



Pensar más allá de las palabras

Exposición interactiva para la divulgación de la dislexia

Idónea Comunicación de Resultados

Presentan:

Heaven Love García Martínez
Frida Jiménez Guerrero
Anayeli Paulino de Jesús
Guadalupe Zarco Díaz

Asesores:

Dra. Margarita Espinosa Meneses
Dr. Wulfrano Arturo Luna Ramírez

Lectora interna:

Mtra. Lucila Mercado Colín

Lectora externa:

Dra. Silvia Zarid Álvarez Lozano

Ciudad de México, a 22 de septiembre del 2025



Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Cuajimalpa

División de Ciencias de la Comunicación y Diseño (DCCD)

Maestría en Diseño, Información y Comunicación

Pensar más allá de las palabras. Exposición Interactiva para la divulgación de la dislexia

Idónea comunicación de resultados para obtener el grado de:

Maestro en Diseño, Información y Comunicación

Presentada por:

Heaven Love García Martínez
Frida Jiménez Guerrero
Anayeli Paulino de Jesús
Guadalupe Zarco Díaz

Asesores:

Dra. Margarita Espinosa Meneses
Dr. Wulfrano Arturo Luna Ramírez

Lectora interna :

Mtra. Lucila Mercado Colín

Lectora externa:

Dra. Silvia Zarid Álvarez Lozano

Ciudad de México, a 22 de septiembre del 2025



01. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Dislexia: Acotación de una dificultad de aprendizaje **p. 14**
- 1.2. La problemática a nivel nacional e internacional **p. 16**
- 1.3. Dislexia en el aula: ¿Qué pasa en la esfera educativa?
- 1.4. Políticas públicas para la atención a dificultades de aprendizaje en México **p. 18**
- 1.5. Justificación del trabajo **p. 21**
- 1.6. Objetivo general **p. 24**
- 1.7. Objetivos específicos **p. 24**
- 1.8. Preguntas de investigación **p. 24**
- 1.9. Hipótesis **p. 25**



02. ESTADO DEL ARTE

- 2.1. Uniendo puntos: búsqueda preliminar, mapeo de términos **p. 27**
- 2.2. Propuestas de difusión de la dislexia **p. 31**
- 2.3. La ludificación y el aprendizaje con RV y RA **p. 31**
- 2.4. RA, RV y estrategias de comunicación en museos **p. 32**



03. MARCO CONCEPTUAL

- 3.1. Divulgación de la ciencia: Acotación terminológica **p. 35**
- 3.2. Cambio de paradigmas: transición de modelos en la divulgación de la ciencia **p. 37**
- 3.3. Estrategias de divulgación de la ciencia **p. 43**
- 3.4. Épocas de transición de las exposiciones **p. 44**
- 3.5. La exposición: Definiciones **p. 47**
- 3.6. ¿Qué ofrece la exposición interactiva? Una apuesta a la divulgación del conocimiento y el aprendizaje **p. 50**
- 3.7. Acotación tipológica de nuestra exposición **p. 53**
- 3.8. ¿Público, visitante, usuario o participante? **p. 59**
- 3.9. La realidad extendida y otras tecnologías inmersivas **p. 60**
- 3.10. ¿Qué es un sistema en Informática? **p. 63**
- 3.11. Sistematización de procesos e ingeniería de software **p. 64**
- 3.12. Intención en cuanto a las tecnologías y el proyecto **p. 64**



04. METODOLOGÍA

- 4.1. Diagrama general de la metodología **p. 67**
- 4.2. Metodología Open UP y el diseño de exposiciones **p. 67**
- 4.3. Fase de inicio o concepción **p. 71**
 - 4.3.1. Establecimiento de roles del proyecto **p. 71**
 - 4.3.2. Matriz de tecnologías **p. 72**
 - 4.3.3. ¿Quién es nuestro participante? **p. 74**
 - 4.3.4. Entrevistas semiestructuradas **p. 76**
 - 4.3.5. Creación de perfiles persona **p. 78**
 - 4.3.6. Planeación del guion a partir de narrativas significativas **p. 79**
- 4.4. Fase de elaboración o diseño preliminar de la exposición: requerimientos, espacio, módulos, recorrido y bocetaje **p. 82**
 - 4.4.1. Planificación y diseño de las actividades **p. 85**
 - 4.4.2. Descripción de actividades por módulo **p. 88**
 - 4.4.2.1. Módulo de Desmitificación **p. 88**
 - 4.4.2.2. Módulo de Frustraciones **p. 89**
 - 4.4.2.3. Módulo de Fortalezas **p. 89**
 - 4.4.2.4. Módulo de Reflexión **p. 90**
 - 4.4.3. Diseño de actividades a partir de MDA **p. 91**
- 4.5. Fase de construcción o diseño final **p. 93**
 - 4.5.1. Material impreso del primer módulo **p. 95**
 - 4.5.2. Primeras aplicaciones y textos instruccionales **p. 96**
- 4.6. Fase de transición o evaluación **p. 98**
 - ¿Qué nos interesa observar en la siguiente fase de evaluación? **p. 98**



05. DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SISTEMA

- 5.1. Modelo general del sistema **p. 102**
- 5.2. Arquitectura general **p. 104**
- 5.3. Requerimientos funcionales y no funcionales del sistema **p. 105**
 - 5.3.1. Página web **p. 106**
 - 5.3.2. Videos e imágenes de realidad virtual (RV) **p. 107**
 - 5.3.3. Aplicaciones de realidad aumentada (RA) **p. 108**

5.4.	Modelado de casos de uso	p. 109
5.5.	Modelo estructural y de navegación de la interfaz de la página web	p. 119
5.6.	Aplicaciones de realidad aumentada (RA)	p. 122
5.6.1.	Sopa de letras	p. 122
5.6.2.	Salón de clases	p. 123
5.6.3.	Tarjetas	p. 125
5.7.	Videos e imágenes de realidad virtual (RV)	p. 126
5.7.1.	Conoce la historia de...	p. 126
5.7.2.	Imagen 360°	p. 127
5.8.	Entornos de desarrollo y bibliotecas	p. 128
5.8.1.	WebXR y MindAR para la RA	p. 128
5.8.2.	Canva para elementos de RV, RA y página web	p. 128
5.9.	Desarrollo de aplicaciones de RA	p. 129
5.9.1.	Marcadores de RA	p. 129
5.9.2.	Código de las aplicaciones de RA	p. 129
5.10.	Mantenimiento y replicabilidad	p. 132
5.10.1.	Corrección de errores y revisión técnica	p. 132
5.10.2.	Experiencia del usuario	p. 132
5.10.3.	Actualización de contenidos y recursos	p. 133



IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIONES

6.1.	Implementación integral del primer recorrido	p. 135
	Criterios de legibilidad y estilo	p. 135
	Primer prototipo de la primera etapa de RA	p. 140
6.2.	Recorrido	p. 141
	Recorridos virtuales	p. 148
6.4.	Evaluación del recorrido y primeros resultados	p. 150
6.4.1.	Interacción con la tecnología	p. 151
6.4.2.	Identidad gráfica general	p. 151
6.4.3.	Cartel interactivo sopa de letras	p. 152
6.4.4.	Cartel narrativo	p. 152
6.4.5.	Cartel infográfico	p. 152
6.5.	Guion visual	p. 153
6.5.1.	El guion visual como herramienta en el diseño	p. 153
6.5.2.	Importancia del guion textual	p. 154
6.5.3.	El guion en la narrativa expositiva	p. 156

6.6.	Segunda iteración integral del recorrido	p. 160
6.6.1.	Optimización del sistema de prototipos	p. 161
6.6.2.	Aplicaciones con RA	p. 161
6.6.2.1.	Sopa de letras	p. 161
6.6.2.2.	Pizarrón de clases	p. 163
6.6.2.3.	Así se siente tener dislexia	p. 163
6.6.2.4.	Cartel interactivo	p. 164
6.6.3.	Aplicaciones con RV	p. 165
6.6.3.1.	Conoce la historia de...	p. 165
6.6.3.2.	Imagen 360°: síntomas de la dislexia	p. 166
6.6.4.	Diseño consolidado de carteles	p. 167
6.6.4.1.	Rediseño de carteles infográficos	p. 168
6.6.4.2.	Disposición del espacio en los carteles	p. 169
6.6.4.3.	Rediseño de carteles narrativos	p. 169
6.6.4.4.	Diseño de SIP	p. 170
6.6.4.5.	Diseño de carteles para RA y RV	p. 173
6.7.	Evaluación del segundo recorrido	p. 178
6.7.1.	Diseño consolidado de carteles	p. 180
6.7.2.	Áreas de oportunidad en aplicaciones RA y RV	p. 182
6.7.3.	Diseño final de las actividades con RA, RV y la implementación de la página web	p. 184
6.7.3.1.	Página web	p. 185
6.7.3.2.	Implementación actividades RA	p. 188
6.7.3.3.	Actividad sopa de letras	p. 189
6.7.3.4.	Actividad salón de clases	p. 189
6.7.3.5.	Actividad tarjetas	p. 192
6.7.3.6.	Implementación de actividades con RV	p. 193
6.7.3.7.	Especificaciones técnicas para la RV	p. 195
6.7.3.8.	Instalación y configuración	p. 195
6.8.	Reestructuración de criterios de evaluación	p. 198
	Cuestionario de evaluación	p. 198
6.9.	Evaluación final	p. 201
6.9.1.	Montaje de la exposición	p. 201
6.9.2.	Entrada a la exposición	p. 204
	Actividad con realidad aumentada: Sopa de letras	p. 205
6.9.3.	Módulo 1: De letra en letra. ¿Qué es la dislexia?	p. 206
6.9.3.1.	Actividad realidad aumentada: Salón de clases	p. 207
6.9.3.2.	Actividad de realidad virtual: Conoce la historia de Víctor Beller	p. 208
6.9.4.	Módulo 2: El laberinto de la dislexia	p. 209
6.9.4.1.	Actividad realidad virtual: Síntomas de dislexia	p. 210
6.9.4.2.	Actividad de realidad virtual: Conoce la historia de Luz María	p. 210

6.9.5. Módulo 3: Pensar más allá de las palabras	p. 211
6.9.5.1. Actividad de realidad aumentada: El pensamiento disléxico	p. 211
6.9.5.2. Actividad de realidad virtual: "Conoce la historia de Paco"	p. 213
6.9.6. Módulo 4: Juntos hasta la última pieza	p. 213
Actividad de Rompecabezas	p. 214
6.9.7 Observaciones generales al final del recorrido	p. 215
6.10. Resultados	p. 216
6.10.1. Resultados del cuestionario de evaluación	p. 216
6.10.1.1. Experiencia previa y datos socioeducativos	p. 216
6.10.1.2. La importancia de la comprensión y relevancia en los carteles	p. 217
6.10.1.3. Comprensión y relevancia del tema	p. 220
6.10.2. Resultados del cuestionario a las tecnologías	p. 222
6.10.2.1. Funcionalidad de las tecnologías	p. 222
6.10.2.2. Propósito comunicativo	p. 223
6.10.2.3. Accesibilidad y experiencia de usuario	p. 225



07. CONCLUSIONES

7.1. Confrontando metas. ¿Cuál fue nuestro aporte?	p. 230
7.2. Pertinencia metodológica aplicada a nuestro problema de estudio	p. 233
7.3. Limitaciones durante el proceso	p. 234
7.4. Potenciales oportunidades de mejora al proyecto	p. 236



08. REFERENCIAS Y ANEXOS

AGRADECIMIENTOS GENERALES

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, y a la Maestría en Diseño, Información y Comunicación (MADIC), por brindarnos la oportunidad de cursar estos estudios de posgrado, así como por permitirnos presentar nuestro proyecto de tesis en las instalaciones de la unidad. Esta experiencia ha sido fundamental para nuestra formación académica y profesional.

Agradecemos profundamente el apoyo otorgado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), cuyo respaldo fue clave para poder desarrollar esta investigación a lo largo de la maestría.

Agradecemos y expresamos nuestro reconocimiento y gratitud a las y los docentes, psicólogas, pedagogas y a asociaciones como DISFAM, quienes con generosidad compartieron su tiempo, conocimientos y experiencias a través de entrevistas y recursos que enriquecieron significativamente el desarrollo de este proyecto.

A nuestros asesores, la Dra. Margarita Espinosa Meneses y el Dr. Wulfrano Arturo Luna Ramírez, les agradecemos profundamente su acompañamiento, guía y compromiso constante. A la Mtra. Lucila Mercado Colín, lectora interna, y a la Dra. Silvia Zarid Álvarez Lozano, lectora externa, gracias por el tiempo dedicado, sus observaciones y su valiosa retroalimentación que fortalecieron el desarrollo y resultado final de este proyecto.

Finalmente, agradecemos con cariño y respeto a todas las personas que participaron en el montaje y prueba final de la exposición. Su disposición, participación y aportes fueron esenciales para consolidar esta experiencia, brindándonos una mirada externa que enriqueció los resultados y nos permitió reflexionar desde nuevas perspectivas.

HEAVEN

A mis compañeros de maestría, por estos dos años juntos, gracias por aceptarme como soy y permitirme aprender de ustedes. A los asesores Dr. Wulfrano y la Dra. Margarita, mi más sincero agradecimiento por su paciencia infinita y sus enriquecedoras perspectivas. A la maestra Luci Mercado y La Dra Zarid Álvarez, lectoras interna y externa, por su disposición y valiosas aportaciones a lo largo del proceso. A mis increíbles compañeras de equipo: Lupita, Anayeli y Frida, no pude haber pedido un mejor equipo. A los profesores, Dra. Angélica Martínez, Dr. César Rodríguez, Dr. Jesús Elizondo, Dr André Dorcé y Dr. Aarón Caballero, su apoyo y conocimiento trascendieron las clases. Gracias por creer en mí cuando yo dudaba. A mis hermanos, Emman, Jason Leilani y Benjamin, por su ánimo y compañía a lo largo de esta tortuosa vida. A mi esposo e hijos, por el apoyo incondicional que siempre me han otorgado. Espero que brillen siempre.

FRIDA

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia: Patricia, Fernando y Ximena. Gracias por su apoyo incondicional en esta meta de cursar un posgrado.

Papá, gracias por estar presente cada día, por acompañarme en tantas desveladas, por animarme a seguir adelante y por brindarme tu total confianza para alcanzar este sueño. Saber que tú, mamá y mi hermana creen en mí me ha dado la fuerza para continuar.

Mamá, gracias por impulsarme siempre, por estar a mi lado en los momentos más difíciles y por compartir conmigo tus valiosos conocimientos como psicóloga. Gracias por confiar en mí y apoyarme.

Xime, gracias por ser mi apoyo constante, por motivarme, por participar y por compartir tus conocimientos con tanto cariño. Eres una de mis mayores motivaciones para seguir creciendo.

A mis abuelitas Esther y Amelia, que siempre creyeron en mí y me acompañaron desde el inicio de esta maestría. Sé que, allí donde están juntas, se sienten felices y orgullosas de este logro. Y a mi abuelito Pedro, gracias por estar hoy aquí conmigo, celebrando también por ellas. Tu presencia hace este momento aún más especial.

Gracias al Dr. Wulfrano Arturo Luna Ramírez por confiar en mí desde la licenciatura y por su acompañamiento constante. Ha sido un honor contar con su guía y apoyo en este camino.

Finalmente, agradezco profundamente a mis compañeras Heaven, Anayeli y Guadalupe por su dedicación y profesionalismo. He aprendido muchísimo de cada una. Sin su paciencia y conocimientos, este camino en el posgrado no habría sido igual. Me siento muy afortunada de haber compartido esta etapa con personas tan valiosas.

LUPITA

A mis papás Anita y José, por ser mi ejemplo de dedicación y responsabilidad, gracias por creer en mí siempre, por impulsarme a seguir adelante y por brindarme su amor y su apoyo incondicional, todos mis logros se los debo a ustedes.

A mi Víctor Manuel, tenerte a mi lado durante esta etapa ha sido una de las mayores bendiciones. Gracias por tu amor constante, por escucharme con paciencia, por apoyarme en cada reto y celebrar conmigo cada pequeño logro. Gracias por enseñarme tantas cosas y por compartirme lo mejor de ti.

A mi hermosa familia, Pepin, Tani, Mina, Carito, Dani, Davidsito, Nati, Isa, Romi, gemelitos, Bren, Sebas y Huguís. Son una gran fuente de alegría y motivación. Gracias por estar conmigo siempre y recordarme lo bonito de la vida. Sus sonrisas, abrazos y ocurrencias me llenan de energía, los admiro y los amo mucho.

A mis compañeras de equipo, Ana, Heaven y Frida, les reconozco con respeto y admiración su inteligencia, creatividad y el esfuerzo que pusieron en cada paso de este proyecto. Es increíble lo que se puede lograr cuando el conocimiento se acompaña de paciencia y colaboración.

Y a mis profesores de maestría, especialmente a nuestros asesores y lectores de ICR, por compartir generosamente su conocimiento, por su guía paciente y por ejercer con compromiso la noble labor de enseñar.

ANA

Agradezco primero y ante todo a mi mamá, Mary, por siempre apoyarme en todas las decisiones de mi vida, por no cuestionarlas y confiar cuando los demás no lo hacen. Sin tus cuidados y tu protección no habría podido llevar a cabo esta experiencia. A todos los miembros de mi genial familia: Mary, Lalo, Pily, Juan, Chucho, Monse, porque somos unidos y nos queremos mucho. Por todas las bromas, risas y esos fines de semana de comer y platicar de todo hasta tarde. Todos ustedes me han apoyado mucho a su manera. Gracias a ustedes conozco lo que es tener una verdadera red de apoyo.

A Alex, mi compañero, una de mis principales motivaciones en todo y el causante de que haya iniciado y terminado esta etapa. Gracias por todo el amor que me das, por todo el apoyo y la protección que me brindas en todas las formas posibles, siempre. Tú has cursado conmigo esta maestría, has escuchado mis peroratas, me has ayudado a resolver y hoy, cierras conmigo una etapa más para abrir otra. ¡Soy tan afortunada de tenerte en mi vida! También agradezco a tu hermosa familia, que me ha acogido con tanto cariño.

A nuestras hermosas mascotas, que se fueron en esta etapa. Mi perrita de adolescencia y adultez, Luna; de mi tortuguita, Messi, de nuestro gatito Haru, y de la hoy única Nalita. Gracias por ser parte de mi vida y de cuidarnos mutuamente. Ustedes me recordaron que un paseo, un mimo o un platito de comida acompañados eran más importantes que cinco minutos más en la computadora.

A DISFAM, Luz María, Daniel, Paco, Chayo, Lupita, Alfredo, Ale, Víctor Beller, directivos de la UDEEI y a todos los participantes por ayudar a construir este proyecto con sus historias, sus conocimientos, y a ayudarnos a entender la dislexia desde una mirada diferente.

A mis amigas: Chayo, Alethia, Erika, Lupita, que no solo son mis amigas, sino que con mucho entusiasmo se animaron a participar en este proyecto y nos dieron recomendaciones muy valiosas a lo largo del trabajo.

A mi equipo de maestría por los increíbles seres humanos que son, por su profesionalismo, sus cualidades y por lo mucho que aprendí de cada una: Frida, Lupita, Heaven. Estoy orgullosa de que en estos cuatro años desarrollamos un trabajo genial y aprendimos a trabajar como un verdadero equipo. Por último, y no menos importantes, nuestros asesores, por su paciencia, apoyo y orientación constante: Dra. Margarita, Dr. Wulfrano, Mtra. Lucila, Dra. Zarid, y demás profesorado que nos orientó en esta maestría.

Introducción



En la presente introducción expondremos a detalle el planteamiento del problema, que integra la definición de dislexia y sus características; la situación en el ámbito educativo en nuestro país con respecto a esta dificultad de aprendizaje y las políticas implementadas a nivel metropolitano que influyen en la comunidad estudiantil con dislexia. En la segunda parte de este capítulo, perfilamos la justificación, los objetivos generales y específicos a los cuales aspiramos con nuestro proyecto y la formulación de la hipótesis como probable solución ante la problemática planteada.

1.1. Dislexia: acotación sintomática de una dificultad de aprendizaje

Hace poco más de un siglo que la dislexia fue descrita por primera vez por el doctor W. Pringle Morgan. En su reporte clínico, escrito para el *British Medical Journal*, describe a un paciente joven que desempeñaba bien todas las habilidades cognitivas, con excepción de la lectura. No mucho antes, James Hinselwood, un oftalmólogo, había escrito para el diario *The Lancet* el mismo conjunto de síntomas que Morgan. La afectación era la ceguera verbal y un impedimento para leer palabras, sin embargo, no había problemas para leer las letras más pequeñas y realizar cálculos mentales. (Shaywitz & Shaywitz, s.f.).

Hoy en día podemos decir que la dislexia es una de las dificultades sobre la que hay mayor investigación en la literatura, comenzando por su definición. El gran corpus de estudios llevados a cabo ha tenido como resultado, primeramente, una estandarización en la acotación de su caracterización.

