamente y con gran interés.	3
Evaluación a través de retroalimentación	*Explicación verbal post-exploración*	No puede explicar la narrativa.	Explica con muchas dudas y errores.	Explica con coherencia, pero con vacíos.	Explica bien la historia, con leves errores.	Explica con claridad y profundidad la narrativa.	2
	Pruebas de evocación diferida	No recuerda nada de la historia.	Recuerda pocos elementos de la historia.	Recuerda la historia con algunos errores.	Recuerda la historia con leves imprecisiones.	Recuerda con precisión la historia después de un tiempo.	2
	Uso de mapas hápticos o esquemas táctiles	No puede reconstruir la historia en un esquema táctil.	Reconstruye con errores o sin orden lógico.	Hace una reconstrucción básica, con algunas omisiones.	Realiza una reconstrucción táctil clara y lógica.	Recrea con gran detalle y precisión la historia en formato táctil.	2
Comportamiento durante la exploración	*Estrategias de exploración manual*	No explora activamente o se salta elementos.	Explora de manera desorganizada y superficial.	Explora con cierto orden, pero sin consistencia.	Explora siguiendo patrones lógicos.	Usa estrategias metódicas y eficientes de exploración.	4
	Interacciones y preguntas	No realiza preguntas ni expresa dudas.	Hace preguntas mínimas y poco relevantes.	Formula algunas preguntas útiles para la comprensión.	Hace preguntas relevantes que mejoran su interpretación.	Formula preguntas clave que demuestran análisis profundo.	2
Esta rúbrica considera aspectos cognitivos, sensoriales y de exploración						**Total**	37

Anexo T

Encuesta de satisfacción de usuario de la exposición.

1. De 0 al 9 ¿cuál es tu valoración de la exposición?
2. ¿Qué te pareció la exposición?
3. La explicación inicial fue de ayuda
4. Las texturas fueron confusas o claras (del 0-9)
5. Activación de los sensores
6. Realizar la exploración es sencilla
7. Mensajes auditivos ayudan
8. La claridad del audio fue
9. Audio simplificaba la información (No del todo-mucho)
10. Formas y texturas ayudan a la comprensión (No del todo-mucho)
11. ¿Conocías de la cultura de los danzantes matachines de Ciudad Juárez?
12. ¿Qué te llamó más la atención?
13. ¿Qué imaginabas cuando tocabas las piezas?
14. Cual pieza te gustó más y por qué
15. ¿Te ayudaron los sonidos a imaginar lo que representaban las piezas?
16. ¿Necesitaste ayuda para hacer el recorrido?
17. Iniciado el recorrido, ¿necesitaste asistencia de alguien?
18. ¿Lo relacionabas con los matachines?
19. De que trata la tradición matachin
20. Te apoyaste del braille para comprender
21. Enliste el aspecto(s) más positivo:

22. Enliste el aspecto(s) más negativo:

Anexo U

Cuestionario de Satisfacción de usuario.

Cuestionario de satisfacción de interfaz de usuario

El objetivo del cuestionario es:

Orientar en el diseño o rediseño de sistemas,
Ofrecer a los administradores una herramienta para evaluar áreas potenciales de mejora del sistema,
Ofrecer a los investigadores un instrumento validado para realizar evaluaciones comparativas y
Servir como instrumento de prueba en laboratorios de usabilidad. Se siguen realizando estudios de validación. Recientemente se ha demostrado que las calificaciones medias son prácticamente las mismas para las versiones en papel y en computadora del QUIS, pero la versión para computadora genera más comentarios abiertos y más largos.

Reacción general a la exposición

Preguntar ¿De acuerdo a la exposición, tu percepciónes que fue...?		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
1	Terrible											Muy bueno	
2	Difícil											Fácil	
3	Frustrante											Satisfactorio	
4	Inadecuado											Adecuado	
5	Aburrido											Estimulante	

Interfaz

Evaluación del sistema (recorrido), la secuencia de obras		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
6	Secuencia de obras	Confuso										Muy claro	
7	Organización de la información	Confuso										Muy claro	
8	Lectura táctil	Fácil										Difícil	
9	El recorrido fue	Confuso										Sencillo	
10	La explicación inicial fue de ayuda	No del todo										Mucho	

Háptica

Evaluación de la imagen háptico, narrativa y diseño de la información		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
11	Texturas comprensibles	Confusas										Claras	
12	Formas y relieves distinguibles	Confusas										Claras	
13	Uso de formas y texturas consistentes	Inconsistente										Consistente	
14	Uso de formas y texturas consistentes	Inconsistente										Consistente	
15	Comprensión de las imágenes	Inconsistente										Consistente	