Desde el 2012, el *Manual Diagnóstico y Estadístico de las Enfermedades Mentales* (DSM-5) lo consideraba ya como un trastorno específico de aprendizaje (Asociación Internacional de Dislexia, 2019; Pearson 2017; American Psychiatric Association 2014; Matute y Guajardo 2012). Este término se refiere a que un individuo con un trastorno tiene una dificultad en el aprendizaje, cuyos síntomas persisten incluso después de medio año de intervenciones para mejorar dichos problemas.

Existen otras definiciones válidas y consensuadas para referirse a ella. Los investigadores, Shally y Bennett Shawitz la han descrito como una “dificultad inesperada en el aprendizaje de la lectura” (S. E. Shaywitz, B. A. Shaywitz y J. E. Shaywitz, s.f.). Por su parte, la definición de Pąchalska et al. va más acorde a la propuesta del DSM-5 al considerar que la dislexia es un “trastorno de la lectura” (2009).

En este trabajo, optamos por una ligera variante de la definición propuesta por el DSM-5 y cambiamos el término *trastorno* por el de *dificultad*. Así, denominaremos a la dislexia como una *dificultad específica de aprendizaje* (DEA), de origen neurobiológico, que es causada por una alteración en el procesador fonológico cerebral, cuyas asociaciones entre grafías y fonemas (letras y sus sonidos) no se realizan con automaticidad como idóneamente debería ocurrir, de lo cual se deriva una dificultad en la lectura fluida (Atencia, Correa & Mendoza 2021; Rello 2018; Shaywitz & Shaywitz, s.f, Rodríguez-Cano et al. 2022; International Dyslexia Association, 2019; Pearson 2017; Zuppardo, Serrano & Pirrone, 2017).

El cuadro clínico de esta DEA (dificultad específica del aprendizaje) es sumamente variable y de diferente gradación. Un alumno que presenta esta dificultad comúnmente tiene problemas de lectoescritura, aunque no de expresión oral o discursiva (de ahí la precisión adjetival específica). Tal condición implica un retraso en la fluidez y precisión lectora, el deletreo, la adquisición de vocabulario, el desarrollo de la ortografía, la precisión escrita y la comprensión lectora.

Las habilidades a nivel lingüístico no son las únicas perjudicadas que se manifiestan en la dislexia. En general es común hallar comorbilidad con otros trastornos sujetos que padecen esta dificultad, como la discalculia (dificultad con el razonamiento lógico-matemático), la disgrafía (problemas con la escritura) e incluso, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) (Zuppardo, Rodríguez Fuentes y Serrano, 2017).

Aunado a la comorbilidad, esta dificultad incide en las funciones ejecutivas de la persona, especialmente con problemas de retención de información, por lo que el sujeto necesita ver y escuchar conceptos varias veces; se distrae constantemente por estímulos visuales (como la televisión al intentar leer); también, suele presentar lateralidad cruzada (dificultades en la coordinación y la orientación espacial) (Rello, 2018). La anomia es otro padecimiento frecuente (problemas para recuperar o recordar palabras específicas durante el habla o la escritura).

Como se ha podido observar, la mera definición e integración del conjunto de síntomas ha sido objeto de varios estudios y deliberaciones por parte del campo académico. Esto es porque se trata de una diferencia de aprendizaje y procesamiento de información que presenta variaciones individuales y depende de múltiples factores tanto internos como externos (factores socioculturales de interacción, nivel socioeconómico, modelos y estrategias educativas implementadas para él, e incluso hábitos alimenticios y de descanso).

Podríamos asumir, entonces, que a lo largo de estos años de investigación se ha conformado una batería de estrategias de comunicación, métodos, herramientas y apoyos encaminados a trabajar con esta población, sobre todo, durante etapas escolares, ya que resulta crucial para la concreción de su desarrollo cognitivo. Lo anterior se ha cumplido parcialmente en otros países angloparlantes y de habla hispana.

1.2. La problemática a nivel nacional e internacional

Como dijimos en el apartado anterior, la dislexia es, probablemente, la dificultad de aprendizaje más conocida y atendida a nivel global. Ello se comprueba por la variedad de asociaciones existentes. En España, *Change Dyslexia* se ha consolidado como una empresa social en busca de herramientas que ayuden a personas con estas dificultades del lenguaje.

Otras asociaciones podrían ser IDA (Asociación Internacional de Dislexia por sus siglas en inglés); asociación cuyo objetivo se centra en la educación y la defensa de la dislexia. La Disfam (Organización Internacional Dislexia y Familia), ha conformado una red de cooperación fuerte en Iberoamérica integrada por familias, adultos con dislexia y profesionales de la salud. Finalmente, encontramos la plataforma Dislexia, un conjunto de 19 asociaciones de dislexia de España.

En México existen asociaciones como Fundación Belem que, si bien fue creada en España, proporciona sus servicios de igual manera a Iberoamérica. La propia Disfam en México últimamente ha establecido reuniones con diferentes estados del país (Disfam México, 2023). En el plano institucionalizado, y con motivo a erradicar una de las muchas vertientes del rezago educativo, el gobierno ha implementado la USAER (Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular), instancias de apoyo a alumnos con necesidades educativas especiales.

Tenemos ante nosotros ejemplos de proyectos ingentes que unen esfuerzos para divulgar la dislexia, luchar contra los estigmas y encontrar un rol social justo a este sector de la población que aborda la lectura desde una perspectiva diferente. Sin embargo, lo cierto es que la dislexia aun no es atendida en México de manera eficiente.

¿Por qué ocurre esto? Porque en nuestro país la compleja y desigual situación social, las inconsistentes e inadecuadas políticas educativas (Bowie Archbold, Rozo Gasca & Villegas de Brigard, 2022), así como nuestro sistema de valores rígido y escéptico ante nuevas prácticas, ideas o condiciones, ha ocasionado que para la gran mayoría de nuestra sociedad las personas con dificultades de aprendizaje aún pasen inadvertidos, invisibilizados y hasta infravalorados.

En las aulas, según el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), en México existe un docente por cada 31.5 alumnos en escuelas públicas (INEE, 2015). Esto bien se traduce en alumnos con poca atención por parte del profesor por lo que, en el caso de que presentaran alguna dificultad del aprendizaje, los docentes por un lado, no estarían en condiciones de identificarlo, y tanto instancias como USAER o bien, psicólogos en escuelas públicas, no alcanzan a cubrir la demanda.

Otro problema radica en el apoyo dirigido. En el caso de USAER, debido a que estos servicios de apoyo engloba trastornos como el autismo o el TDAH, las alteraciones congénitas como el Síndrome de Down o las dificultades del lenguaje, como es el caso de la dislexia, discalculia y dislalia, no alcanza a atender a la mayoría de los alumnos, sino que se concentra en las dificultades, trastornos y afecciones más frecuentes y más severas, por lo que la dislexia queda relegada a un segundo plano, lo que se traduciría en un desafío adicional significativo en cuanto a la inclusión e igualdad educativa.

1.3. Dislexia en el aula: ¿Qué pasa en la esfera educativa?

Además, la deserción escolar -que repercute a nivel laboral así como en la movilidad social- se encuentra en ascenso en jóvenes de escuelas secundarias públicas. Si bien, como lo indica el informe del INEGI sus causas son variadas, la deficiencia o falla académica juega un papel sumamente importante. Además de la falta de interés por los temas a estudiar, existe un déficit en el nivel de competencias y además un analfabetismo funcional, es decir, la persona cuenta con la capacidad de leer, sin embargo no logra asimilar la lectura o le cuesta trabajo realizar una lectura crítica o de comprensión, quedando usualmente por debajo del promedio.

Otro obstáculo en el contexto educativo ocurre al abordar las necesidades de los jóvenes con dificultades del aprendizaje, donde el impedimento se origina en la limitante de los docentes en cuestiones de capacitación, así como el nivel educativo que manejan. Esto conlleva a que el educador se encuentre desbordado debido a la diversidad de desafíos (manejo del aula, cantidad de alumno por docente, conocimientos y manejo del tema), lo que dificultará aún más una identificación precisa de la situación (Martínez, 2023).

Aunado a esto, si un joven presenta alguna dificultad del aprendizaje previamente mencionada, existe una probabilidad significativa de que a la par manifieste dislexia (Martínez M. Henao, L. Gómez L. 2009). No obstante, al tomar en cuenta que estas condiciones son distintas y muy a menudo resulta complicado distinguir a un estudiante con esta dificultad a menos de que sea evidente, o que imposibilite el aprendizaje, se suscitan dos consecuencias fundamentales. En primer lugar, la dislexia se margina, y por otro, el joven se podría percibir como apático o se le inste a realizar un mayor esfuerzo, sin detenerse a considerar las razones de su desempeño.

La conjunción de estos factores puede ocasionar cierta aversión a la escuela, distracción, o falta de interés por la dificultad percibida en las tareas (Martínez M. Henao, L. Gómez L. 2009). Asimismo, el alumno se encontraría expuesto a sentir cierto temor a solicitar asistencia, ya sea por miedo a ser objeto de burlas por parte de tanto sus compañeros como el docente, o por esta comparación ante el salón y el éxito al completar las tareas. Aun en caso de solicitar y que el docente cuente con la disposición, puede que al no conocer cómo proceder, la ignore, lo que resultaría en falta de atención y apoyo.

Además, este desempeño escolar deficiente, que conlleva a un posible abandono de estudios, también deviene en empleos menos remunerados. Más aún, si una persona llega a adaptarse a la precariedad de estos entornos, puede llegar a repetir estos patrones vistos en el aula: pobre desempeño, poca simpatía hacia la persona de parte de sus colegas, baja autoestima y por último la deserción, lo que hace que la persona se culpe a sí misma (Galán López, Fundación UNAM, 2017) y su autopercepción le impida desarrollar sus propias fortalezas.

Así, aunque paradójicamente, las personas con dislexia pueden llegar a desarrollar múltiples habilidades (por ejemplo, la creación de diferentes soluciones ante diversas problemáticas o la alta creatividad en diversas áreas), éstas suelen pasar desapercibidas para la mayoría de la población. ¿Cómo es posible que un alumno con dislexia no pueda concentrar correctamente habilidades y cualidades a lo largo de su formación educativa? Debido a la poca información que se tiene del tema. Es por esto que la divulgación juega un papel muy importante para hacer llegar esta información al público objetivo.

1.4. Políticas públicas para la atención a dificultades de aprendizaje en México

La Unidad Servicios y Apoyos a la Educación Regular, USAER, fue creada en 1992, en un intento por revertir el rezago de la población de alumnos de educación básica con necesidades especiales. Su objetivo fue apoyar, promover inclusión e implementar el derecho a la educación en instituciones educativas regulares. Brindó apoyos específicos y estrategias para la inclusión de los educandos a través de la asesoría y acompañamiento al personal docente y directivo y la orientación a los padres de familia y comunidad (USAER, 2019) La [Figura 1.1](#) muestra algunas de las características más importantes de esta unidad.

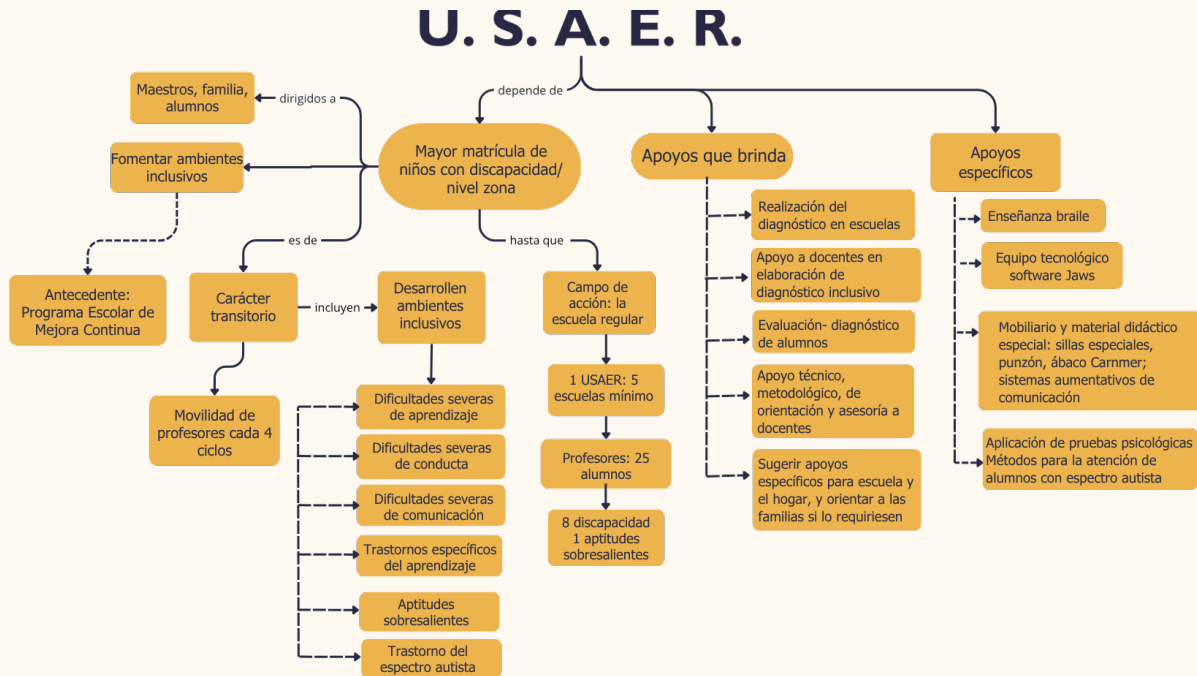


Figura 1.1. Características, modo de operación y apoyos proporcionados por la USAER.

Aunque el propósito estuvo bien fundamentado y fue realmente necesario en el contexto escolar básico, desde un principio nos encontramos con una restricción importante. El grado de intervención de la USAER dependía de la demanda de las escuelas. En consonancia con los reportes de casos estudiantiles atípicos que reporte cada una de ellas, es cómo se valora si la escuela recibía el apoyo del personal (USAER, 2019). Esto quiere decir que, si una escuela tiene cinco alumnos cuyos diagnósticos están encaminados a recibir orientación especial, pero otras escuelas de la zona superan ese número, prácticamente la primera escuela quedaría sin atención para esos alumnos.

Cada unidad queda a cargo de 5 especialistas quienes se encargarán de establecer los contactos con directivos, padres de familia y docentes regulares. Ahora bien, el equipo de especialistas no sólo atiende a una escuela. En promedio, los docentes y psicopedagogos deben trabajar con un mínimo de 5 escuelas y tener 25 alumnos con necesidades especiales. Aquí, nos encontramos con otra situación problemática: la sobresaturación. Al respecto, la psicopedagoga Alejandra Martínez declara:

USAER es un buen espacio, pero lamentablemente no puede cubrir las necesidades que tienen los estudiantes, porque si bien, no todos los estudiantes llegan a tener dislexia, discalculia muchos tienen alguna otra situación. USAER también atiende a niños con TDAH, niños con síndrome de Down, niños que lleguen a tener algún problema psicológico que tienen problemas en casa y esto lo reflejan en el aula (2023).

Las declaraciones de la docente también evidencian un segundo filtro: la prontitud y profundidad de la atención que la USAER ofrezca (es decir, una canalización a psicólogos, psiquiátricos o centros de aprendizaje complementarios), depende proporcionalmente de la condición de gravedad física o cognitiva del alumno.

Esta organización fue reemplazada por la Unidad de Educación Especial y Educación Inclusiva (UDEEI) en el área metropolitana. Esta unidad mantiene una filosofía y línea de trabajo similar a la USAER en los niveles de educación básica. Su propósito consiste en

contribuir, desde su quehacer especializado, y a través de sus tres ejes de operación (asesoría, orientación y acompañamiento), a garantizar la atención justa, participativa y excelencia del estudiantado, priorizando la visibilización de quienes tienen alguna discapacidad o aptitud sobresaliente, y beneficiando a las y los estudiantes que, a pesar de la movilización de los recursos propios de la escuela, se encuentran en Situación Educativa de Riesgo de Exclusión [...] (Dirección de Educación Especial e Inclusiva, 2024).

La UDEEI, está conformada por un equipo interdisciplinario de profesores de educación especial, especialistas en comunicación, pedagogía, trabajo social y expertos en lenguaje de señas, además de un director general. Al igual que la USAER, no se centra en atenciones personalizadas, ni en un solo grupo de estudiantes, sino en una colaboración con el resto de la comunidad escolar para así transformar paulatinamente los contextos educativos y sociales, y el rendimiento de los estudiantes con discapacidad u otras características.

Para identificar si un alumno presenta alguna Barrera para el Aprendizaje y la Participación (BAP), el grupo de especialistas debe alinearse al siguiente el plan de acción: determinar el **Contexto** (dónde ocurre el fallo: en casa, en la escuela, dentro del aula); iniciar con la **Clasificación** (de acuerdo con las dimensiones de la educación inclusiva y los factores de exclusión); identificar los **Factores de riesgo de exclusión** (los elementos que puedan representar obstáculos dentro del contexto); identificar la **Causa** (qué origina dicho obstáculo y dificultad) y la **Consecuencia** (el efecto que produce ese obstáculo en el contexto y situación de la estudiante) (Dirección de Educación Especial e Inclusiva, 2024).

Es necesario enfatizar aspectos importantes aquí: En primer lugar, las condiciones de acción del plan muestran el apoyo a dos grupos muy concretos: aquéllos con discapacidad y a los alumnos que muestran aptitudes sobresalientes. Basado en las definiciones de la dislexia que hemos mostrado, ésta no cabría en ninguna de las categorías definidas, lo que muestra una ambigüedad que en última instancia podría pasar desapercibida.

En segundo lugar, el manual operativo deja claro que este programa no se basa en clases particulares, además de que, al igual que la USAER, es transitoria, por lo que los especialistas que puedan participar en una unidad determinada tienen un plazo establecido tras el cual deben movilizarse a otra escuela. Aunque este periodo pueda ser ampliado según los resultados que se tengan del desempeño en conjunto entre personal de la escuela y los propios alumnos, nada garantiza que en ese plazo de se superen las dificultades en un grado significativo, ni que, por supuesto, puedan llegar más casos de dislexia a la escuela.

En resumen, no es difícil dilucidar que un alumno con síndrome de Down será atendido con mayor prontitud y durante más tiempo que un alumno con una DEA, por ejemplo. En la escala de gravedad, un disléxico o alguien que presente disgrafía o discalculia verá potencial y seriamente amenazado su derecho a recibir un diagnóstico y tratamiento adecuados a su dificultad. Desafortunadamente el peor escenario es también el que con mayor probabilidad procede: el alumno con dislexia no recibe atención por parte de estas instituciones y su condición se confunde con desidia, flojera, rebeldía y bajo desempeño.

1.5. Justificación del trabajo

El complejo contexto al que se enfrentan los estudiantes con dislexia está integrado por una serie de problemáticas en los más diversos niveles sociales, económicos, culturales y escolares. La institución escolar, por mencionar sólo uno de estos campos, ha experimentado un devenir diacrónico y establecido modelos pedagógicos que tienden al avance homogéneo del alumnado.

En este sentido, hasta hace unos meses en México, la habilidad lecto escritora, en tanto método de aprendizaje, permeaba en todas las asignaturas escolares a medida que avanzaba el grado de estudio (Bowie Archibold, Roza Gasca y Villegas de Brigard, 2022). La complejidad en la lecto escritura y los contenidos, ocasiona que jóvenes con dislexia enfrenten mayores problemas emocionales y de aprendizaje (Atencia Hernández, Correa López y Mendoza Salazar, 2019).

Sin nuevas estrategias o modelos que contemplen formas diferentes de aprender, los jóvenes con dislexia no tienen igualdad de oportunidades para desarrollarse plenamente y, en última instancia, son una de las poblaciones estudiantiles más proclives a la deserción escolar. Paradójicamente, notamos que hay un cúmulo de información elaborada por el gremio académico, que no ha generado un impacto social significativo (véase [Estado del arte](#)), sea por las barreras idiomáticas, la especificidad de los desarrollos o la falta de continuidad una vez generados los primeros prototipos. Así, por ejemplo, una aplicación que ayude a mejorar la comprensión lectora en alumnos con dislexia en España, puede que sólo funcione en un sistema operativo o que aún no esté disponible oficialmente en América Latina.

Al mismo tiempo, el estado del arte revela un prolífico caso de dispositivos tecnológicos (aplicaciones, páginas, programas de computadora, análisis automatizados) aplicados a las DEA. Sin duda, la incorporación de esas tecnologías al campo de la terapia o la escuela sería sumamente fructífero, empero, por lo menos en México, su impacto ha sido reducido, insuficiente y poco explorado.

Lo anterior se puede explicar cuando enmarcamos la tecnología dentro del frágil panorama socioeconómico que atraviesa esta región. Luz Rello (2018) identifica la desigualdad socioeconómica como un factor crucial en este trastorno. En tanto un estudiante disléxico presente un nivel socioeconómico desfavorecido, difícilmente continuará con sus estudios al no tener los recursos (probablemente tecnológicos) ni un tratamiento adecuado, independientemente si posee una buena capacidad intelectual (American Psychiatric Association 2014).