Uso y aprendizaje del sistema y tiflotecnología

Evaluación de la tiflotecnología		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
15	Aprendizaje de uso del sistema	Difícil										Fácil	
17	Exploración de funciones (prueba y error)	Difícil										Fácil	
18	Activación de los sensores	Difícil										Fácil	
19	Realizar la exploración es sencilla	Difícil										Fácil	
20	Mensajes auditivos ayudan	Nunca										Siempre	
20	La claridad del audio fue	Nunca										Siempre	

Memoria Háptica

Evaluación del reconocimiento y asociación de las imágenes mentales		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
Reconocer las imágenes fue:	Difícil											Fácil	
Imaginar objetos fue	Difícil											Fácil	
Recordar objetos y formas fue	Difícil											Fácil	
Generar imágenes en la mente fue	Difícil											Fácil	
Generar una historia propia con las imágenes fue	Difícil											Fácil	

Capacidades del sistema

Evaluación del sistema de forma integral		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
21 Confiabilidad del sistema	Fallaba											Confiable	
22 El sistema tiende a ser	Confuso											Comprensible	
23 Equivocarse es	Difícil											Fácil	
24 Diseñado para comprender sin la vista	No											Si	
25 Audio simplificaba la información	No del todo											Mucho	
26 Formas y texturas ayudan a la comprensió	No del todo											Mucho	

Enliste el aspecto(s) más **positivo**:

1 _____

2 _____

3 _____

Enliste el aspecto(s) más **negativo**:

1 _____

2 _____

3 _____

INFORMACIÓN PERSONAL

Edad:	( )
Género:	Mujer ( ) Hombre ( ) Otro ( )
Tipo de ceguera	Total ( ) Parcial ( ) Funcional ( ) Nocturna ( ) Otra+ (
Tipo de ceguera	Congénita ( ) Adquirida ( )-- Si es adquirida, a qué edad _
Nivel de educación:	Primaria ( ) Secundaria ( ) Preparatoria ( ) Licenciatura
¿Sabes leer Braille?	Si ( ) No ( ) Poco ( )
¿Conoces el sistema Constance?	Si ( ) No ( ) Poco ( )
¿Te han enseñado a reconocer imágenes hápticas?	Si ( ) No ( ) Poco ( )

Te apoyaste del braille para comprender

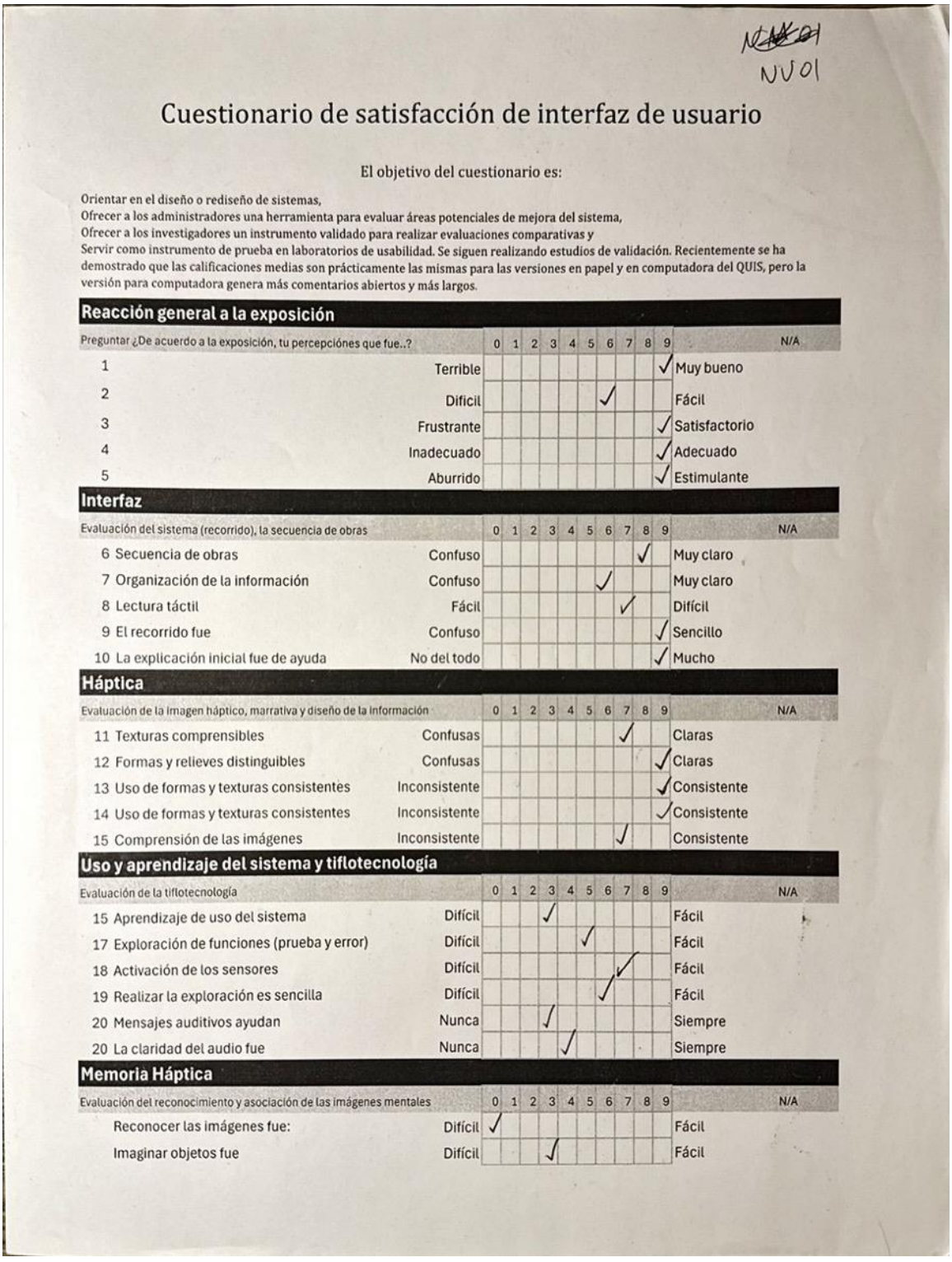
Basado en:

Chin, J.P., Diehl, V.A., Norman, K.L. (1988) Development of an Instrument Measuring User Satisfaction of the Human-Computer Interface. ACM CHI'88 Proceedings, 213-218. ©1988 ACM. Copying without fee is permitted provided that the copies are not made or distributed for direct commercial advantage, and credit to the source is given. ©1986-1998 University of Maryland. This display is for educational uses only. Commercial use requires a license from the Office of Technology Commercialization: (301) 403-2711 otc@umail.umd.edu.

https://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=QUIS

Anexo V

Cuestionario de satisfacción de usuario del usuario NV01



NV01

Cuestionario de satisfacción de interfaz de usuario

El objetivo del cuestionario es:

Orientar en el diseño o rediseño de sistemas,
Ofrecer a los administradores una herramienta para evaluar áreas potenciales de mejora del sistema,
Ofrecer a los investigadores un instrumento validado para realizar evaluaciones comparativas y
Servir como instrumento de prueba en laboratorios de usabilidad. Se siguen realizando estudios de validación. Recientemente se ha demostrado que las calificaciones medias son prácticamente las mismas para las versiones en papel y en computadora del QUIS, pero la versión para computadora genera más comentarios abiertos y más largos.

Reacción general a la exposición

Preguntar ¿De acuerdo a la exposición, tu percepciónes que fue..?		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
1	Terrible										✓	Muy bueno	
2	Difícil							✓				Fácil	
3	Frustrante										✓	Satisfactorio	
4	Inadecuado										✓	Adecuado	
5	Aburrido										✓	Estimulante	

Interfaz

Evaluación del sistema (recorrido), la secuencia de obras		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
6 Secuencia de obras	Confuso									✓		Muy claro	
7 Organización de la información	Confuso							✓				Muy claro	
8 Lectura táctil	Fácil								✓			Difícil	
9 El recorrido fue	Confuso										✓	Sencillo	
10 La explicación inicial fue de ayuda	No del todo										✓	Mucho	

Háptica

Evaluación de la imagen háptico, marrativa y diseño de la información		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
11 Texturas comprensibles	Confusas								✓			Claras	
12 Formas y relieves distinguibles	Confusas										✓	Claras	
13 Uso de formas y texturas consistentes	Inconsistente										✓	Consistente	
14 Uso de formas y texturas consistentes	Inconsistente										✓	Consistente	
15 Comprensión de las imágenes	Inconsistente								✓			Consistente	