Es cierto que de parte de la institución pública se han hecho esfuerzos con miras a reducir la deserción y promover la inclusión. Ya hablamos de las instancias USAER y más recientemente, la UDEEI, y sus roles en la educación para todas las diferencias. Sin embargo, estas instituciones adolecen de lazos fuertes de interconexión y colaboración y de recursos económicos en general. Uno de los objetivos apremiantes para la USAER, según su reporte del año pasado, fue reducir el cúmulo de carencias en general (MEJOREDU, 2022).

Asimismo, no hay una apropiada articulación entre las actividades de los docentes con la instancia misma (Ríos, 24 de abril, 2025), lo cual quiere decir que el docente no realiza un trabajo interdisciplinario de colaboración que le permita identificar a alumnos con dificultades específicas del aprendizaje. En última instancia, el círculo vicioso de las clases tradicionales se repite.

Afortunadamente se vislumbran áreas de oportunidad que parten de las instituciones políticas y educativas y que pueden servir de parteaguas para echar a andar proyectos que persigan los mismos objetivos. El gobierno ha anunciado la implementación de un nuevo modelo educativo: La Nueva Escuela Mexicana (NAM, por sus siglas).

Grosso modo, este modelo persigue fomentar una educación inclusiva profunda y en varios niveles (contenidos, materia, léxico, modelos educativos) que obligue a replantear a los estudiantes su forma de aprender, su condición, su visión crítica como sujetos sociales. La reconceptualización a nivel profundo repercute indefectiblemente en cómo percibimos al otro y descubrimos su contribución, valía y aptitudes en la resolución de problemas:

Aceptando que cualquier persona es valiosa y debe ser tratada como tal. Esto también conlleva una variación en la forma en que se mira la discapacidad, pues por lo regular, reducida a una mirada "panorgánica", el saber se ha centrado en una reducción de la persona a mero organismo, lo que no ha hecho más que limitar las opciones pedagógicas (Cruz Vadillo, 2023).

Nuestra propuesta se dirige hacia una contribución que trascienda el ámbito meramente escolar e incida sobre el fenómeno de la divulgación de estas formas de aprender diferentes, particularmente la dislexia. ¿Quiénes conocen en qué se basa la dislexia? ¿Qué tan cerca convivimos con alguien con ese pensamiento neurodivergente? ¿Cómo una persona con dislexia percibe la cotidianeidad de la lectoescritura y cómo es capaz de pensar diferente a nosotros y, por ende, idear nuevas soluciones que generen impacto?

Anteriormente, el estado del arte se concentraba en aplicaciones que medían y diagnosticaban la dislexia. Otras contribuciones se dirigen a mejorar los hábitos de estudio de la población con dislexia. Todos estos apoyos están enfocados en el estudiante disléxico, como si en él recayera la tarea de adaptarse a nosotros. Nuestra propuesta va, en cambio, a incidir sobre el público en general y cómo ellos pueden acercarse a poblaciones diferentes a través de sus historias y conociendo sus habilidades.

Concordamos con la estrategia que tiene miras a fomentar una sociedad más inclusiva, específicamente para la población con dislexia. Es posible que, a partir de la implementación de estas acciones se dé paso a la aceptación gradual de que las habilidades cognitivas y creativas están superando los esquemas rígidos institucionalizados y estigmas sociales cuyos resultados desafortunados recaen en una deserción o abandono escolar, en el peor de los casos.

Precisamente, en nuestro proyecto hemos apostado por romper con estos esquemas acercándonos directamente a los propios alumnos con dislexia, así como a docentes que han impartido clases a esta población y a padres de familia. Lo hicimos a través de entrevistas informales y consultas en las que promovimos su participación, permitiéndonos comprender de primera mano sus necesidades, experiencias y propuestas.

A partir de lo anterior presentamos un montaje que integra diversas tecnologías como la realidad virtual (RV, de ahora en adelante), la realidad aumentada (AR de ahora en adelante), actividades interactivas y una página web para recrear el pensamiento y las experiencias de las personas con dislexia, y así el participante comprenda y tenga una vivencia lo más cercana posible a las limitaciones y desafíos que esta población tiene día a día.

¿Por qué pensamos en una propuesta divulgativa? Tal y como se puntualizó líneas arriba, el contexto cultural y las situaciones comunicativas están cambiando de manera lenta, pero gradual, hacia un discurso de aceptación e inclusión, más que de supresión y rigidez. La nueva propuesta educativa en nuestro país, que incorpora el trabajo en conjunto de proyectos multidisciplinarios ha incentivado la creación de iniciativas dirigidas hacia la aceptación e inclusión.

En segundo lugar, el estado del arte ha arrojado un trabajo deficiente en cuanto a propuestas de divulgación y su equilibrio con ciencias u otro tipo de experiencias. Se han realizado muchas actividades enfocadas a páginas web, aplicaciones y clips de video, que van hacia la corrección o el tratamiento del sujeto. En cambio, las propuestas de tipo museográfico pueden consolidarse como una vía interesante de interacción entre los sujetos y la manipulación conceptual a la que dan inicio.

1.6. Objetivo general

Diseñar una exposición interactiva de carácter divulgativo que muestre las habilidades cognitivas, las percepciones, dificultades y fortalezas del pensamiento disléxico para promover la inclusión de esta dificultad de aprendizaje en los participantes.

1.7. Objetivos específicos

- Conocer y sistematizar los signos, síntomas, habilidades y fortalezas cognitivas de la dislexia.
- Identificar el perfil de los visitantes-participantes para crear actividades con tecnologías interactivas que detonen un aprendizaje significativo.
- Implementar dispositivos tecnológicos adecuados y funcionales en función de los entornos inmersivos de la exposición.
- Diseñar un entorno/espacio expositivo que recree experiencias multisensoriales relacionadas a la dislexia.

1.8. Preguntas de investigación

1. ¿Por qué la dislexia no se ha divulgado tanto en México a diferencia de otros países hispanohablantes?
2. ¿Por qué es importante la divulgación de conceptos especializados sobre la dislexia?
3. ¿Cómo es vivir con dislexia?
4. ¿A partir de qué tecnologías podemos reproducir y transmitir de manera fidedigna las habilidades cognitivas, la percepción y las fortalezas del pensamiento disléxico?
5. ¿Cómo se pueden reproducir experiencias que nos encaminen a la comprensión de la dislexia?
6. ¿Cómo capturar y representar información, a través de tecnologías, de manera que se adapte a la comprensión del ser humano?
7. ¿Cómo diseñar un espacio expositivo de aprendizaje que integre la diversidad de formas de aprender de diferentes participantes?

8. ¿Qué esperamos que le suceda a una persona cuando interactúa con actividades y tecnologías de un espacio expositivo?

1.9. Hipótesis

¿Un espacio de divulgación de carácter inmersivo e interactivo en torno a la dislexia es el medio adecuado para caracterizar lo que es la dislexia en los usuarios?

Estado del arte



2.1. Uniendo los puntos: búsqueda preliminar y mapeo de términos

A lo largo de esta búsqueda, notamos que los museos y las exposiciones se han consolidado como una forma de educación alternativa para la sociedad en cuanto a nuevos descubrimientos científicos y tecnológicos. Su amplia variedad de modalidades y la diversidad de estrategias y actividades empleadas en su diseño le ha permitido alcanzar a todo tipo de públicos, desde los jóvenes hasta aquellos con capacidades diferentes. Este alcance ha sido en consonancia con el desarrollo de tecnologías como realidad virtual (RA) y realidad aumentada las cuales están brindando nuevas experiencias de inmersión e interactividad.

Con el objetivo de definir y entender la mejor manera en que se pretende divulgar la información pertinente a nuestro proyecto, optamos por llevar a cabo una búsqueda inicial de términos, que abarcó un análisis de palabras clave relevantes en diferentes bases de datos. Tomamos Scopus como una primera propuesta de base de datos y utilizamos un ejemplo de las palabras clave que propusimos incluir, si bien, no añadimos todos los algoritmos de búsqueda. A pesar de las múltiples combinaciones de palabras formuladas, el número de documentos relevantes en Scopus fue limitado.

Como se puede ver en la [Figura 2.1](#), tenemos claros indicios de palabras y temáticas relacionadas en mayor o menor medida con la dislexia: una de ellas es el área de los estudios genéticos y antecedentes familiares y los estudios de grupo (*sample [muestra]*, en la figura); por otro lado, se encuentran palabras vinculadas al ámbito de los actores sociales: los sujetos (*boy [niño]*, *girl [niña]*, incidencia, frecuencia, etc.). Otra área bosquejada parece ser la denominación clínica y relacionadas a los tratamientos (paciente, sujeto, escala, redes, dificultad de lectura, etc.).

Las últimas dos áreas, quizá con menos presencia y más ambigüedad, pero con más importancia para nuestros fines oscilan entre dos áreas: el aprendizaje (*learning [aprendizaje]*, *game [juego]*, aplicación, herramienta, escuelas) y otras zonas del refuerzo positivo (fortaleza, educador, creencias, mitos, etc.)

Nótese que, al parecer, términos que podríamos esperar como difusión o divulgación de la ciencia, estrategias de comunicación, campañas, museos, educación informal, exhibiciones o algunas palabras que coincidan con las investigaciones que buscamos en este trabajo, aún no aparecen como palabras clave, sino términos como discapacidad, genes, familia, cromosoma, ADHD (Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad por sus siglas en inglés) y similares son protagonistas en esta vista, lo que nos lleva a pensar que habría más estudios relacionados con la cuestión biológica.

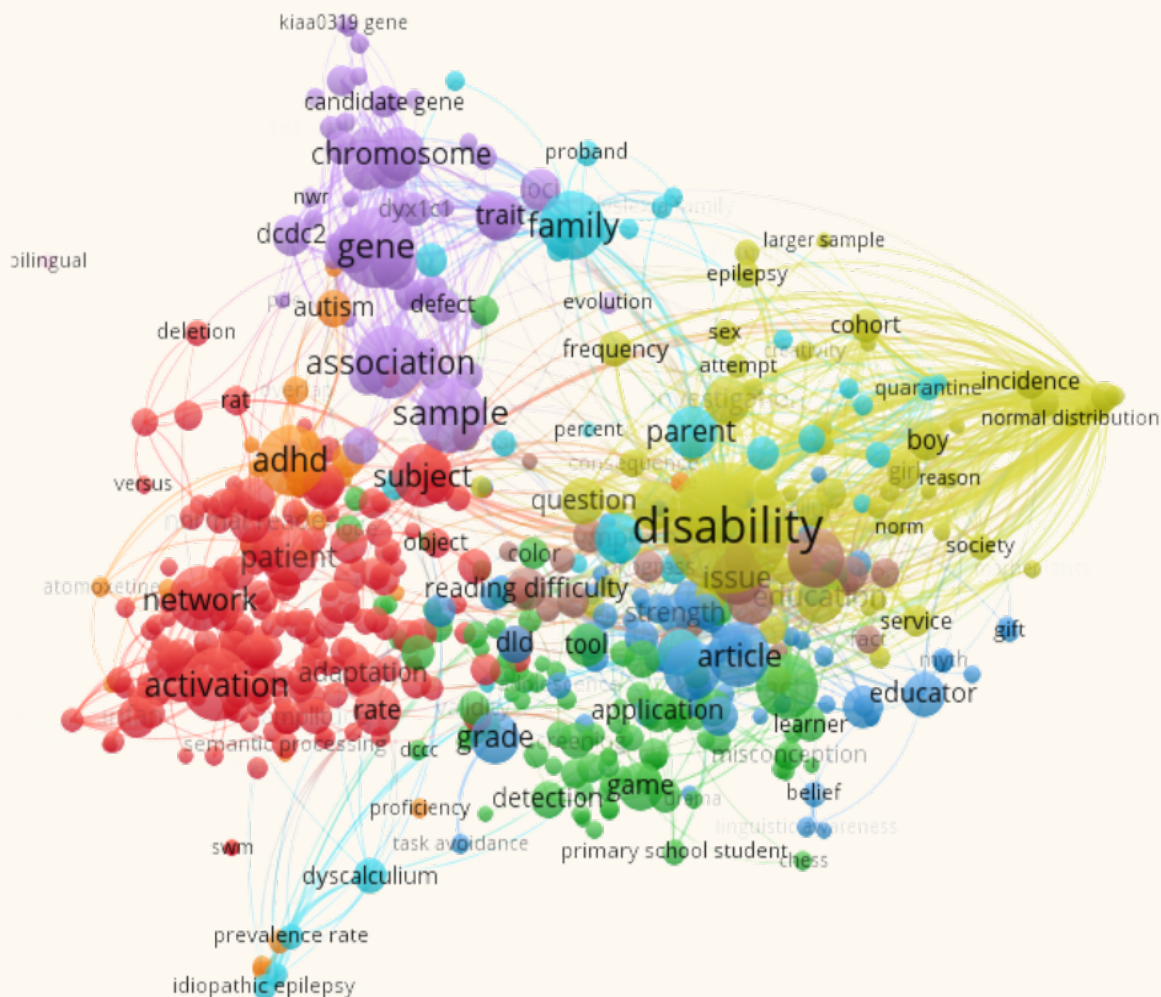


Figura 2.1. Vista de los términos asociados a los estudios sobre dislexia. Como puede observarse, muchos se enfocan en temas clínicos y/o neurológicos, como detección, *difficulty* (dificultad), *dyscalculia* (discalculia), *primary school* (primaria), etc.

Bajo estos criterios y al considerar un resultado óptimo que abarcara la literatura científica pertinente, se tomó la decisión de usar las siguientes palabras clave:

- dyslexia (dislexia)
- reading difficulties (dificultades lectoras)
- learning disabilities (dificultades de aprendizaje)
- museum (museo)
- exhibition (exposición)
- science dissemination (divulgación científica)

- science communication (comunicación científica)
- virtual reality (realidad virtual)
- augmented reality (realidad aumentada)
- technology (tecnología)

Dado el carácter internacional de los buscadores seleccionados, optamos por registrar las palabras clave en inglés. Aunado a esto, como requisito al agregar palabras clave a artículos científicos, se hace tanto en el idioma original como en inglés, permitiendo así el acceso a otras lenguas.

Ahora bien, una serie de pruebas preliminares en los buscadores facilitaron la ampliación de los términos de búsqueda a palabras sinonímicas (términos equivalentes) o hiperonímicas (categorías semánticas más amplias). La palabra clave, *dyslexia* (dislexia), se puede entender como una dificultad en el ámbito de la lectura, de ahí su sinónimo *reading difficulties* (dificultades lectoras); sin embargo, clínicamente, está también integrada en una categoría más amplia: dificultad específica de aprendizaje (*learning disabilities*). Por tanto, consideramos pertinente utilizar los tres términos para agotar las posibilidades de coincidencia.

De igual manera, fue necesario realizar un análisis y una discusión en cuanto a términos como *museum* y *exhibition*. La palabra exposición puede traducirse como *exhibit* o *exhibition* o también, la menos usada *exposition*. Si bien, en español existe una diferenciación concerniente entre los dos términos, muchos artículos académicos, sobre todo los provenientes de la tecnología, usan tanto *exhibit* como *exhibition* para referirse a una exposición museográfica. En este sentido, aunque nuestro proyecto se base en esta palabra, entendemos que gran cantidad de trabajos utilizan *exhibition* y *museum* indistintamente, por ello, las dejamos entre los términos de búsqueda.

En cuanto a la divulgación de la ciencia, encontramos que ésta se traduce como: *divulgation*, *dissemination*, *diffusion*, *popularization*, o *propagation* entre otras. Esto nos llevó a analizar la definición de cada una, el uso, y el apego con el significado que se busca. De ahí que se descartaran en un inicio palabras como *popularization* o *propagation* ya que las mismas si bien se refieren al proceso de dar a conocer el descubrimiento o saber científico con el fin de que la mayor cantidad de personas en determinada población tengan acceso a dicha información. Estos términos, sin embargo, contienen tintes políticos. Aunado a esto, ambas expresiones referidas buscan promover el pensamiento científico, y no interpretarlo y hacerlo accesible como se pretende con la divulgación. Debido a esto, se tomaron las palabras *science communication* y *science dissemination* como los términos elegidos.

Finalmente, los términos *virtual reality* and *augmented reality* se utilizaron como palabras clave en la tecnología. Se consideraron también términos afines como *immersive technologies*, *mixed reality* y *technologies* (tecnologías inmersivas, realidad mixta y tecnologías, respectivamente). En los dos anteriores términos, una rápida búsqueda preliminar nos permitió conocer que su uso arroja muy pocas o nulas entradas en los repositorios, a pesar de ser más afines que el elemento *technology*. Decidimos pues, utilizar *virtual reality*, *augmented reality* and *technology* (realidad virtual, realidad aumentada y tecnología, respectivamente) para nuestras entradas de búsqueda.

Una vez considerando la acotación de términos y tomando en cuenta que nuestro propósito consistió en conocer los métodos y detectar posibles tendencias o constantes en la aplicación de tecnologías en el área expositiva o museística con fines científicos, diseñamos, en primera instancia, algoritmos estratégicos de búsqueda en diferentes bases de datos (IEEE, Sage, Springer, Science Direct, Redalyc, Scopus y EBSCO), ya que estos nos permitieron acceder a una amplia gama de información y optimizan el proceso de búsqueda, con el objetivo de conocer las metodologías y protocolos empleados en la implementación de dispositivos con realidad virtual (RV) o realidad aumentada (RA) en actividades de exposición.

Todas las bases de datos fueron consultadas por medio de la Plataforma Biblioteca Digital de la Universidad Autónoma Metropolitana, (BiDiUam), misma que contiene la información requerida y necesaria para el desarrollo de la búsqueda.

Como siguiente paso, acotamos el periodo de búsqueda a los últimos cinco años (2018-2023 y con algunas excepciones, años anteriores) esto se debe, por un lado, a que al hablar de tecnologías, éstas llegan a ser obsoletas en un periodo muy corto de tiempo; por otro, se buscó obtener los resultados más próximos según los objetivos que nos planteamos sobre acotar las tendencias que definirán la difusión de la dislexia o afines a través de museos y tecnologías inmersivas. Una vez realizado este primer acercamiento, procedimos a identificar las fuentes pertinentes al tema en cuestión, acorde a las palabras clave y el objetivo previamente seleccionado.

Para comenzar esta búsqueda a través de las bases de datos especificadas, optamos por definir los objetivos principales que nos proponemos alcanzar con esta búsqueda:

- Realizar un proceso riguroso de sistematización de criterios clave que nos permitan delimitar y filtrar con precisión trabajos relacionados a los museos o exhibiciones con RV, RA y con fines divulgativos en el área de las neurodivergencias, dificultades de aprendizaje o dislexia.
- Identificar patrones, constantes y posibles direcciones hacia donde están dirigiendo los estudios de exhibiciones y tecnologías de RV y RA.
- Conocer los usos particulares de RV o RA que se les dan en cada caso para la difusión de la dislexia u otras dificultades de aprendizaje.
- Acotar temáticas clave en la examinación de cada trabajo para ubicar y evaluar el impacto de nuestra propuesta.

Una vez recopilados los resultados, se procedió a evaluar la información obtenida, retirando falsos positivos e información que resultó no tan pertinente. Fue necesario modificar parámetros para obtener mejores resultados. Para trabajos en relación con la RA y RV similares y pertinentes encontramos los siguientes:

2.2. Propuestas de difusión de la dislexia

- El aprendizaje multimedia con la realidad aumentada para niños con dislexia, que busca facilitar la experiencia dentro del aula desde la comunicación no verbal hasta las interacciones sociales (Bhatti, Z., Bibi, M. and Shabbir, N. 2020).
- En países como Estados Unidos y por medio de las redes sociales mayormente, *Understood.org* se centra en visibilizar dificultades de aprendizaje como TDAH (Trastorno del Espectro Autista e Hiperactividad) y las DEA (Dificultad Específica del Aprendizaje).
- La organización española *Change Dyslexia* es un proyecto de investigación y productos dirigido a jóvenes y padres de familia cuyo objetivo se centra en una detección temprana.
- La campaña de sensibilización “conóceme, compréndeme, acéptame” de España, que busca destapar ciertos mitos por medio de carteles, cuentos y guías acerca del autismo.

Incluimos la campaña de concientización, a pesar de centrarse en el autismo y no en la dislexia, porque su enfoque en la inclusión y la promoción de la empatía es relevante para nuestro análisis. A partir de estos ejemplos, observamos que las organizaciones y proyectos buscan generar empatía y conexión con el público en general a través de la sensibilización, al mismo tiempo que destacan la importancia de la colaboración mediante diversos enfoques. Si bien algunos de estos proyectos se dirigen a un público global o general para difundir información, consideramos que nuestro proyecto tendrá un mayor impacto si se enfoca en un público específico, como los docentes, ofreciendo una experiencia más personalizada y directa.

2.3. La ludificación y el aprendizaje con RV y RA

Algunos proyectos notables que encontramos en relación con las tecnologías y el aprendizaje lúdico fueron:

- Un planetario virtual diseñado para alumnos con discapacidad visual. Se desarrolló una recolección de información de diferentes fuentes, principalmente de la NASA. Una vez implementado el planetario virtual, se realizaron pruebas de usabilidad al y probarlo en diversos dispositivos móviles (celulares), con usuarios en tiempo real. (Keyla Latif, J., et al. 2023)

- La creación de un laboratorio 3D de física usando la RV diseñado para personas con dificultades de aprendizaje. El laboratorio 3D experimental de física constituye una mezcla de la plataforma MOODLE y un simulador elaborado por los autores. (Osman Elfakki, A., Sghaier, S. y Alhumaidi Alotaibi, A. 2023)
- Un juego de entrenamiento que utiliza la RV en niños con discapacidad de aprendizaje en la habilidad lectora (RLD por sus siglas en inglés). El juego considera la precisión y comprensión como aspectos primordiales. (Flores-Gallegos, R. et al. 2021)
- Un sistema de realidad virtual inmersiva en un formato realista recreado por un visor de realidad virtual (HMD) con interacción colaborativa avatar-humano para personas dentro del espectro autista (Fernández Herrero, J. y Lorenzo, G. (2019).
- Experiencia sensorial "Ponte en mis zapatos" en México que visibiliza el autismo para personas no autistas con una experiencia sensorial interactiva en el papalote museo del niño.

Consideramos que estos proyectos son de gran relevancia, ya que emplean tecnologías de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) para crear experiencias educativas o de sensibilización. Además, priorizan la interacción con el usuario, ya sea en el caso de los juegos o en experiencias sensoriales dirigidas a participantes. Por ello, reconocemos la importancia de la ludificación como una estrategia de aprendizaje efectiva y de apoyo en el aula, ya que fomenta un aprendizaje activo. Al combinarse con estas tecnologías, la ludificación puede potenciar tanto el impacto emocional como el educativo, enriqueciendo así la experiencia de los usuarios.

2.4. RA, RV y estrategias de comunicación en museos

Por último, y una vez considerada información en cuanto al aprendizaje en el aula, la ludificación y las diversas formas de difusión, realizamos una búsqueda en cuanto a las tecnologías y su uso en cuanto a la dislexia y otras DEA en los museos:

- En el trabajo de *Museo, escuela y realidad aumentada, "una forma de preservar la identidad étnica de una cultura ancestral"* (*Museum, School and Augmented Reality, a Way to Preserve the Ethnic Identity of an Ancestral Culture*) de García y Acosta se busca visualizar e interactuar con piezas arqueológicas por medio de la realidad aumentada.
- Hanshu B. (2022) en su estudio *Aplicación de la realidad virtual para el diseño de exhibiciones artísticas* (*Application of VR in Art Exhibition Design*) se analiza cómo la realidad virtual puede transformar el diseño de exposiciones en relación con el arte, ofreciendo experiencias interactivas y enriquecedoras para los visitantes.

- Karnchanapayap, G. (2023) en *Experiencias de realidad mixta en los museos: "explorando el impacto de los elementos funcionales de los dispositivos en las experiencias inmersivas en los visitantes y sus comportamientos post experiencia"* (*Mixed reality experiences in museums: Exploring the impact of functional elements of the devices on visitors' immersive experiences and post-experience behaviours*) examina cómo los elementos funcionales de los dispositivos de realidad mixta influyen en las experiencias inmersivas y en los comportamientos posteriores de los visitantes.
- Pei, X., Fu, S. y Jiang, T. (2023) en su estudio *Estudio empírico sobre la evaluación de la experiencia de usuario en interfaces de realidad virtual en museos digitales* (*An empirical study on user experience evaluation of VR interface in digital museums*) proporcionan una evaluación empírica sobre la experiencia del usuario, midiendo la inmersión y evaluando la usabilidad por medio de pruebas de reconocimiento y pruebas de recuerdo con el objetivo de proponer mejoras.

A partir del análisis de estos trabajos, hemos comprendido la relevancia de diseñar experiencias accesibles y enriquecedoras que promuevan la interacción activa del participante. Este enfoque se encuentra en sintonía con los objetivos de nuestro proyecto, donde buscamos que los participantes se involucren de manera significativa en el proceso de aprendizaje, facilitando así una reflexión más profunda y transformadora.

Además, hemos logrado vislumbrar el potencial transformador que surge de la integración de tecnologías innovadoras, la ludificación como estrategia pedagógica y la divulgación efectiva en el ámbito social. Esta combinación no solo enriquece la experiencia educativa, sino que también tiene la capacidad de generar un impacto significativo en la sensibilización y comprensión de temas complejos, contribuyendo a la construcción de una sociedad más inclusiva y empática.

Marco conceptual



En este capítulo, correspondiente al marco conceptual del proyecto, expondremos los ejes conceptuales sobre los que se apoya la fundamentación de nuestra propuesta, y cuyas tradiciones provienen de las disciplinas de la comunicación, el diseño y los sistemas para la interacción. Hemos ahondado en estos conceptos para ofrecer un hilo argumentativo que aporte claridad al lector acerca de los fenómenos, campos o disciplinas y términos que consolidan la exposición argumentativa de nuestro trabajo.

3.1 Divulgación de la ciencia: Acotación terminológica

Actualmente la divulgación de información científica ha traspasado las aulas, los laboratorios y demás espacios académicos para convertirse en una herramienta cotidiana que influye directamente en nuestras decisiones más básicas. Esta necesidad no se limita a grandes crisis globales: se manifiesta en acciones diarias donde la ciencia opera como un indicador invisible pero indispensable. En otras palabras, podemos aterrizar la imperante necesidad de la divulgación de la ciencia si pensamos en las decisiones y acciones más elementales en las que no resulta viable prescindir de ella porque pertenecen a la miríada de decisiones que tomamos en nuestra cotidianeidad.

Así, valorar qué tratamientos utilizar ante un estado emocional que nos impide disfrutar de la vida; cómo reaccionar cuando un hijo o menor presenta cuadros de fiebre o qué políticas relacionadas con la ciencia apoyar (Intemann, 2023) inherentemente integran un conocimiento de la ciencia de parte social. Esto es lo que señalaba, varios años antes, Luis Estrada cuando comentaba que

La ciencia tiene un amplio y profundo sentido social que hay que hacer efectivo. Hasta ahora la influencia del quehacer científico en la vida humana se ha realizado casi siempre de manera indirecta por lo que se manifiesta tardíamente y solo por sus efectos [...] El resultado ha sido que, por un lado, la ciencia parezca a muchos algo inútil y sospechoso y, por el otro, que el apoyo al quehacer científico sea accidental y pobre [...] se requiere de una mayor "actitud científica" por parte de la gente común y una mayor participación activa en las preocupaciones de la vida cotidiana (1997, p. 3).

Ante la búsqueda de términos que compaginaran la disciplina con sus alcances y propósitos, concluimos con que el campo de la divulgación de la ciencia es quizás una de las áreas sobre la que hay más debate en cuanto a los términos de denominación de campo. Se han creado vocablos como popularización de la ciencia, alfabetización científica, apropiación de la ciencia y tecnología; comunicación de la ciencia, comunicación pública de la ciencia etc. (Rocha, Massarani & Pedersoli, 2017). Al parecer, ninguno de estos términos parece abarcar todo el abanico de fenómenos que integran el campo.

Siendo así, ¿cuál es la motivación de haber elegido el término divulgación de la ciencia en vez de comunicación pública de la ciencia o popularización de la ciencia, cuando hay otras denominaciones igual de íntegras? A continuación, acotamos nuestro término central a partir de las definiciones que consideramos de mayor pertinencia.

En su obra *La divulgación de la ciencia como literatura*, Ana María Sánchez Mora reflexiona que la divulgación de la ciencia “es una labor eminentemente creativa que recrea el conocimiento científico para formar y acrecentar la cultura científica del público. La dificultad que esta labor supone proviene, en parte, del distanciamiento de las dos culturas, la científica y la humanística.” (2015, sección 9.58). Esta definición tiene el foco en la labor creativa inherente en todo proceso de transmitir conocimiento al público, sin embargo, la finalidad de “acrecentar la cultura científica del público”, es una empresa que implica, a su vez múltiples y complejas tareas, como veremos más adelante.

Romaní, Carrasco, Pariasca, Aguilar y Espinoza (2017) consideran que la divulgación de la ciencia se trata de un proceso de comunicación en doble vía. Los científicos son aquéllos que mandan, a partir de un determinado canal, el conocimiento adaptado expresamente a la idiosincrasia, contexto y nivel de comprensión del receptor. Son pues, una estrategia social que busca llevar la ciencia a todos los públicos (democratización).

Aunque la definición integra múltiples procedimientos, hoy en día no se está del todo conforme con la noción de que los científicos lleven a cabo todo el proceso sin incluir a la población como sujetos activos. Ahora bien, el hecho de que se envíe información adaptada a las particularidades de estos no significa que la reciban o se sientan atraídos por ella, de manera que parte de los nuevos estudios ponen cuidado en observar la postura que toman y cómo se comportan al recibir los mensajes.

Estos rasgos, a saber, concebir a sujetos activos y atender a la percepción que tienen ante diversas estrategias, son justo lo que se resalta en la definición de Juan Carlos Estrada, quien sostiene que la divulgación

[...] pretende es que se privilegie la posibilidad de que el ciudadano pueda ubicarse racionalmente frente a la importancia de la ciencia y la tecnología en su devenir cotidiano, y que le permita recorrer y aprovechar la porción de conocimientos que le sean necesarios, útiles, o al menos interesantes (2011, p.4).

Siguiendo con la tendencia por considerar la participación de los propios públicos, Intermann (2023) lleva más allá estas características y destaca que, en la divulgación de la ciencia, debe destacar el empoderamiento de los participantes en la toma de decisiones. Al respecto, la propuesta resalta que la divulgación debe mantener un equilibrio entre ofrecer información exacta y, al mismo tiempo ser accesible, generar interés, entusiasmo y facilitar la confianza. Estas últimas propiedades dependerán siempre del contexto al que se apliquen las estrategias.

En este trabajo, sin embargo, hemos considerado integrar y tomar como referencia, la conceptualización de divulgación de la ciencia que realizaron Burns, O'Connor, y Stocklmayer (2003). Su proceso consistió en la revisión de algunos de los modelos y conceptos más importantes que circundan o están relacionados con el término divulgación de la ciencia: entendimiento público de la ciencia, conciencia pública de la ciencia, literacidad científica, cultura científica, etc. Sopesando los objetivos principales de cada término, deciden omitir las limitaciones de cada uno e integrarlos en una sola definición:

La comunicación de la ciencia puede ser definida como el uso apropiado de habilidades, medios, actividades y diálogo para producir una o más de las siguientes respuestas personales a la ciencia: Conciencia, incluyendo familiaridad con nuevos aspectos de la ciencia. Disfrute u otras respuestas afectivas, por ejemplo, la apreciación de la ciencia como entendimiento o arte. Interés, como evidencia del involucramiento voluntario con la ciencia o su comunicación. Opiniones, formación, reformulación o confirmación de actitudes hacia o relacionadas con la ciencia. Comprensión de la ciencia, su contenido, procesos y factores sociales. La comunicación de la ciencia puede comprender practicantes, mediadores y otros miembros del público en general, así como colaboraciones para a par entre grupos (2003, p. 191).

En resumen, consideramos el término de divulgación de la ciencia en consonancia con los continuos refinamientos conceptuales, la amplitud del término que hace partícipes a otras áreas derivadas, y con la presencia en cuanto a los estudios que poseen. La definición de Burns, O'Connor y Stocklmayer y sus conceptos fundamentales sin necesidad de seccionar las tendencias y los focos de atención de cada modelo, más bien, las ubica en un nuevo sistema integrador.

3.2. Cambio de paradigmas: transición de modelos en la divulgación de la ciencia

Según lo expuesto en la última definición, las reflexiones de lo que compete a la divulgación de la ciencia no sólo han cambiado en cuanto a su definición, sino que, diacrónicamente, a partir de los hechos sociohistóricos y socioculturales, se han modelado sus prácticas, fundamentos y funcionamiento, lo que ha ocasionado que los postulados que sirven de directrices para el ejercicio de este campo se reformulen continuamente.

Previo a la exposición de los modelos más conocidos en torno a la divulgación de la ciencia, hemos de delimitar en este estudio el concepto de este término. René Thom, en su obra *Estabilidad estructural y morfogénesis*, utiliza modelos para representar sistemas complejos en la naturaleza y sus posibles comportamientos (1989).

Por su parte, la Universidad de Valencia, los modelos son representaciones de determinados objetos que sirven para facilitar el tratamiento, análisis y entendimiento del objeto o fenómeno que representan. A nivel teórico, son sumamente relevantes, pues abstraen las características y relaciones cruciales sin afán de representar todo el objeto de estudio (Universidad de Valencia, s.f.). En consonancia con esta descripción, se anexa la dada por la Real Academia, que describe el modelo como un esquema teórico, de un sistema o realidad compleja que se representa para facilitar su comprensión y su comportamiento (RAE, 2024).

Para comprender más a fondo algunas tecnologías inmersivas, Joan Santacana I. Mestre y Carolina Martín Piñol, definen el modelo como representaciones simplificadas de la realidad (2010). Los modelos se construyen cuando queremos representar a escala de laboratorio sistemas físicos de gran complejidad con la finalidad de analizarlos.

Así pues, las propuestas explicadas a continuación se han definido como modelos, y comprenden las cualidades y objetivos que la divulgación de la ciencia ha destacado como prioritarias atendiendo a contextos y nuevas necesidades identificadas en la sociedad.

El primer modelo, *Public Understanding of Science* (PUS)¹ o, en español, Comprensión crítica de la ciencia en público (CUSP), establece que la divulgación de la ciencia tiene un carácter multidimensional y contextual, pues reconoce que la ciencia no establece una comunicación netamente unidireccional de la comunidad científica a la población. El objetivo fundamental de la comunicación pública de la ciencia es la comprensión de cuestiones científicas por gente no experta (Burns, O'Connor, & Stocklmayer, 2003; Kessler, Schäfer, Johann & Rauhut, 2022; Sánchez Mora, Reynoso-Haynes y Sánchez Mora, 2015). En este sentido, la propuesta del PUS es eliminar el vacío de conocimiento que impera en las personas que no son expertas.

Trabajar bajo los supuestos de este modelo, cuyo auge se dio en la década de los noventa, implica un entendimiento completo de contenidos científicos en su forma más general (la práctica de la literacidad): desde la comprensión de fenómenos de la naturaleza (en el caso de la dislexia, la sintomatología, su etiología, etc.), los métodos científicos (por ejemplo, las herramientas de evaluación correspondientes a diversas disciplinas y su pertinencia) y estar informados sobre los avances científicos más actuales (los nuevos trabajos que se publican en diferentes bases de datos, etc.).

1. Según reportes, el término inició en 1895 por un informe de la Royal Society a favor de la ciencia. Este modelo también se denomina “modelo de déficit” por su tendencia a concebir una falta de asimilación de la ciencia en la población.

Sin embargo, otros académicos consideran inadecuado este modelo, al puntualizar que el conocimiento que se pretende comunicar es trabajo propio de la comunidad científica, mientras que dejan al público en calidad de “receptores de información” (Alcibar, 2015; Trench, 2008), a pesar de que entre sus supuestos reconocen lo contrario; visto desde ese ángulo, y aunque no de forma explícita, aceptan una especie de jerarquía, en donde la información corre por cuenta del gremio científico. Tampoco hay acuerdo pleno en que la ciencia se vea como una “caja negra” o como una serie de leyes o fenómenos perfectamente estipulados e inamovibles, ya que esto supone un prejuicio más profundo: desconocer cómo funciona el proceso científico en sí (Estrada, 1992).

Desde el ámbito comunicativo y pedagógico, podemos decir que el modelo PUS trabaja bajo el esquema positivista de alfabetización y toma como referencia el modelo comunicativo más elemental sobre la comunicación, esto es, un modelo unidireccional, lineal y simple, que podríamos asemejar al modelo matemático establecido por Shannon y Weaver.

Lo anterior también ha recibido críticas, puesto que no integra toda la complejidad de situaciones y circunstancias que rodean las diferentes comunidades (Alcibar, 2017). Este modelo, pues, no representa la totalidad de lo que queremos abarcar en el proyecto, dado que consideramos el contexto y la historia de vida del público, como parte del diagnóstico previo y paso imprescindible para el diseño de nuestra exposición.

A principios del presente siglo, se formuló y reforzó un segundo modelo que interpretaba la ciencia y retomaba el principio de incorporar y tomar en cuenta al público. El modelo se denomina como *Public Engagement of Science* (PES) o Modelo de compromiso público de la ciencia. Este modelo articula a la ciencia, a sus miembros y a la sociedad. En este paradigma, varios preceptos se replantearon: de la comunicación al diálogo; de la ciencia a la sociedad, a la ciencia en sociedad. “Establecer un diálogo entre ciencia y sociedad, y posibilitar la participación de personas no científicas se conviertan en sujetos activos de fundamental de la divulgación de la ciencia [...] La divulgación de la ciencia se convierte en un proceso entre iguales” (Heike Kessler y Schäfer, 2022).

Debido a que ese modelo se focaliza en los vínculos que la gente establece con todas las actividades de la ciencia y su labor en sí, parte de los trabajos de PES se enfocan en investigar esas estrategias para incentivar el interés y el compromiso (Alcibar, 2017). Una de las conclusiones a las que se ha llegado, es la pertinencia de incluir políticas públicas y reportes gubernamentales (Horts, Davies e Irving, 2017) para delinear áreas de acción que de verdad sean significativas y promuevan en el público la inclinación a ahondar más sobre fenómenos científicos. De igual forma, si ampliamos lo que conlleva convertir a la ciencia en un proceso entre iguales para el público, también estamos aceptando los ciudadanos logren tomar decisiones por cuenta propia a partir de la apertura de su criterio y diálogos activos con la comunidad científica².

Si hacemos una comparación con un modelo comunicativo, como lo hicimos con el modelo PUS y la equivalencia del modelo de Shannon y Weaver, observaríamos que esta propuesta equilibraría la balanza de la situación comunicativa, al plantear un modelo bidireccional a través de la disminución o igualación de jerarquías entre emisores y receptores. Por lo tanto, se podría abrir un canal horizontal, y donde necesariamente se incluya la diversidad de contextos y entornos. Podemos decir que, en este sentido, el modelo PES concuerda con nuestra propuesta en cuanto a tomar las historias de vida de como un factor decisivo en la aproximación y el enfoque que demos del museo.

Se han ideado otros modelos que pueden localizarse en una u otra punta de las escalas: modelos que tienen un propósito regulador y centralizado por las instituciones académicas tradicionales, y otros más que fundamentan su propósito en un primer acercamiento consciente en la sociedad hacia la ciencia.

En el primero de los casos y uno de los más recientes es la Comunicación estratégica de la ciencia o *Strategic Science Communication* (Heike Kessler y Schäfer, 2022). Este modelo va de la mano con la necesidad de las academias y los científicos por legitimarse. Entre sus propósitos está el tender puentes estratégicos sobre imagen y difusión con las instancias públicas y científicos independientes. Nótese ahora que este último modelo, si bien es el más reciente, pareciera que vuelve a centralizar el tema de la divulgación como un constructo que debe crearse y regularse por las instituciones.

Del otro lado, el más laxo para algunos autores, ubicamos el modelo *Public awareness of science* (PAS) o apreciación pública de la ciencia (Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003), formulado en 1999 por Gilbert, Stocklmayer y Garnet en 1999. El fundamento del PAS es sostener un conjunto de actitudes positivas hacia los contenidos científicos y tecnológicos. Dichas actitudes positivas se evidencian por un conjunto de herramientas e intenciones de comportamiento. Así pues, este modelo se interesa por las actitudes que el público tenga hacia la ciencia.

Hay, sin embargo, opiniones duras sobre este modelo. Alcívar, por ejemplo, critica su nivel contemplativo, en el cual no hay contenido científico que el público pudiera entender. Al igual que el modelo PUS, los detractores de este modelo destacan que nuevamente el científico se vuelve una figura de autoridad y que ésta es unidireccional debido a los propósitos que persiguen. Coincidimos, sin embargo, en que este modelo rescata el rasgo más alcanzable y de menor complejidad a manera de un primer contacto con la sociedad: poseer conciencia o, por lo menos, una actitud de apertura a los contenidos científicos.

2. Hay autores que llevan más allá a este modelo y explican que el gobierno intenta desarrollar estas estrategias de acercamiento y conexión con la sociedad para conformar comunidades mucho más participativas, no sólo en la toma de decisiones, sino en el desarrollo de la ciencia por su misma cuenta. Así, se han creado términos como *institutional purposes of engagement* (propósitos institucionales de vinculación) y *citizen science* (ciencia ciudadana) (Horts, David y Irwing, 2017). En nuestro caso evitaremos ahondar en esta otra submodalidad a fin de acotar los temas y proseguir con la explicación de otros modelos.

Observando la separación que hay entre estos campos, a principios del siglo XXI, y como parte de una reformulación de la acepción Burns, O'Connor y Stockmayer integran las características de varios modelos y tendencias anteriores para conformar un modelo cuyo nombre recrea la analogía de las vocales: AEIOU. Cada una de las siglas representa un proceso o actividad crucial de divulgación, y que identificamos previamente y de manera aislada ya sea en la definición del término, o en el análisis de modelos PAS, PES, PUS que hicimos. A continuación, explicaremos cada cualidad y proporcionaremos la justificación de los autores.