Uso y aprendizaje del sistema y tiflotecnología

Evaluación de la tiflotecnología		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
15 Aprendizaje de uso del sistema	Difícil				✓							Fácil	
17 Exploración de funciones (prueba y error)	Difícil						✓					Fácil	
18 Activación de los sensores	Difícil								✓			Fácil	
19 Realizar la exploración es sencilla	Difícil							✓				Fácil	
20 Mensajes auditivos ayudan	Nunca				✓							Siempre	
20 La claridad del audio fue	Nunca					✓						Siempre	

Memoria Háptica

Evaluación del reconocimiento y asociación de las imágenes mentales		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N/A
Reconocer las imágenes fue:	Difícil	✓										Fácil	
Imaginar objetos fue	Difícil				✓							Fácil	

NV01

Recordar objetos y formas fue	Difícil				✓						Fácil
Generar imágenes en la mente fue	Difícil				✓						Fácil
Generar una historia propia con las imágenes fue	Difícil				✓						Fácil

Capacidades del sistema

Evaluación del sistema de forma integral		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N/A
21 Confiabilidad del sistema	Fallaba										✓	Confiable
22 El sistema tiende a ser	Confuso									✓		Comprensible
23 Equivocarse es	Difícil					✓						Fácil
24 Diseñado para comprender sin la vista	No								✓			Si
25 Audio simplificaba la información	No del todo										✓	Mucho
26 Formas y texturas ayudan a la comprensión	No del todo										✓	Mucho

Enliste el aspecto(s) más **positivo**:

1 La experiencia ~~no~~ permite ser más inclusivos con las personas
2 que tienen algún tipo de ceguera
3

Enliste el aspecto(s) más **negativo**:

1 El audio se cruzaba.
2
3

INFORMACIÓN PERSONAL

Edad: (47

Género: Mujer (✓) Hombre ( ) Otro ( )

Tipo de ceguera Total ( ) Parcial ( ) Funcional ( ) Nocturna ( ) Otra+ ( )

Tipo de ceguera Congénita ( ) Adquirida ( )-- Si es adquirida, a qué edad _____

Nivel de educación: Primaria ( ) Secundaria ( ) Preparatoria ( ) Licenciatura ( ) Otra+ (✓

¿Sabes leer Braille? Si ( ) No (✓) Poco ( )

¿Conoces el sisteman Constance? Si ( ) No (✓) Poco ( )

¿Te han enseñado a reconocer imágenes hápticas? Si ( ) No (✓) Poco ( )

Basado en:

Chin, J.P., Diehl, V.A., Norman, K.L. (1988) Development of an Instrument Measuring User Satisfaction of the Human-Computer Interface. ACM CHI'88 Proceedings, 213-218. ©1988 ACM. Copying without fee is permitted provided that the copies are not made or distributed for direct commercial advantage, and credit to the source is given. ©1986-1998 University of Maryland. This display is for educational uses only. Commercial use requires a license from the Office of Technology Commercialization: (301) 403-2711 otc@umail.umd.edu.

https://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=QUIS

Anexo W

Dictamen publicación aceptada por Nodos.

V Congreso Internacional de Formación Permanente Nodos del Conocimiento «Paradigmas Emergentes, Polarización Social y Revisionismo Educativo: abordando los nuevos desafíos del conocimiento»

21 y 22 de noviembre de 2024

El Sr. D. Francisco Anaya Benítez, Secretario Técnico del congreso,

INFORMA

Que el capítulo de libro titulado: " 2 Tiflotecnología como herramienta de apoyo a la inclusión de personas con ceguera en los museos: Una experiencia del proceso de diseño ", del autor/a, Jorge Omar Chavarría Fernández, se encuentra incluido en la publicación: "Innovación y Reflexión en las Artes: Conexiones entre Prácticas Artísticas, Educación y Cultura", con ISBN "978-84-1070-826-6".

Dicha Publicación es fruto de una compilación de investigaciones originales que han superado una doble revisión por pares ciegos en su fase de aceptación de resúmenes.

La obra se encuentra en estos momentos en proceso revisión simple por parte de la Organización Académica y de edición, por parte de la editorial Dykinson S.L., pudiendo estas solicitar cambios o mejoras a los autores, así como exigir el cumplimiento de los requisitos formales publicitados en su día y que aceptaron todos/as los participantes, con el fin de preservar la calidad de la misma.

La publicación está prevista para para finales de julio de 2025

Y para que así conste, firma el presente documento en Sevilla el 04 de Febrero de 2025.

Sr. D. Francisco Anaya Benítez