La primera cualidad, *Awareness* o apreciación (representado por la letra A) es una condición requerida para cualquier otro proceso en cuanto a la labor de divulgación, pues forja un primer vínculo de comunicación. El rango de interés que se busca alcanzar puede ir desde exponer simplemente a los participantes a algún nuevo aspecto de la ciencia para inspirarlos, hasta vincularlos a niveles más complejos de literacidad, como se explicará en los párrafos siguientes.

La segunda cualidad es *Enjoyment* o disfrute (representado por la letra E). Muy cercano a la experiencia de usuario, la fruición provoca una predeterminación y actitudes positivas hacia cualquier aspecto del campo. Por sí sola, esta concepción no sería aceptada en su totalidad al considerarse parcial entre todas las actividades que envuelve la divulgación. Su gradación puede ir, desde el simple incentivo o gusto por un área (el arte, por ejemplo) hasta la inclinación de sumergirse en contenidos más específicos o la resolución de problemas.

La tercera cualidad surge cuando las dos actitudes anteriores han surtido efecto: El interés (representado por la letra I). El interés, junto con el disfrute, es una de las causas que hace que la divulgación gane más adeptos, según el editor de la revista *Nature* (1995 citado en Burns, O'Connor y Stockmayer, 2003). Para lograr este propósito, el diseño innovador de actividades y su enfoque a públicos estratégicos es crucial.

La cuarta cualidad, la opinión (representada con una O), va escalando en cuanto a complejidad de objetivos. Esta habilidad esperada del público compagina más con otros modelos, como el PUS, ya que éste supone que la diversidad de información científica es percibida, apreciada y valorada positiva o negativamente según los esquemas mentales del público. Forjar o cambiar una opinión es un proceso complicado que ocurre cuando se detonan ciertas expectativas: a) se reta la comprensión de la persona; b) si hay retos relevantes, destacados o atractivos acorde con las creencias de la persona, y c) cuando hay alguna conveniencia por la cual abandonar la antigua creencia, o bien, conformar. Por ejemplo, utilidad, confianza o mejoramiento del control de una situación.

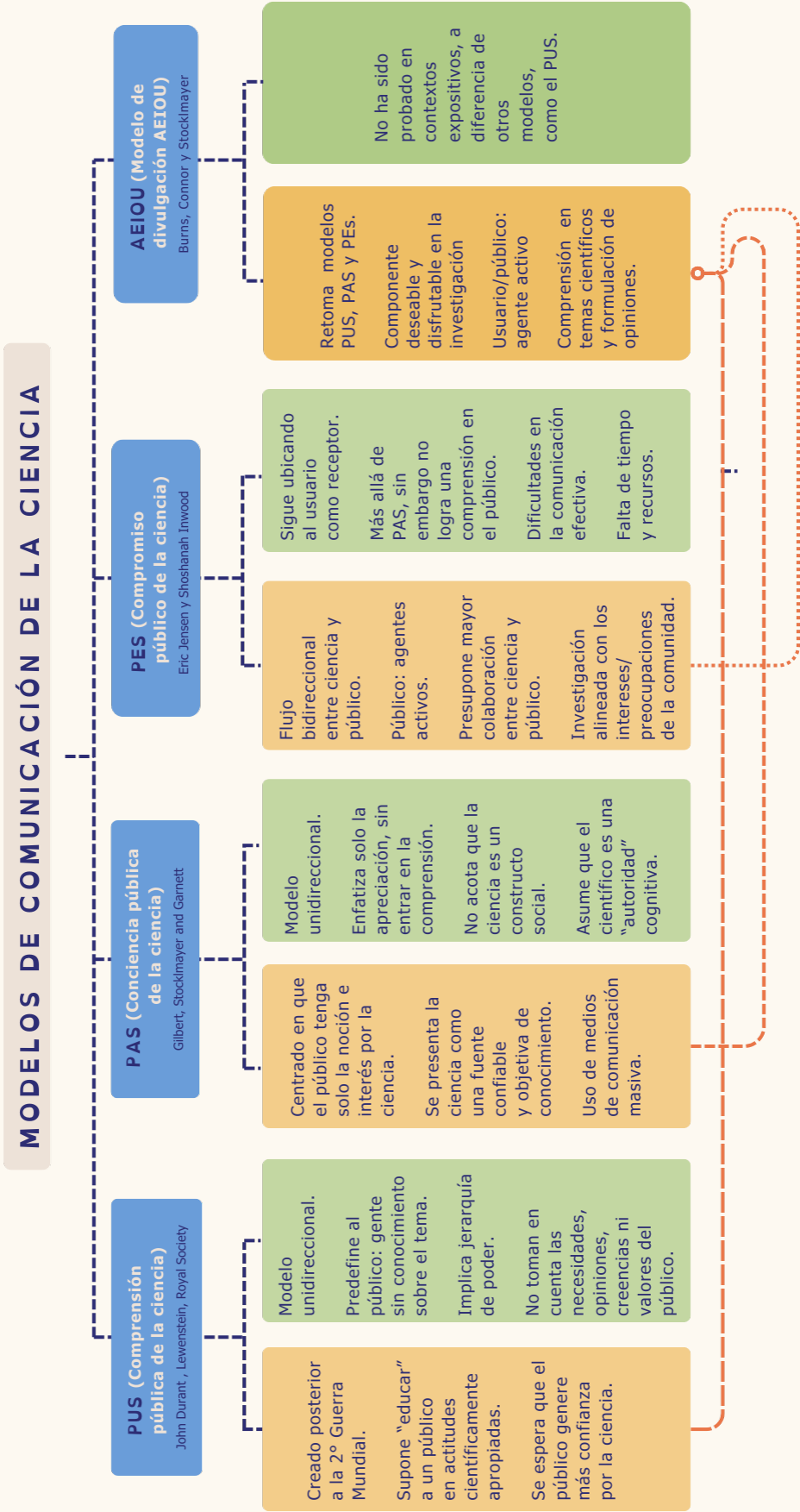


Figura 3.1. Diagrama con características de modelos de la divulgación de la ciencia. Nótese que la propuesta de Burns, Connor y Stockmayer reúne las características más sobresalientes de modelos precedentes con el fin de ofrecer, a nivel teórico, una propuesta más amplia, pero más integral, al considerar todas las fases de la divulgación.

Es así como llegamos al último punto, *Understanding* o entendimiento de la ciencia, uno de los últimos pilares de los objetivos de la divulgación científica que se retoma del modelo PUS. A grandes rasgos, implica que el público comprenda el contenido científico, sus procesos e inclusive, los factores socioeconómicos inherentes en el desarrollo de los mismos. El término entendimiento implica que el público también desarrolle empatía con los procesos científicos, entendiendo que no todos los contenidos son definitivos y que la experimentación es un proceso largo y de constantes reformulaciones; finalmente, otro de los objetivos esperados son que la sociedad sea capaz y esté abierta a establecer contacto horizontal (colaboración) con el mismo equipo de divulgación a través del diálogo y el intercambio de opiniones.

Este último modelo integrador de la analogía vocálica nos parece ideal al momento de plantear nuestra propuesta, pues considera desde los modelos menos pretenciosos a los que mayor dificultad suponen; objetivos que podríamos identificar con estudios propios de la experiencia de usuario, hasta mayores habilidades en cuanto a la integración y participación de los usuarios en la ciencia.

Pongamos a modo de ejemplo el proceso de pruebas de la exposición. Durante la etapa de evaluación, si tomáramos otro tipo de modelos convencionales como el PAS y el PES, no alcanzar los objetivos planteados comprometería el modelo mismo del que nos estamos apoyando. Esta integración conceptual, por el contrario, es fácilmente escalable y, por ello mismo, el desarrollo de nuestras exposiciones puede modularse conforme a los continuos refinamientos realizados. A manera de sumario, integramos en la [Figura 3.1](#) los modelos explicados anteriormente.

3.3. Estrategias de divulgación de la ciencia

Hace apenas poco más de una década, Luis Estrada explicaba los canales clásicos o tradicionales para la divulgación científica: las charlas y seminarios públicos, revistas de divulgación y exhibiciones museísticas. El académico se dedicó a exponer sucintamente ejemplos de lo que cada medio abarcaba:

[...] De las primeras, se han derivado muchas variantes, siendo la más conocida, la “mesa redonda” [...] Las revistas tienen la ventaja de fijar el mensaje [...] muy relacionados con este medio de divulgación están los libros [...] Los museos, que tomados en un amplio sentido incluye a los planetarios, los zoológicos, los acuarios y los jardines botánicos [...] (p. 4).

Como podemos observar, aunque en sus inicios las estrategias de información se presentaban de manera jerárquica, con modelos lineales que no consideraban la recepción de dicha información, en la actualidad, con el aumento y abundancia de conocimientos que recibimos y compartimos (sean o no fidedignos) a través de diversos canales, se busca fomentar el diálogo entre la ciencia y la sociedad (Bucchi & Trench, 2021). Uno de los tantos enfoques efectivos para lograr esto implica que el conocimiento sea relevante, claro, conciso y cautivador.

Antes que nada, es pertinente resaltar la diversidad de métodos destinados a dar a conocer dicha información al público objetivo. Estos métodos incluyen entrevistas, conferencias, debates, la publicación de artículos científicos en revistas tanto físicas como digitales, blogs, páginas web y, más recientemente, las redes sociales; cada uno de estos métodos tiene un alcance y propósito particular; por ende, cuentan con una estrategia específica.

Para Carmen López Ferrero y Daniel Cassany, la ciencia “circula en la sociedad a través de canales establecidos que detectan los problemas y necesidades de la población”. (López-Ferrero, Cassany & Martí, 2000). En este contexto, es fácil comprender por qué resulta crucial seleccionar el canal apropiado para transmitir la información necesaria a la población. Esta afirmación encuentra respaldo en la perspectiva de José Seguí Simarro y colaboradores, quienes conciben la divulgación como el acto de “transmitir avances, ideas, hipótesis, teorías, conceptos, y en general cualquier actividad científica o tecnológica a la sociedad, utilizando los canales, recursos y lenguajes adecuados para que ésta los pueda comprender y asimilar.” (Seguí Simarro, Poza Luján & Mulet Salort, 2015). Así, aunque es innegable la imperatividad de divulgar la ciencia, también es esencial hacerlo acorde al público objetivo, para que este pueda comprender y asimilar los nuevos saberes y así desarrollar aprendizaje sobre un tema dado.

Diversas instituciones universitarias han optado por una amplia variedad de métodos para divulgar el saber científico. Por ejemplo, algunas universidades en México han elaborado procedimientos internos que comprenden fases de estrategias con un enfoque más práctico como el análisis, elaboración, ejecución y evaluación del proyecto. En otros casos, como el de la universidad de Antioquía en Colombia, se opta por el museo móvil para la divulgación de la Paleontología, estructurando la realización del proyecto en tres etapas: diseño, ejecución y evaluación.

Para resumir, en este apartado destacamos la pertinencia de la divulgación de la ciencia hacia el público y enfatizamos la pertinencia de seleccionar medios apropiados y así maximizar la eficacia de la información transmitida. Esto implica conocer y comprender el perfil público al cual se pretende alcanzar.

3.4. Épocas de transición de las exposiciones

En su libro *Exhibition as research* (la exhibición como proceso investigativo), Peter Bjerregaard sostiene que el significado de la exposición concebida como el producto de una deconstrucción acorde a las nuevas necesidades de la sociedad comenzó en las décadas finales del siglo XX (2020). La motivación radicaba en una crítica directa hacia los museos convencionales los cuales, por una parte, imponían, deliberadamente, cómo debía organizarse la información cultural de otras sociedades. Por otra, que generalmente funcionaban como una manera ideal de representar conocimiento, mas no se preocupaban de cómo dar a conocer dicho conocimiento. Era un instrumento meramente estático y contemplativo.

Así, acorde a los métodos positivistas de la época, la exposición era un repositorio de objetos ordenados rígidamente y sin más información que su materialización en sí “demostrando una fuerte creencia en la capacidad informativa de los objetos por sí mismos, se esperaba que su mera contemplación fuera suficiente para entenderlos [...]” (García, p. 38).

Fueron las guerras mundiales, los primeros congresos y los avances sociales los que evidenciaron una nueva necesidad que las exhibiciones necesitaban cubrir. Por un lado, la Guerra dejó sentada la necesidad imperante de parte de la sociedad, más crítica, que buscaba una resignificación de la información o conocimientos importantes, pero sin exponerse a una dificultad intelectual excesiva. Por otro lado, la alfabetización universal llegaría a ciertas regiones pocos años después, lo que habilitó una exigencia que no se satisfacía con los viejos modelos expositivos. En los albores de la segunda mitad del siglo XX, poco después de la Guerra, surgió el *International Council Museum* (el Consejo Internacional de Museos o ICOM por sus siglas en inglés), que guió estudios y proporcionó reestructuraciones y lineamientos internacionales para los museos.

De parte de los congresos y organizaciones, la encuesta sobre las exposiciones realizada en Francia, y el Congreso organizado por la Oficina Internacional de Museos en los años treinta abrieron el debate sobre una reestructuración en ver las exposiciones como un medio de educación social, así como sus primeros pasos hacia el diseño de exposiciones a partir de los requerimientos de los diferentes públicos: “[...] en estos años [...] se pasó de considerar la conservación como tarea prioritaria a organizar el museo con vistas a participar en la tarea educativa, haciendo de la exposición, un medio preferido para la difusión” (García Blanco, p. 42).

Otro hito que merece ser registrado en nuestro trabajo son las contribuciones de los museos ingleses. Ellos reformularon gradualmente la misión de los museos como centros de educación para adultos mayores de escasos recursos. La autonomía del visitante, que por fin podía prescindir de visitas guiadas fue otro logro de los museos en los años sesenta. Otro paso positivo, venido de la mano con la innovación en los años cincuenta, fue la creación de museos temporales. Una encuesta hecha por la revista *Museum* arrojó resultados positivos por parte de los visitantes.

Durante los años 80 las reorganizaciones en exposiciones se centraron en dos aspectos: por un lado, desescolarizar los museos en pro de brindar atención al resto de los visitantes; por otro, buscaban dinamizar los museos para brindarle más contenido al usuario. En sintonía con estas nuevas reestructuraciones, por estos años se creó una nueva sistematización de espacios y objetos: la ordenación ecológica, un modo de ordenamiento que propone exponer juntos los objetos que inicialmente deberían- dada su historicidad y su contexto original. También se empezaron a prestar atención a otras cuestiones de diseño: diseño de recorridos y medios gráficos, visuales, auditivos y audiovisuales.

Otra de las transiciones más importantes que se le ha dado a la exposición es su consideración como un espectáculo desde finales de los 80. Estas nuevas tendencias buscaban poner a la par información y diversión o, cuando menos, el entretenimiento. Gran cantidad de disertaciones giran en torno al desafío y las apuestas de ofrecer a los visitantes no sólo educación y patrimonio cultural clásico, sino también experiencias sociales y comerciales. Esta última actividad está íntimamente relacionada con la apuesta por el entretenimiento, a juzgar por los servicios de *marketing* y la apreciación por conectar con el acervo cultural que proporcionan los objetos, pero ahora desde experiencias mucho más estimulantes en todos los sentidos.

Hoy en día, se vive una “mundialización” del museo, y junto con ella, una deconstrucción de las exposiciones. Es evidente que las nuevas tecnologías se han encargado de pulir aspectos esenciales como las narrativas o la ecología (cohesión) de las presentaciones. Prácticamente, las tecnologías inmersivas se han convertido en una condición obligada para crear las nuevas experiencias, mismas que detonarán el interés, las actitudes positivas de los visitantes y, por ende, una forma más eficaz de que el usuario se haga consciente de la información expuesta.

Las exhibiciones interactivas y dinámicas se han convertido en una técnica indispensable en las exposiciones didácticas, mientras que la audio-animatrónica se ha introducido en el ámbito de las exposiciones evocativas. Sin embargo, la perfección de estos dos enfoques ha llevado a un desarrollo en el diseño de exposiciones en dirección opuesta. Este desarrollo a veces se conoce como 'nueva museología'. (van Mensch, 2003, p. 10).

3.5. La exposición: definiciones

Los términos exposición y museo están estrechamente relacionados en lo que se refiere a su uso. Conforme al estado del arte realizado sobre exposiciones con realidad virtual y aumentada, concluimos que ambos suelen utilizarse de manera prácticamente indistinta³. Ángela García Blanco (1999) y Alonso García Fernández (2010) destacan que, si bien puede aplicarse en otros ámbitos como bibliotecas, archivos, bancos, etc., la exposición ha sido ligada casi exclusivamente a los museos. En este sentido se ha definido sucintamente a las exposiciones como “el instrumento de comunicación exclusivo del museo” (EVE, 2020). En las siguientes líneas expondremos las definiciones dadas a la exhibición de acuerdo con la orientación y las características que enfatizan en sus definiciones.

Comencemos por exponer aquéllas que destacan la función comunicativa de la exposición. En su obra, *¿Cómo enseñar una exposición?*, Esteban Macique Sánchez define la exposición como un “discurso razonado de objetos que discurre según el tema y de una manera, concebido para la comunicación y la interacción con el público” (2018, p. 35). Los contenidos y temáticas de las exposiciones trascienden con mucho los límites artísticos, pues éstos pueden ser científicos, literarios, técnicos, culturales, etc. Otro aspecto central en la definición es que sirven como principal medio de comunicación pública.

Una exposición es hablar de un recurso vivo, ya que, en primera, es multiforme. En segunda, expone Macique, la vitalidad la recibe a partir de la interacción que el usuario tenga con ella. Por tanto, la “atracción” que potencialmente se produzca, depende de la concepción y la realización con respecto al visitante.

Este autor retoma las reflexiones de García Blanco, autora que también concibe a la exposición como receptor y al mismo tiempo, medio de comunicación de información:

3. En las diversas bases de datos consultadas, utilizamos las palabras clave *exhibitions* OR *museums*. De manera unánime, los resultados aparecían bajo la denominación de *museum*. En un filtrado cualitativo pudimos concluir tres aspectos esenciales: 1) Los artículos no realizaban una disertación entre museos y exhibiciones. 2) Los artículos no dedicaban tiempo en la introducción a fundamentar por qué referían museo o exhibición, pues les interesaba más el estado del arte y el desarrollo de su metodología. 3) Múltiples artículos seleccionados, si bien no tenían en el título *exhibition*, sí utilizaban el término a lo largo del documento; además, el desarrollo de su proyecto, conceptualmente era afín a *exhibition*, por lo que varios de ellos fueron tomados como referencia para el marco conceptual.

Para nuestro proyecto, resaltamos la definición de García Blanco: La exposición [...] se la concibe como un espacio de significados, como un soporte de información; en definitiva, como un medio de comunicación en el que el espacio expositivo, es al mismo tiempo canal y espacio de interacción entre los visitantes y la exposición [...] la exposición va a quedar definida como un medio para divulgar conocimientos científicos: dar a conocer descubrimientos o nuevas aplicaciones tecnológicas; provocar cambios de actitud sobre los problemas de la comunidad, de convivencia, sanidad, higiene, etc. (p. 46).

Otros autores enfatizan que el museo es el resultado del trinomio objetos- significación- comunidad. Esto es, que ponen atención a cómo, a raíz de los objetos que se exponen, éstos pasan a ser cúmulos de significación que hacen conectar a la comunidad con su acervo cultural. Marc Maure, con una nueva visión de lo que el nuevo museo debía significar, cataloga la exposición como un método, uno de los más importantes instrumentos de diálogo y concienciación que dispone el museólogo con la comunidad (Maure, 1996). Jean Davallon (1996) alinea su definición en este sentido: considera que las exposiciones muestran un patrimonio cultural significativo a una comunidad (generalmente, el público) a través de los objetos. Para Davallon, los objetos mostrados se vuelven prácticamente actantes que están sujetos al escrutinio y al discurso social. La exposición oficializa la cultura del público.

También, Luis Alonso Fernández e Isabel García Fernández (2010) reflexionan que el término "exposición" significa la presentación pública de objetivos de interés cultural. Técnicamente, la exposición muestra un conjunto de cierto número de objetos de valor cultural y de interés para el público, sin importar cuáles sean esos motivos de interés y qué variedad posean.

Con todo, hay autores que guían la definición de exposición en su sentido más literal: el producto de un museo para presentar objetos. Pam Locker, acuña un término que separa el factor "público, comunidad" y se limita a proporcionar un acercamiento que integra los componentes tangibles materiales de los que se compone la exposición. Así, una exposición es cualquier combinación organizada de objetos, información en gráficos, tipográficos y formas audiovisuales, estructuras de soporte y recinto diseñado para comunicar.

Finalmente, hay definiciones que concuerdan con todas las acepciones dadas anteriormente. El Comité Internacional para la Museología, ICOFOM, también da preponderancia a la exposición como una acción y efecto de mostrar. Desde su juicio, la exposición es una forma de representar los objetos, empero más que eso, es la presentación de resultados de dicha exposición. Visto desde ese ángulo, ICOM mantiene un significado clásico de lo que es una exhibición, la sujeción institucional (muy allegado a modelos como la *Strategic Science Communication* [Comunicación estratégica de la ciencia]) y la centralidad de los objetos. Sin embargo, gradualmente va anexando las nuevas dimensiones de lo que el término significa, y pasa, de lo meramente descriptivo, a considerar la participación de los usuarios.

La exposición, entendida como continente o como lugar donde se expone [...] no se caracteriza por su arquitectura, sino por el lugar en sí mismo. Cuando la exposición se presenta como una de las características fundamentales del museo constituye un campo mucho más vasto, puesto que puede ser montada por una organización lucrativa o no; puede estar organizada en un lugar cerrado, pero también al aire libre [...] Desde esta perspectiva, el espacio de exposición se define no sólo por su continente y por su contenido, sino también por sus usuarios -el público visitante- es decir las personas que entran en ese espacio y participan de la experiencia global junto a otros visitantes. El lugar de la exposición se presenta, así como un espacio específico de interacción social, susceptible de ser evaluado. (Desvallées y Mairesse, 2010)

En la Figura 3.2 presentamos de modo esquemático las definiciones de la exposición, según el foco de interés y autores.

Como hemos podido apreciar, una primera diferenciación entre la exposición y un museo es la naturaleza comunicativa de la primera. Es la comunicación o la intención de transmitir un mensaje, significado o contenido detrás de los objetos y textos (orales o escritos) representados es lo que define a la exposición (García Blanco, 1999). Nuestro proyecto se alinea con la definición que está centrada en su rol comunicativo y, en específico, con los preceptos del modelo de comunicación AEIOU ya que *per se*, nos importa crear un medio de comunicación cuyos mensajes y discursos sean inteligibles; que sea latente; que provoque interés, fruición, compromiso con el tema, y que desencadene un proceso de aprendizaje y reflexión en los visitantes.



Figura 3.2. Definiciones de la exposición de acuerdo con sus características y autores. El primer círculo lo integran aquellos centrados en su rol comunicativo; el amarillo, integra la importancia de los objetos como actantes cargados de significación cultural para una sociedad; el tercero destaca la exposición como el producto o la acción de mostrar objetos para un público determinado.

3.6. ¿Qué ofrece la exposición interactiva? Una apuesta a la divulgación del conocimiento y el aprendizaje

Tal como se expuso en el apartado anterior, uno de los objetivos desarrollados en nuestro modelo de divulgación de la ciencia es incentivar o desencadenar interés y compromiso en el público para detonar un proceso paulatino de interés, conocimiento en el público y, de ser posible, llegar un primer nivel de visibilización de la dislexia. Este proceso resulta ser afín a los objetivos que busca una exposición, pues justo por ello ésta ofrece experiencias que transformen y amplíen la conciencia, el interés y la valoración de los visitantes sobre ellos y su mundo (EVE, 2020).

En este trabajo vemos al museo y las exposiciones menos como una forma de organización cultural y más como una forma de educación (aprendizaje) no formal a través de la interacción, el espacio, las narrativas y prácticamente la posibilidad de abordar cualquier temática. Sin embargo, deseamos tratar brevemente la interactividad como un recurso crucial en toda actividad expositiva debido a su protagonismo en el proceso de enseñanza.

Antes de continuar, resulta obligado ofrecer una definición sobre el término. A pesar de que en el ámbito de sistemas para la interacción hay una gran cantidad de definiciones, nos gustaría enfatizar cómo se concibe ésta desde la comunicación. Así, la interactividad, en palabras de Alejandro Bedoya es "la capacidad del receptor para controlar un mensaje no lineal hasta el grado establecido por el emisor, dentro de los límites del medio de comunicación asincrónico" (citado en Santacana I. Mestre, 2010). Más adelante analizaremos esta definición.

Sharon Macdonald (1995), reconoce que una exposición brinda elementos interactivos novedosos como pocos medios lo pueden hacer. Por su parte, Lucija Andre, Tracy Durksen y Monique L. Volman (2017), consideran las exposiciones (y en general los museos) como una "feria educativa" con múltiples objetos y actividades para la exploración y descubrimiento.

Tales actividades y posibilidades no se podrían replicar en un entorno de educación formal (escuelas)⁴. Paradójicamente, las exposiciones interactivas tienen fundamento en modelos educativos, como el constructivismo de Piaget (Eve Museos, 2018). Las exposiciones poseen miríadas de materiales e instrumentos sumamente ricos, creativos y útiles que no pueden ser replicables en una clase convencional (Andre, Durksen y Volman, 2017). Más aún, las exposiciones de carácter interactivo son prácticamente la nueva realidad debido a su utilidad:

4. La consideración de la exposición como forma de educación no formal o formal es debatida por diversos autores. Nosotras consideramos la exposición como educación no formal, ya que su contenido no es fortuito, sino que lleva un alto grado de planificación, aprendizajes esperados, sistematización y calendarización de tiempos.

Las [exposiciones] interactivas también se consideraban educativas, por supuesto, y nuevamente presentan una visión particular de la ciencia. En las exhibiciones interactivas se anima a los visitantes a participar, en lugar de ser espectadores pasivos, y esto fue explícitamente visto por el equipo como un elemento adicional para eliminar algunas de las barreras alrededor de la ciencia (Macdonald, 1996).

La **Tabla 3.1** muestra un listado de ventajas y desventajas de la exposición en tanto entorno de conocimiento y divulgación.

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de una exposición interactiva?

 Ventajas	 Desventajas
Juegan un papel importante en la comprensión pública de temas científicos importantes o útiles. Dotados de interactividad que otros medios no podrían brindar. Brinda múltiples tipos de interactividad acorde a distintos públicos (jóvenes, adultos). Desafía los modos de representación convencionales de la ciencia. Plantea narrativas de forma innovadora, apropiándose de historias, objetos y tecnologías. Tienen potencial de concebir al visitante como tomadores de decisiones activos.	Estereotipados con denominativos desfavorables: aburrido, viejo, etc. Alcance de público más acotado, a diferencia de redes sociales o medios de comunicación masiva. Presupuesto y recursos limitados: espacio y duración de la exposición. Selección de contenidos o información más minuciosa, debido a la limitación de recursos. Algunas actividades con interactividad exigen la presencia o mediación de ayudantes.

Tabla 3.1. Ventajas y desventajas de la propuesta expositiva.

Concluimos que la interactividad (aunado a la inmersión) es crucial para desplegar una serie de estrategias orientadas al compromiso a la comprensión o aprendizaje, y al reconocimiento de los contenidos protagonistas de una exposición (Scheider y Cheslock, 2003), propósitos que se corresponden simétricamente con los procesos de divulgación de la ciencia *engagement, understanding y awareness* (compromiso, comprensión y apreciación respectivamente). Con todo, hay otras puntualizaciones importantes con respecto a dicho término en una exposición. La interactividad es un eje que conecta su carácter comunicativo, su relación con los medios, el del museo y la participación del visitante, estos rasgos concuerdan con la definición dada párrafos anteriores, y deben clarificarse a mayor detalle.

1. La interactividad no es exclusiva del público infantil.

Comencemos por reiterar que la interactividad es una forma de conocer y explorar. Esta forma de aprender, empero, ha sido asociado más a un público infantil que al adulto, cuando podríamos decir que es igual de viable para ambos (Santacana I. Mestre y Martín Piñol, 2010).

2. La interactividad sólo se da en un medio de comunicación⁵.

Con todo, estos medios de comunicación no deben ser lineales, es decir, no deben tener únicamente un flujo de información unidireccional y prolongadamente continuo, ya que eso restaría posibilidad de elegir al visitante (Santacana Imestre, Martín Piñol, 2010).

3. Para que haya interactividad, estos medios deben ser sincrónicos.

Es decir, deben poder usarse en cualquier momento. Así, por ejemplo, medios como la televisión o la radio no serían considerados interactivos.

4. Libertad de elección: una condición obligada para los participantes.

A diferencia de los medios anteriormente mencionados (televisión, radio) y que podemos confrontar claramente con la interacción en estos contextos, sostenemos que los visitantes se beneficiarán al elegir y decidir qué partes del mensaje quiere atender o llaman su atención y cuáles no.

5. La libertad de interacción tiene un límite.

Por supuesto, al poner sobre la mesa el papel de tomador de decisiones, estamos debatiendo, al mismo tiempo, hasta qué punto tendrán éstos la libertad de elegir; todo depende de los límites del medio mismo. En nuestro proyecto, la exposición supondría una serie de contenidos limitados y filtrados previamente por las emisoras (miembros del equipo), asimismo, el visitante tendría que aprender por tiempo limitado y únicamente con los recursos ofrecidos. Así, a pesar de otros medios con alto nivel de interactividad, como lo puede ser una página web o apps, la exposición ofrece diferentes niveles de interactividad: en ella se puede hacer uso de la interactividad física, pero también de carácter informático, manipulativo, entre otros.

Finalizamos esta utilidad mostrando algunas de las clasificaciones más útiles sobre los tipos de interactividad. La [Figura 3.3](#) muestra la clasificación básica según Joan Santacana I Mestre y Carolina Martín Piñol (2010). Nuestra exposición contempla dos tipos de clasificación: el electrónico y el humano. Mientras que la interacción humana contempla dos subtipos, a saber, la oralidad y la escritura, la interactividad posee once subcategorías que en la metodología, habrán de revisarse nuevamente para obtener un listado más concreto.

5. Los autores utilizan “medio de comunicación” integrando los 4 componentes básicos: presencia de emisor, de receptor, el mensaje y el medio o canal.

3.7. Acotación tipológica de nuestra exposición

Anteriormente se expusieron hitos de la disciplina museística que reestructuraron su visión, misión, imagen, producción, funcionamiento y estructuras debido a cambios sociales, históricos y económicos. El resultado es una amplia gama de formas de exposiciones, cuya especificidad ha sido útil para definir hasta los proyectos más particulares.

¿Cómo definir los alcances, límites y características generales de la exposición en correspondencia con el proyecto que deseamos presentar? ¿Qué modalidad resulta ser la más conveniente para una exposición con realidad virtual y aumentada? Si nuestra exposición no sigue en su totalidad el diseño con características físicas meramente convencionales, ni la muestra de un conjunto de objetos históricos representativos, ¿qué criterios hemos de seguir, más allá de pautas tradicionales del tiempo-espacio?

Estamos de acuerdo en que nuestra exposición es meramente documental al diseñar ejercicios y discursos partiendo de información sistematizada y recopilada a su vez por otras estrategias. Sin embargo, rápidamente se desdibujan ejes cruciales para nuestra exposición. Por ejemplo: ¿Qué hacer con las metodologías que planeamos implementar? ¿Cómo explicamos la necesidad de que este espacio sea itinerante? ¿Cómo dejar clara la parcialidad del visitante en esta exposición?

Es importante pues, que contemos con la clasificación expositiva que se adecúe a las características de nuestra propuesta. En el estado del arte se han integrado muchas clasificaciones (Ceate, 2018; Miranda Martinelli, 2017; van Mensch, 2003; van Belcher, 1991).

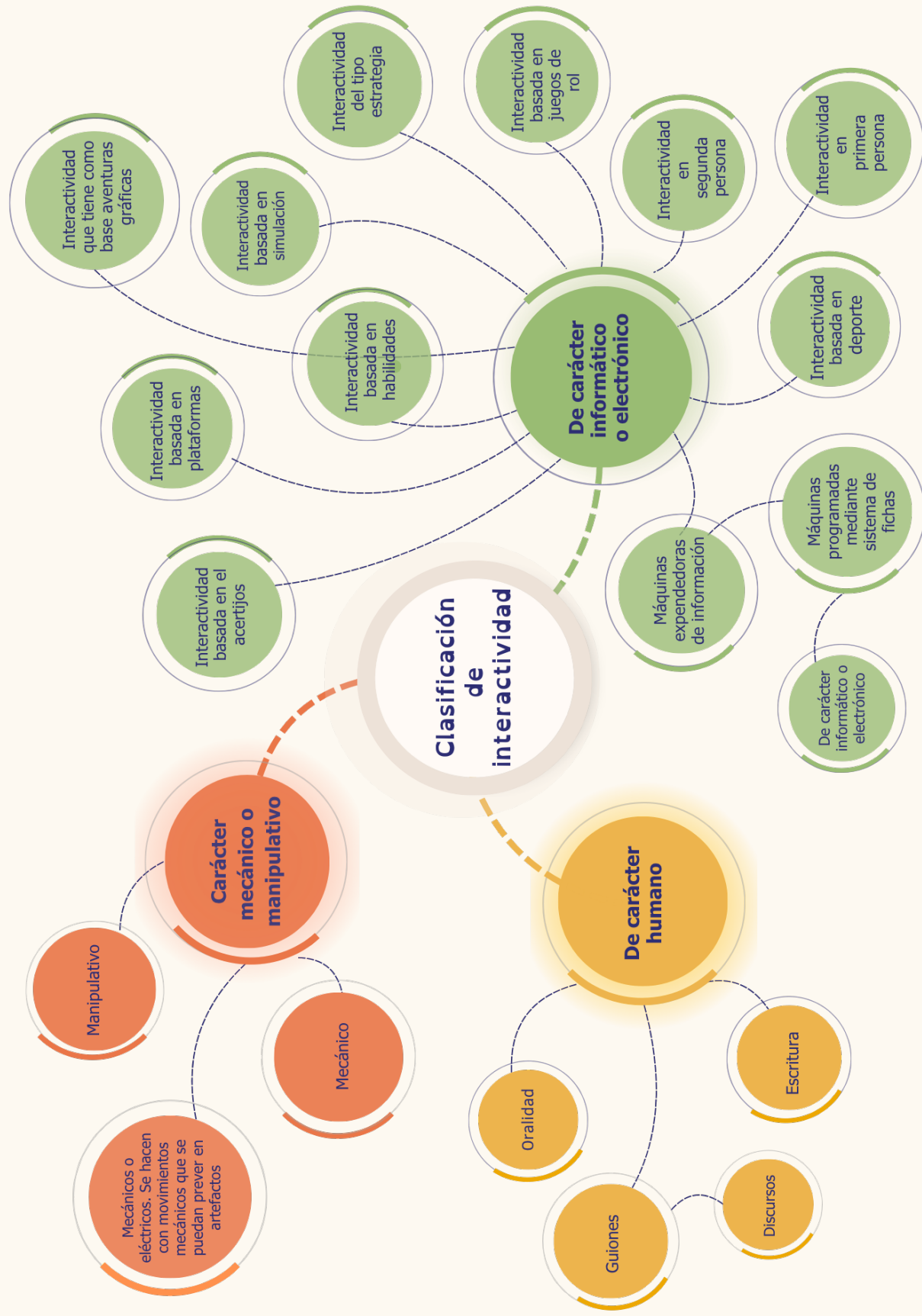


Figura 3.3. Clasificación tripartita de interactividad de acuerdo con su carácter mecánico, humano o informático.

A continuación, bosquejaremos brevemente los tipos de exposiciones que Alonso y Fernández esquematizan. Algunas clasificaciones integran una breve explicación o desambiguación para aclarar los términos. Nos basamos en las clasificaciones propuestas por Alonso y García (2010) y van Belcher (1991), pues sus clasificaciones fueron las más específicas y pertinentes según nuestra exploración.

- 1. Según el tiempo o duración:** i) Exposiciones permanentes ii) Temporales iii) Itinerantes iv) Móviles o portátiles.

Es posible que no haya dudas sobre los dos primeros tipos, pero consideramos pertinente acotar los últimos términos. Las exposiciones itinerantes se distinguen por su circulación durante tiempo determinado en diferentes espacios expositivos; en contraste, las exposiciones móviles portátiles se deshacen al terminar su función. Su diseño, facilidad de estructura e instalación hacen que la exposición pueda estar instalada nuevamente.

- 2. Según el tipo de material presentado:** i) Objetos originales ii) Reproducciones iii) Naturaleza mixta.

La definición claramente se refiere a las características o naturaleza de objetos que se exhiben o muestran en la exposición. Derivada de esta definición (basada en el acervo de objetos), otros autores proponen categorías alternas a esta clasificación, como **informativa** o **temática**. Esta última se organiza sin objetos, y sólo soportes tecnológicos diversos. En la exposición temática pueden combinarse textos, gráficos interactivos y multimedia y otros recursos para subsanar la carencia de objetos per se.

- 3. Según la densidad objetual:** i) General ii) Especializada iii) Mixta

Las exposiciones generales abarcan una amplitud de temas, mientras que la especializada se enfoca a un área o fenómeno específico. La exposición mixta es una versión integradora de las dos anteriores.

- 4. Según la materia o disciplina científica:** i) Ciencias humanas y sociales –artística, histórica, antropológica, etnológica, etc.– ii) Ciencias experimentales –científica y técnica–

- 5. Según la institución:** i) Museos, fundaciones, centros de exposiciones ii) Galerías, centros comerciales iii) Ferias y otros (medios electrónicos, cibernéticos)

- 6. Según la extensión o alcance geográfico:** i) Universales ii) Internacionales iii) Nacionales iv) Regionales v) Locales vi) Comunitarias

- 7. Según la intención sociocultural:** i) Exposición-presentación ii) Exposición-información iii) Exposición-comunicación iv) Exposición como obra v) Exposición como medio de exploración vi) La exposición como montaje e instalación

Estos rubros se desglosan a partir de las intenciones o el impacto que la exposición tenga en la cultura y la experiencia que ofrecen a los visitantes. Por ejemplo, una exposición-presentación busca presentar, de manera clara y directa objetos o información al público, mientras que la exposición como medio de exploración, brinda al público la oportunidad de explorar y descubrir por sí mismos.

- 8. Formas de exposición:** i) Ecológica –relación con el hábitat– ii) Temática –monográfica o no– iii) Sistemática –sigue o se ajusta a un sistema o método– iv) Interpretativa –conceptual, presentación de ideas– v) Contextual vi) Polivalente vii) Especializada

Esta clasificación trata de tipos de exposición según su propósito didáctico e integra subcampos. Habíamos hablado sobre la propuesta de Maure sobre exposiciones ecológicas, que se proponen dar una visión global y orgánica del contenido de acuerdo con sus orígenes. En cambio, pueden ser sistemáticas cuando hay una metodología de desarrollo preestablecidos.

Por otra parte, si se intenta reflejar una imagen comprensiva de los contenidos, estamos hablando de una exposición temática. En el caso de la interpretativa, en ésta se delimita una posición o enfoque personal del mensaje que se intentará exponer y demostrar durante toda la exposición. La exposición contextual es paralela a la exposición ecológica, la diferencia radica en que ésta se enfoca en “centrar el mensaje y el hilo conductor en una interrelación de valores” (Alonso y Fernández, 2010, p. 31). Con esto, se busca generar una narrativa coherente, cohesiva y clara para que el visitante la conozca.

La última sección de formas de exposición corresponde a la Polivalente o especializada. La primera, ofrece varios niveles de lectura adaptadas a las características demográficas y de perfil. La especial (que no monográfica), como su nombre lo indica, expone una serie mezclada de diferentes medios, conformación técnica y escenográfica para proyectar una visión muy particular.

- 9. Según sus funciones generales:** i) Simbólica iii) Comercial iii) Documental iv) Estética

Esta clasificación corresponde al desarrollo sociocultural e histórico por el que ha pasado la exposición. Una exposición simbólica es aquella con fines de glorificación religiosa y política. Están orientadas al valor ostentativo de los objetos. La exposición comercial es aquella que se vincula al valor de la mercancía (muy populares en la mercadotecnia estas últimas décadas). La exposición documental está ligada al valor informativo o científico de los objetos. Es utilizada por museos científicos, técnicos, ecomuseos, organismos e instituciones que desarrollan su actividad por medio de exposiciones con el fin de difundir conocimientos. Finalmente, la exposición estética se enfoca, como su nombre lo indica, en el valor artístico de las obras y museos.

Michael Belcher, en su clasificación propia, agrega otras categorías pertinentes. Para no extendernos en otra clasificación, explicaremos aquéllas que podrían resultar de utilidad para la definición de exposición, es decir, las exposiciones didácticas, y aquéllas integradas en el inciso D) Otras categorías.

1. Emotivas: i) Estéticas ii) Evocadoras iii) Introdutorias

2. Didácticas: i) A través de los objetos ii) Por medios interpretativos

Están dirigidas a la transmisión de información. Su objetivo, naturalmente, es el de instruir y educar. Integran al visitante a un proceso de aprendizaje y para ello, retoman modelos educativos a manera de guía. Otra denominación que reciben es el de exhibiciones cognitivas (van Mensch, 2003, p. 3).

3. Como entretenimiento: i) Por la naturaleza y modo de la exposición ii) Por la intención, objetivos y perfil de la exposición

4. Otras categorías: ii) interactiva ii) Reactiva iii) Dinámica iv) Centrada en el objeto v) Sistemática vi) Temática vii) Participativa

En esta categoría, Belcher entiende la exposición interactiva como las “muestras que pueden modificar su presentación según la percepción que el diseñador tenga de la respuesta del espectador” (p. 65). En cuanto a la exposición reactiva, entendamos ésta como un detonante que se pone en marcha inmediatamente después de que el visitante se pone delante de la obra. Por animado, se refiere a aquéllos que integran animaciones por medio de efectos mecánicos u otros parecidos. Los modelos v) y vi) se asemejan a los vistos anteriormente, de manera que no hay detalles adicionales en la definición. Por último, la categoría participativa busca involucrar al visitante a través del sentido del tacto (Alonso y García, p. 34).

5. Como presentación e instalación artística: i) Presentación ii) Representación iii) Interpretación iv) Demostración v) Escenificación vi) Dramatización vii) Espectáculo escénico.

A partir de los modos y los tipos de exposiciones ya expuestos, ¿Cuáles son los tipos que definen cabalmente a nuestra exposición? Revisando la fundamentación de cada tipo, hemos establecido que cuatro denominaciones abarcan con suficiencia la definición de un proyecto expositivo como el que planteamos: con realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA), que busca divulgar información a sectores de la sociedad que conviven de manera más cercana a esta población. Los criterios citados se despliegan a continuación.

El **criterio espacio-temporal** es uno de los criterios fundamentales al tomar en cuenta la duración esperada de las exposiciones y el lugar donde se ha de preparar su montaje. En este trabajo, contemplamos el espacio museográfico como un factor determinante, en tanto que está planeada para acercarse a los visitantes que integran el entorno de los estudiantes con dislexia y sus zonas de desarrollo más común. Los espacios potenciales en los que se visualizamos la información (salones, auditorios escolares, casas de cultura, consultorios o espacios de terapia logopédica) son limitados en espacio y disponibilidad técnica, esto es, que son espacios reducidos, fuentes de electricidad limitadas, techos sin estructuras para sostener o disponer de elementos, falta de mobiliario, etc. De acuerdo con el área predeterminada que hemos fijado, la exposición de **carácter itinerante** es una de las más adecuadas para nuestros fines.

Otra de las grandes clasificaciones son las funciones generales. Retomamos de ellas el **carácter documental** para reivindicar el propósito informativo que pretendemos brindar. Nuestro contenido no se basa en reflejar la cultura a través de objetos en sí; tampoco estamos cerca de abordar objetos artísticos. El contenido que deseamos hacer parte de la exposición es meramente informacional, comunicativo y de aprendizaje. Este último rasgo va en sintonía con nuestro estado del arte, y es uno de los objetivos más buscados hoy por hoy entre los estudios de exhibiciones (Ahmad, Yusoff Abbas, Mohd Taib y Masri, 2014; Chen y Lai, 2021; Hopper-Greenhill, 2007; Olmedo Estrada, 2010; Smeds, 2019).

La exposición itinerante y comunicativa sobre la dislexia, busca informar, pero en pos de este objetivo intervienen, con mucho, los procesos de aprendizaje y las estrategias didácticas. En este sentido, tal y como afirman María Vinent, Carolina Martín y Joseph Gustems (2015) "... la comunicación museal se debe basar en estrategias pedagógicas y en concreto se sirven de la didáctica a través de numerosos recursos" (p. 130). Así, nuestra exposición es una **exposición didáctica**.

Finalmente, queremos integrar la categoría de **exposición interactiva e inmersiva**, también de Belcher, como otro elemento tipológico diferenciador y que constituye uno de nuestros principales aportes a la exposición. Para McLean (1993) las exposiciones interactivas son aquellas en las que los visitantes llevan a cabo actividades, obtener evidencias, tener una gama de opciones, forman opiniones, pueden formular propuestas y evaluar actividades. Estos recorridos, en suma, buscan obtener la reciprocidad de acción entre la exposición y el visitante.

La unión de nuestros tipos diferenciados y acotados hace reformular el carácter o la naturaleza de nuestra exposición en conjunto, la cual queda sistematizada en la **Figura 3.4**. Concluimos que nuestra exposición es una exposición itinerante, interactiva e inmersiva, de carácter documental y didáctica.



Figura 3.4. Delimitación y descripción de nuestra exposición según sus características más sobresalientes.

3.8. ¿Público, visitante, usuario o participantes?

Como desarrollamos anteriormente en este trabajo, las personas que visitaban el museo pasaron de ser repositorios, a formar parte (y para algunos el centro) de toda planeación expositiva. Ahora bien, cuando hablamos de individuos que asisten a una exposición, muestra museográfica o espacio de interacción, a menudo se emplea el término *público* o *visitante* de manera intercambiable. Es preciso, sin embargo, antes de tomar una u otra postura realizar algunos cuestionamientos. ¿Qué es lo que hace un *visitante*? ¿A qué nos referimos cuando hablamos de *público*? ¿Es posible referirnos a ellos como *participantes*?

En la literatura académica, se han propuesto diferentes definiciones para estos términos. En lo que concierne al primero, es decir al *público*, para Kathrin Braun y Susanne Schultz (2010) existen no solo uno sino cuatro tipos: El público general, el público “puro”, el público afectado, y el público partidista (*general public, pure public, affected public and partisan public*).

Estos interactúan de maneras bastante distintas: El general, por ejemplo, se construye a partir de encuestas de opinión o sondeos, mientras que el público puro involucra a un grupo de participantes cuestionados en referencia a un tema del cual ignoran (Braun y Schultz, 2010). Si bien cuando nos referimos a público podemos apreciar la participación del grupo en particular, ya sea en mayor o menor escala; es preciso destacar que dicha participación se encuentra controlada, y es colectiva.

Y es que la palabra público posee diversos significados. Podemos verlos desde un enfoque un poco más pasivo, como en la política, por ejemplo, en donde para el Dr. Florian Toepfl, profesor de comunicación política, menciona 3 tipos de públicos o lo que él denomina público autócrata. Desde su perspectiva, estos consisten en los no críticos, los críticos de la política y los críticos en liderazgo (Toepfl, F. 2021), lo que nos da una perspectiva del nivel de involucramiento o interacción que posee cada uno. Aquí observamos un paralelo con el primer ejemplo. Si bien mantienen posturas fuertes, así como interacciones entre sí, lo hacen de manera colectiva.

Desde la perspectiva de la comunicación existe otra definición. Ya Burns O'Connor y Stocklmayer en el 2003 consideraban la definición de públicos y ésta iba desde grupos que conocen un poco del tema a tratar hasta los que- si bien se encuentran interesados en el tema- no necesariamente tienen conocimientos excesivos sobre el mismo. (Burns, O'Connor y Stocklmayer, 2003). Aquí se observa este mismo patrón: el público bajo la idea de un grupo.

El usuario, por otro lado, es el individuo o la persona que hace contacto o se comunica con el sistema. Así pues, comprendemos como el primer término abarca una mayor gama de posibilidades en relación con este segundo, esto es, el usuario. Vemos además por un lado la necesidad de que dichas tecnologías se adecúen a las demandas y requerimientos específicos de cada usuario, y por el otro que los mensajes enviados a manera de instrucción por dichos dispositivos sean los precisos para lograr la interacción o reacción adecuada y requerida ya que, de otra manera se vería afectado el resultado, la recepción del mensaje emitido y la manera en que pueda interactuar con dicho sistema.

En lo que respecta a la palabra *visitantes*, a principios de este siglo era visto como un individuo quien conscientemente decide bajo diversos criterios y circunstancias- la cercanía, la comodidad, el interés por el tema, el tipo de exhibición entre otros factores- dirigirse al museo y a su vez involucrarse en las actividades (Peacock y Brownhill, 2007). De igual manera otros autores consideraron al mismo como un interlocutor quien cuenta con la capacidad de percibir, describir y explicar (Davallon et al., 2003), no ya como perteneciente a un grupo con ideas colectivas, sino como individuo con decisión propia, el cual, en el contexto del museo y a la par de las tecnologías que aumentan a su vez esta capacidad de individualismo.

Muy a la par de Runnel, Lepik y Pruulmann (2014) y su definición de participantes como individuos con los que se llegan a democratizar los procesos deliberativos y que se incorporan activamente en el entorno museográfico. Al considerar los aspectos y características de nuestro proyecto, vemos al individuo sumergirse en el entorno, no como parte de un colectivo ni como un espectador, sino como un agente que participa en las actividades. Por ejemplo, al usar los lentes con RV, el agente decide usar los lentes, y desconectarse temporalmente de su entorno sensorial físico, por lo menos en lo que respecta a sus sentidos visuales y auditivos.

Es así como en este contexto, tenemos por un lado los públicos y visitantes que en mayor y menor grado respectivamente son parte de una colectividad o un grupo, los usuarios, los cuales son los que interactúan con el sistema en sí y los participantes que intervienen y realizan acciones de manera consciente e individual; y una vez consideradas las implicaciones, el nivel en que se involucran los personajes así como su toma de decisiones ante cada actividad planteada para nuestro espacio inmersivo, proponemos usar el término *visitante-participante* en lo que concierne a la interacción con el museo y se considera al individuo como un espectador que si bien asiste al museo o lo visita, es a su vez, un elemento activo e involucrado en las experiencias propias de nuestro espacio.

3.9. La realidad extendida y otras tecnologías inmersivas

En este apartado se explicarán, en primer lugar, tres conceptos primordiales: la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA) y realidad extendida (XR). A continuación, se presentarán algunos ejemplos de estas tecnologías inmersivas aplicadas a diversos ámbitos. Por último, se analizarán las implicaciones con los efectos del uso de las tecnologías como la realidad aumentada y la realidad virtual en nuestro espacio inmersivo.

Para comprender en qué consiste la realidad extendida, partiremos de los otros dos conceptos: La realidad aumentada y la realidad virtual (de aquí en adelante RA y RV).

El primero de ellos, es decir, RA “superpone los datos estimados desde una perspectiva objetiva para simular de manera efectiva la sensación de un entorno real y lograr interacción activa entre los usuarios y el contenido” (Chen y Lai, 2021). Otra definición bastante acertada es la de considerar la RA como tecnología que aumenta o incrementa el mundo real (Gandolfi, 2018). También, podríamos pensar en ella bajo la perspectiva de Bhatti, Bibi y Shabbir (2020) como una tecnología que despliega objetivos o información virtual en nuestro entorno físico, en tiempo real. Dicho de otra manera, la RA es una tecnología que superpone elementos virtuales sobre el mundo real, por medio de dispositivos móviles, marcadores especiales o códigos QR.

En el caso de la RV, llega un paso más allá. Es decir, no tan solo una tecnología que aumenta sino, una simulación generada por computadora de un entorno de la vida real que puede ser explorado usando visores de realidad virtual u otros dispositivos. (Stuchlíková Kósa Benko & Juhász, 2017). De igual manera, podemos pensar en esta tecnología como la que permite la reacción de un entorno completamente inmersivo. Con estas experiencias, el mundo real o físico es obstruido por completo (Tremosa, 2023). Este último punto es fundamental para entender la diferencia entre ambas tecnologías: Mientras la primera combina elementos del mundo real con el virtual, la segunda busca sumergir al usuario en un mundo digital, el cual muchas veces se encuentra desconectado por completo de la realidad. Debido a que la RV es un “sistema compuesto por (sic) componentes de hardware, software, comunicaciones y recurso humano” (Segura Fonseca & Reyes, 2018), resulta pertinente considerar su aplicación en espacios interdisciplinarios como el nuestro.

Desde el ámbito de su uso e incidencia en trabajos museográficos, Joan Snatacana y Carolina Martín le confieren a la RV como una herramienta prometedora para las exposiciones y la museografía en general, que busca adaptarse a las necesidades y particularidades manifestados y requeridos. Así, la RV la conciben como un “tipo de realidad que se ha generado mediante modelos de la realidad [...] implica utilizar modelos digitales en 3D que suponen navegación en tiempo real, inmersión sensorial e, inevitablemente, interacción implícita” (2010).

Dicho esto, proseguimos hacia una definición de la realidad extendida: este concepto engloba tanto elementos de la RV como de la RA o bien considera “los entornos que combinan lo físico con lo virtual o brindan experiencias virtuales totalmente inmersivas” (Elbert et al., 2023). Suele crear experiencias híbridas, como en el caso de los videojuegos, en simulaciones, tanto de entretenimiento como en la medicina, y apoya en diversas tareas, como en la navegación asistida. Sumando a esto, existen investigaciones relacionadas con la realidad extendida y la educación la cual han sufrido un auge desde la pandemia (Torres- Samperio et al., 2022) que permiten superar barreras geográficas, físicas y cognitivas, al mismo tiempo que simulan entornos complejos, personalizan aprendizajes y permiten explorar el potencial tanto pedagógico (del docente) como del alumno.

Estos tres entornos digitales interactivos, integrados a una exposición comunicativa (documental), conforman un problema interdisciplinario complejo, que exige retomar no sólo metodologías museísticas, sino que posea cimientos de otros ámbitos más allegados a la organización de proyectos de sistemas (pues paralelamente puede definirse desde esa área) desarrollados en tecnología. Además, proporcionan experiencias digitales a los visitantes que les permitirán experimentar una inmersión total o parcial.

A diferencia de lo que Santacana y Martín Piñol describen en el inicio de la segunda década de este siglo, la realidad aumentada y la realidad virtual ahora son más accesibles y versátiles, lo que amplía su impacto en la forma en que conocemos, practicamos, interactuamos y nos entretenemos, es decir, reúnen habilidades y complementan las fases en las que nosotros aprendemos⁶, lo cual es parte de lo que buscamos en una exposición como la de nuestra propuesta.

3.10. ¿Qué es un sistema en Informática?

Consideremos ahora el término *sistemas*. Desde una perspectiva abstracta es factible analizarlos de manera estructurada, tal como lo define Rolando García: “la representación de un conjunto de situaciones, fenómenos, o procesos que pueden ser modelizados como una totalidad organizada, con una forma de funcionamiento característica” (García, 2006).

Bajo esta concepción, los sistemas tienen la capacidad de abarcar una gran variedad de ámbitos como proyectos, ecosistemas, redes sociales, fenómenos naturales, (por ejemplo, terremotos en la CDMX) y procesos sociales (tales como el desarrollo sustentable o la movilidad social). De igual manera, vemos el sistema en el área de la política, educación, aviación, fabricación, bancaria y locomotriz (Pressman y Troya, 1988).

Al considerarlo desde la perspectiva de la informática encontramos que cambia y a la vez concuerda con esta primera definición. Un sistema en este caso se refiere a un grupo o conjunto de componentes independientes (interfaces, hardware utilizado, programas o software, en nuestro caso) que trabajan de forma coordinada para lograr un objetivo funcional previamente establecido. Dentro de estos elementos encontramos términos como software, hardware, documentación, al igual que procedimientos o personas (Pressman y Troya, 1988). Desde ambas perspectivas se aprecia un grupo de componentes, ya sean físicos o de otra índole, organizados y predeterminados con el objetivo de lograr el funcionamiento de dicho sistema.

En el caso de exposiciones o espacios inmersivos, si aplicamos esta misma línea de pensamiento, encontraremos dicho concepto como imprescindible para el funcionamiento correcto del proyecto, es decir, al contar con un grupo de componentes- ya sean tangibles como proyectores elementos visuales, iluminación, etc., al igual que intangibles, las narrativas, los aprendizajes sensoriales o las reflexiones que se encuentren a su vez bien organizados de manera tanto clara como predeterminada y que tengan un objetivo definido.

6. De acuerdo con Gerald Edelman, las tres áreas fundamentales del cerebro son tres: la percepción, la memoria y el aprendizaje. (Edelman, citado en Santacana I Mestre y Martín Piñol, 2010).

3.11. Sistematización de procesos e ingeniería de software

Una vez apreciadas las descripciones previamente establecidas en cuanto al sistema como un conjunto de elementos designados para alcanzar un propósito específico, es imperativo tener en cuenta que, para que esto se materialice, existen condiciones fundamentales imprescindibles. Una manera precisa de lograr este cometido es por medio de la sistematización del proceso, término que se refiere a automatizar los pasos, las etapas o las instrucciones, con el fin de efectivizar u optimizar el resultado. Dicho método se ha utilizado para diversos propósitos, tales como los modelos de gestión para diseño curricular (Luna-García Álvarez-Rodríguez & Mendoza-González, 2015), sistematización de experiencias de investigación (Ramírez Penagos Cruz & Tavera, 2018) o bien, para asegurar la calidad de requisitos (Valencia Lazo Vargas & Franco, 2019). Aunado a esto, la ingeniería de software permite muchas ventajas: descubrir los requisitos de alto nivel a partir de las necesidades de los usuarios (Segura Fonseca & Reyes, 2018), y esto a su vez posibilita el adaptarse a dichas necesidades con mayor eficacia, que conlleva a una disminución de errores si los requisitos son claros antes de llevar a cabo dicho diseño.

En espacios inmersivos, este proceso se ha utilizado tanto en el diseño como el desarrollo del proyecto, debido a su capacidad para optimizar su eficiencia. De igual manera, se han aprovechado para mejorar las experiencias de usuario o en ámbitos educativos como lo es nuestro proyecto. Consideramos pertinente aplicar su uso bajo estos mismos fundamentos: adaptarnos al visitante y sus necesidades, y al mismo tiempo sistematizar el proceso con el fin de darle una mayor efectividad, y disminuir errores en la medida de lo posible al tratarse de un diseño que requiere revisiones iterativas frecuentes.

3.12. Intención en cuanto a las tecnologías y el proyecto

Para continuar, comprendemos el software bajo la idea de Pressman (1988) como esas estructuras de datos que hacen efectivo el método. Esta misma definición nos ayuda a ver que para hacer más fácil el proceso -en este caso el espacio inmersivo y cada actividad que se propone- se necesita un procedimiento.

Además, existe a su vez el análisis de requisitos de usuario. Estos incluyen analizar la información de manera global, y así tomar en cuenta necesidades particulares, la funcionalidad del producto y sus restricciones, así como el modelado, el cual busca satisfacer las necesidades del usuario en cuestión, además de definir el proceso que se llevará a cabo por parte del usuario. De esta manera, se propone mejorar la experiencia del visitante y establecer una base sólida en el diseño.

Por último, abordamos los términos de actores y usuarios bajo el panorama de la informática, en donde dichas expresiones adquieren un significado distinto en otro contexto. En primer lugar, se considera como actor una persona, un dispositivo o un sistema externo. Es decir, en el sentido estricto de la palabra este *interactúa* con el sistema. Así apreciamos pues tomando un ejemplo de lentes de RV, una persona interactúa con ellos al apretar un botón y hace que sistema se encienda, avance o realice una acción; a su vez, este mismo actor se comunica con otro dispositivo, como por ejemplo si programamos estos lentes para que una vez que nos los coloquemos estos activan al mismo dispositivo, al captar el movimiento y mandar una señal, es así como esta tecnología se encuentra interactuando con el sistema.

Los conceptos como parte del proyecto interdisciplinar que llevamos a cabo. Conocer desde dónde partimos en cada área y disertar sobre sus diferentes acepciones en concordancia con criterios de exclusión e inclusión (acepciones anacrónicas, inclinadas más hacia un área que otra, la completud de sus descripciones) es fundamental para perfilar y complementar nuestro proyecto. Creemos que, si bien se utilizan tanto la RV como la RA con todas sus aristas de una manera atrayente y cautivadora, el propósito tanto del uso de estas tecnologías como del proyecto como tal es siempre con miras al ámbito educativo y el potencial que este mismo proyecto pueda llegar a tener, es decir, no buscamos que la tecnología en sí sea la protagonista sino un coadyuvante para llevar el mensaje de la manera más adecuada posible.

El siguiente capítulo detallará cómo articulamos estos principios a nuestras acciones, protocolos y rutas metodológicas para conformar un procedimiento continuo, pero paradójicamente, de frecuentes iteraciones y reestructuraciones.

Metodología



En este capítulo, explicaremos el desarrollo de nuestra metodología para el diseño de la exposición interactiva. De manera esquemática, el proceso comenzó con la identificación de usuarios clave, la elaboración de un mapa de actores y el registro de sus historias de vida a través de técnicas de investigación de campo propias del diseño de información. Posteriormente, para la planeación de la exposición integramos dos metodologías de campos diferentes: Ingeniería de Software y el Diseño de exposiciones. Las fases de acción de ambas metodologías guiaron las pautas de acción, redacción, diseño y desarrollo de nuestro proyecto.

4.1. Diagrama general de la metodología:

En la [Figura 4.1](#) mostramos el esquema general de la metodología, adaptado a las necesidades del proyecto. Como se puede observar, el resultado final es una adaptación de dos metodologías. La metodología *OpenUP*, alinea procesos del diseño de exposiciones. Las fases del diseño de exposiciones que seguimos, según Alonso y García (2010), constan de siete operaciones. Sin embargo, cada una puede corresponderse y ajustarse a bloques de acción afines o complementarias. El propósito de dicha edición obedeció a la sincronización de operaciones y de tiempos, con el fin de agilizar nuestros plazos y brindar secuenciación a cada proceso.

4.2. Metodología OpenUP y Diseño de exposiciones: Sincronización de metodologías para la sistematización de procesos

Nuestro propósito inicial fue seguir una metodología que proporcionara directrices claras sobre cada etapa del desarrollo, por ejemplo, qué actividades debían completarse al inicio, y qué actividades correspondían a una fase de elaboración práctica. En segundo lugar, se necesitaban realizar y registrar modificaciones de manera constante y cuando se necesitaran, ya que la exposición integraba aplicaciones, diseño de carteles, una narrativa transmedia, sistemas de instrucciones procedimentales (SIP), y evaluaciones. Más aún, era imperativo regresar a ciertos elementos o procesos específicos aun cuando los demás procesos o materiales a desarrollar permanecieran constantes (por ejemplo, la necesidad de ajustar el texto de un cartel, sin necesidad de modificar el resto de los elementos).

Metodología Open Up

Concepción

Plan inicial

Elaboración

Diseño esquemático y preliminar

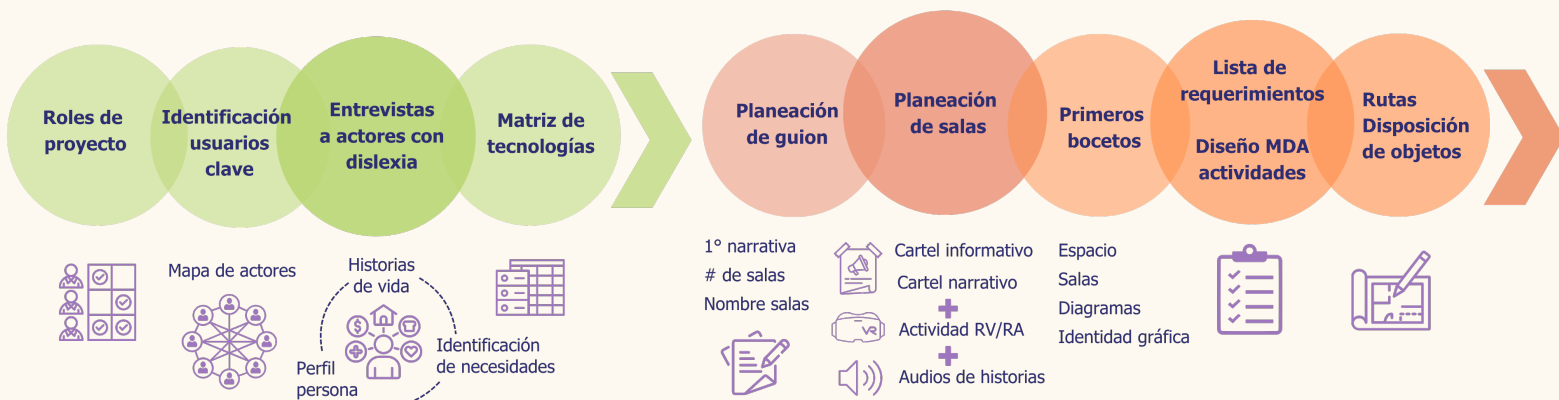
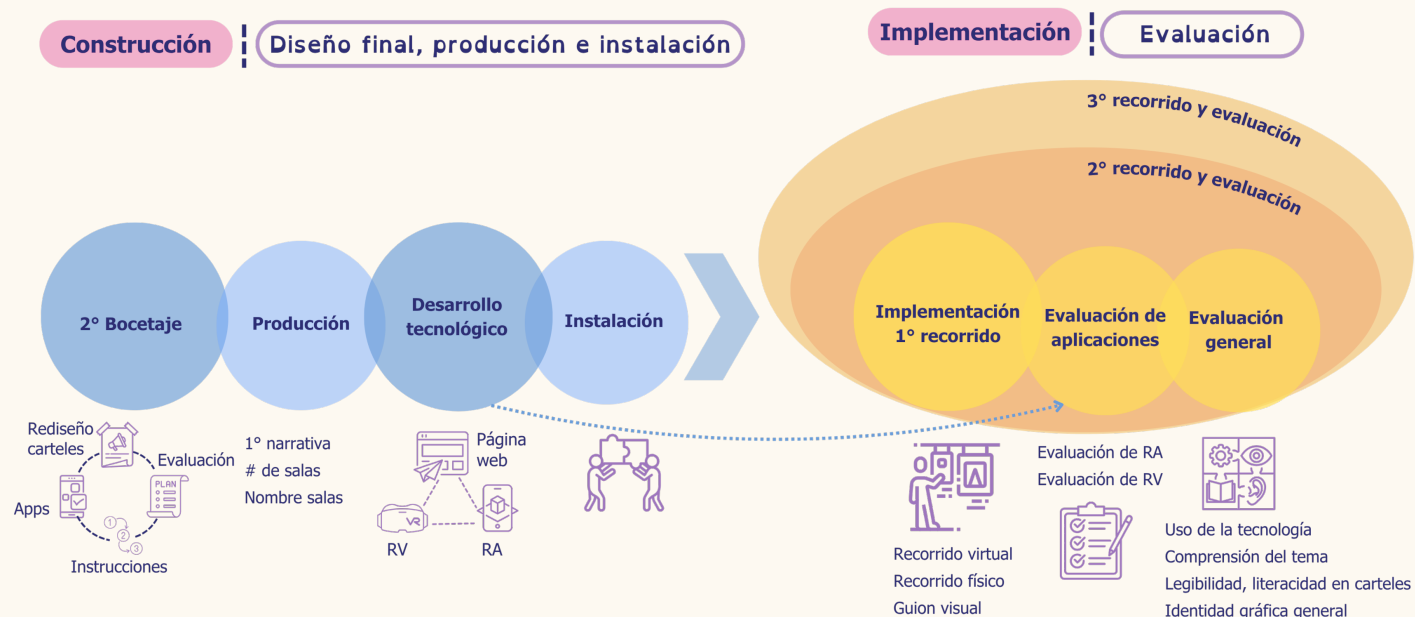


Figura 4.1. Esquema metodológico general

y Diseño de exposiciones



Elaboración propia

La metodología *Open UP* nos permitiría realizar dichas operaciones. Esta se presenta como un proceso modelo (actividades, tareas y pasos) y puede ampliarse según sus requerimientos. Como se describió en el capítulo anterior, se trata de un método de desarrollo ágil de software que presta atención a la gestión y al desarrollo incremental de un producto, al mismo tiempo que permite una iteración recurrente e incremental.

Esta metodología, además, parte de los deseos o necesidades de los usuarios (Life.Art.Tech, 2017). De esta forma, identificar interacciones entre el usuario y el sistema se convierte en un eje importante para el desarrollo de las aplicaciones. Este interés también posibilitó integrar *OpenUP* con técnicas para la obtención de datos propias del diseño de información (véase el apartado [Necesidades de usuario](#)). Más adelante explicaremos los métodos y ejercicios, desde el área de sistemas, que se utilizaron.

Metodología de diseño de exposiciones

A la par de *OpenUP*, se consideró tener directrices de ejecución sólidas en el área de planeación y diseño de exposiciones. La elección de una segunda metodología no es arbitraria: el montaje de una exposición necesita una retroalimentación constante, revisar los puntos ciegos, probar y reajustar ideas (Locker, 2011). Elegimos la metodología de García y Alonso, porque condensaba otras propuestas más extensas, por ejemplo, la de Héctor Miranda Martinelli (2017), así como la metodología del grupo de investigación Museum I+ D+ C. Además, coincidimos en que la propuesta de García y Alonso era parecida a la de otros autores anglosajones como Locker (2011) y Freda Matassa (2014).

El diseño de exposiciones consta de siete pasos prácticos: **plan inicial, diseño preliminar, diseño esquemático, diseño final, producción, instalación y evaluación** (véase [Figura 4.1](#)). El plan inicial comienza con el documento base o marco de referencia del proyecto, que incluye las preguntas directrices de investigación; se asignan los roles del equipo y se comienza la planeación (calendario de actividades, recopilación de información, comienzo de organización de contenidos, exploración de objetos que integrarán la exposición, etc.).

A partir de este punto, comenzamos a identificar fases semejantes o muy cercanas en cuanto a elaboración, y las homologamos. La primera modificación en la agrupación de fases quedó constituida por el diseño **preliminar y el diseño esquemático**. El diseño esquemático, comprende la lluvia de ideas en cuanto a las actividades a implementar; la información documental; ideación de una primera narrativa y la creación de bocetos y diagramas de baja fidelidad.

En el **diseño preliminar** refina y desarrolla las ideas iniciales a partir de la etapa esquemática. Aquí empieza a planificar el espacio y las rutas de navegación, la selección y lista de requerimientos que necesitamos, desarrollo de contenidos y modelos (o en nuestro caso, desarrollo de aplicaciones con RA y RV).

El **diseño final** integra el bocetaje secundario, el cual debe ser específico con cada detalle al ser la guía definitiva para lo que será la **producción** e **instalación** de la exposición. Dado que este último ejercicio de bocetaje deviene en su puesta, consideramos que estos tres pasos deben estar en otro gran bloque de acción. A su vez, estas tres acciones son en realidad la ejecución del proyecto, por lo que quedan englobadas en la tercera fase de Construcción, de *OpenUP*. En última instancia, la unificación de estos procedimientos en uno solo ajusta la planificación a los tiempos que tenemos disponibles.

Al igual que la fase de inicio, la fase final, la **evaluación** amerita una especificidad. En primer lugar, la fase evaluativa arroja un conjunto de datos relacionados a procesos que debe cumplir la exposición sobre la dislexia, a saber: evaluación del entorno de aprendizaje (procesos como comprensión o interpretación), relación de usuario- sistema, experiencia del participante, su interés, patrones de conducta o comportamiento, entre otros. Los datos recolectados guiarán la siguiente iteración del proceso general (todo el recorrido, el orden de todas las salas) o particular (mejoras a una aplicación, modificaciones realizadas a carteles específicos, SIP que no informaron o confundieron al visitante, etcétera. El procedimiento equivalente en *OpenUP* para la fase evaluativa es la Construcción, por ello, las integramos en una sola categoría.

4.3. Fase de concepción o plan inicial

4.3.1 Establecimiento de roles del proyecto

La metodología *OpenUP* sugiere un establecimiento previo de tareas encomendadas a cada integrante, según las necesidades y la complejidad del proyecto. Así, se perfilan cinco roles: el líder, el comprobador, el desarrollador, el analista y el arquitecto. En la organización de nuestro equipo, el arquitecto y desarrollador, corresponden a dos personas del área de sistemas. En conjunto, ellas llevarán a cabo ambos roles, debido a su formación en sistemas y creación de páginas web. La analista será una integrante del área de comunicación, al igual que los comprobadores. La justificación de dichas asignaciones se debe a que el analista debe tener habilidad para problematizar los fenómenos, los actores, sus contextos y las variables que inciden en un problema, que en este caso es sociocultural y educativo. El bagaje y la experiencia en pedagogía y las teorizaciones a problemáticas propias de la comunicación hacen esta tarea idónea para comunicólogos.

Por otro lado, los comprobadores del proyecto también seremos integrantes de comunicación, en una primera fase, y el equipo en conjunto en otra. En tanto personas no experimentadas en el desarrollo y planeación de aplicaciones y actividades tecnológicas, probar de primera mano los desarrollos de nuestros especialistas en sistemas servirá como un primer acercamiento de un usuario a una aplicación totalmente nueva. En cuanto al análisis de resultado, será menester que todo el equipo se involucre para analizar los datos.

Diagrama de actores

De acuerdo con los roles de Open Up



Figura 4.2. Diagrama de roles de proyecto de OpenUP

4.3.2. Matriz de tecnologías

En la fase de concepción e ideación integramos la investigación e inventario preliminar de las tecnologías que teníamos disponibles. Dicha matriz integraba una descripción de la tecnología, ejemplos de uso relacionados con nuestro fenómeno y área de estudio, ventajas, acceso, entornos de desarrollo, elementos extras y transportabilidad, conexión, sus usos en el aprendizaje y los usos en el espacio de exposición. [La Tabla 4.1](#), sintetiza las características de la matriz.

A partir del análisis realizado, se estableció que, considerando las particularidades de nuestra exposición, la cual dentro de sus características se describe como un proyecto itinerante, didáctico e interactivo, las tecnologías de RA y RV resultan las más adecuadas. Uno de los factores clave en esta decisión fue la viabilidad de transportar ambas tecnologías a distintos espacios físicos. Esto se debe a que su implementación puede lograrse mediante dispositivos móviles compatibles con cualquier sistema operativo y el uso de gafas de visualización portátiles.

Además, al optar por el diseño de materiales impresos (como carteles) que activen los contenidos de realidad aumentada, se facilita aún más su movilidad, ya que únicamente se requiere trasladar estos carteles junto con los dispositivos móviles necesarios para la interacción. Esta estrategia no solo optimiza la logística, sino que también favorece la accesibilidad y replicabilidad de la experiencia.

Tecnología	Descripción	Usos	Ventajas	Acceso	Transportabilidad	Conexión
Realidad Aumentada (RA)	La Realidad Aumentada (RA) es un recurso tecnológico que combina el mundo físico con elementos virtuales, generando experiencias interactivas para el usuario. Utiliza dispositivos como cámaras web, teléfonos móviles (iOS y Android) y tabletas para proyectar información digital (imágenes, gráficos, textos, personajes) sobre el entorno real, ofreciendo una nueva forma de percibir y relacionarse con el espacio físico.	Videojuegos, visión de RA, publicidad, arte, formación y educación, turismo y comercio.	- La versatilidad de la realidad aumentada permite ser aplicada en una amplia variedad de sectores. - Incentiva el aprendizaje, al implementar tecnología muy atractiva. - Permite una experiencia de inmersión que el usuario desea repetir. - Convierte la experiencia del usuario en la prioridad y ofrece información de los productos y servicios de forma práctica, original y atractiva.	Código abierto y gratuito.	Esta tecnología se puede transportar, ya que se puede aplicar sobre cualquier objeto sin necesidad de reservar un espacio en particular para su uso.	Sí, es posible utilizar la realidad aumentada (RA) sin una conexión a Internet, en ciertos casos. La capacidad de utilizar RA sin conexión depende de la aplicación y de cómo se haya diseñado el contenido: preinstalado.
Realidad Virtual (RV)	La realidad virtual es la creación de un entorno o escenario ficticio o simulado con apariencia totalmente real y que nos permite trasladarnos a cualquier lugar o situación, con la ilusión de estar dentro de este entorno.	Juegos, educación, entretenimiento, medicina, turismo, visitas a museos.	- Esta tecnología ofrece imágenes para darnos una sensación de estar en un mundo diferente mientras hacemos otras actividades. - Ofrecen la oportunidad de aprender haciendo, a través de la simulación práctica. - Hacen que la capacitación sea más atractiva y placentera.	Código abierto y gratuito.	Esta tecnología se puede transportar, y se necesita adecuar un espacio para su uso, al mismo tiempo que el usuario se desconecta de su propia realidad, por lo tanto se deben crear espacios para su uso.	La RV es una tecnología que se puede utilizar sin conexión en la mayoría de los casos, siempre y cuando hayas descargado previamente las aplicaciones y el contenido que deseas utilizar.
Proyección de imágenes	Es una técnica audiovisual que se utiliza para proyectar imágenes, videos o contenido gráfico sobre superficies tridimensionales, esta técnica combina el arte visual con la tecnología de proyección para crear experiencias visuales y artísticas.	Proyecciones artísticas, Espectáculos en eventos en vivo, Exposiciones y museos, Instalaciones interactivas.	- El video mapping permite crear efectos visuales sorprendentes y cautivadores que atraen la atención del público. - Se utiliza para contar historias y transmitir mensajes de manera visual. - Es una técnica versátil que se puede aplicar en una amplia gama de contextos, desde arte y entretenimiento hasta publicidad y mercadotecnia. - El contenido visual proyectado se puede personalizar según las necesidades y los objetivos específicos. - Es una forma efectiva de atraer a un público más amplio y diverso en eventos públicos, culturales y de entretenimiento.	Versiones de paga con versiones gratuitas o periodos de prueba.	Esta tecnología no se presenta como transportable, por el hecho de considerar en que superficies y tamaños queremos proyectar el trabajo.	La proyección de imágenes es una técnica que generalmente no requiere una conexión a Internet para su funcionamiento. El contenido multimedia se almacena y reproduce localmente en el equipo de proyección, lo que permite utilizarlo sin conexión en la mayoría de las situaciones.
Sensor Kinect	Kinect es un dispositivo que utiliza técnicas de reconocimiento de voz y reconocimiento facial para la identificación automática de los usuarios. Reconoce la silueta de una o varias personas, sus gestos faciales y los movimiento de articulaciones del cuerpo, tanto en dos dimensiones como en tres.	Videojuegos, como controlador de efectos visuales y proyección de imágenes.	Es capaz de dar gran cantidad de información sobre la posición concreta de un cuerpo humano e interpretar la imagen en relación a la profundidad.	Está a la venta en tiendas en línea, su precio está arriba de los \$800, existen librerías de acceso gratuito para programar en Processing (lenguaje de programación).	Es fácil de transportar debido a su tamaño.	Requiere estar conectado a una PC.

Tabla 4.1. Matriz de tecnologías

Durante el proceso de selección tecnológica, se consideraron diversas alternativas. Sin embargo, se descartaron otras tecnologías debido a limitaciones presupuestales, la dificultad para conseguir el material necesario para su implementación, así como por las restricciones de espacio y portabilidad. Dado que nuestra exposición debía ser itinerante, era fundamental contar con tecnologías que pudieran adaptarse fácilmente a distintos entornos y que fueran sencillas de transportar y montar.

El uso de RA y RV, por lo tanto, no solo responde a criterios técnicos y logísticos, sino que también enriquece la experiencia pedagógica, ya que permite transformar los contenidos de la exposición en actividades didácticas e interactivas. Así, se concluyó que la integración de estas tecnologías representaba la propuesta que combina eficiencia, una decisión respaldada por el análisis desarrollado en nuestra matriz tecnológica.

4.3.3. ¿Quién es nuestro participante? Conocer desde y al participante

En *Exhibition Designs* (diseños expositivos), Pam Locker enfatiza que las exposiciones “son para las personas, así que el diseñador de la exposición necesita tener comprensión de las necesidades para comprender las necesidades físicas, emocionales e intelectuales de un rango amplio de audiencias [...]” (Locker, 2011, p. 34). En nuestro planteamiento del problema, delimitamos que había una serie de personajes clave a los que debía dirigirse la exposición.

De esta forma, tomamos como usuario o, en nuestro caso participante, a los docentes de escuelas públicas de educación básica, es decir, primaria y secundaria. Dichos docentes en su mayoría cuentan con años de experiencia considerables y su formación es en pedagogía o normalista. En la siguiente sección, se abordarán más características de sus correspondientes perfiles.

También acotamos el área geográfica. Los docentes elegidos imparten clases en zonas urbanas y semiurbanas de la Ciudad de México y zona Metropolitana. Decidimos acotarla a estas regiones debido a la cercanía, el conocimiento previo que tenemos y la infraestructura que comparten estas escuelas, las cuales cuentan con infraestructura imprescindible para el material que ocuparemos (electricidad, cañones, cables y mobiliario básico).

Además de ser el sitio donde se desarrollan las actividades de los profesores, elegir un espacio social simbólico en el que nuestro público objetivo pudiera convivir e involucrarse en la vida académica era prioritario. La escuela resultó ser el espacio que nos permitiría acercarnos a los otros actores identificados: alumnos, padres de familia y demás personal académico. La [Figura 4.3](#) muestra la interacción de nuestros diversos actores, sus relaciones y sus jerarquías en torno a nuestra problemática.

Nuestro siguiente paso, entonces, fue tener un primer acercamiento, planificando los canales más apropiados para el contacto con diversos actores clave, a saber, nuestros futuros visitantes (véase capítulo de [Metodología](#)).

Como se aprecia en el mapa de actores en la Figura 4.3, hay una serie de fenómenos representados en nuestro público. Los tutores, quienes generalmente son el padre y la madre (señalados con flechas) pueden adoptar diversas conductas variadas. Pueden ser comprometidos y educados, hasta mostrar desinterés o falta de apoyo (al centro). Tienen una vinculación y comunicación frecuente con el alumnado (flecha azul externa), pero no así con la escuela. El alumnado, delimitado por una circunferencia amarilla, comprende una serie de interacciones más complejas por la diversidad de cada alumno.

De manera general, colocamos a los alumnos que no sufren discapacidad y a aquéllos que tienen una DEA, delimitados. A pesar de que sus interacciones puedan ser homogéneas, suele presentarse mayor grado de aislamiento, o bien, interactuar más con aquéllos con los que sientan afinidad o pertenencia (con otras DEA o simplemente bajo rendimiento escolar).

Éstos están ampliamente vinculados al profesorado, que se marca en naranja y, a diferencia de las relaciones entre alumnos, éstos obedecen a una jerarquía. Por nuestro sondeo, sabemos que por lo menos, en este sexenio, los profesores son en su mayoría normalistas y pedagogos. Esta área tiene dos líneas de interferencia comunicativa, es decir, no establece comunicación continua con otras poblaciones como debiera ocurrir: a saber, la Unidad de Educación Especial y Educación Inclusiva (UDEEI) y los tutores. La UDEEI, por ejemplo, necesita recibir los reportes de los directivos para instalarse en la escuela, cosa que no es tan frecuente.

El último campo, correspondiente a las profesiones de psicoterapeutas, psicólogos y logopedas, es el más desvinculado, tanto por la falta de diagnóstico, como por sus servicios privados y la diferenciación de sus campos. A menos de que sean parte de la UDEEI, sus casos son aislados y no establecen lazos colaborativos con la UDEEI, o los profesores.

El mapa de actores nos permitió relacionar las jerarquías, las líneas de comunicación e interacción entre actores y la diversidad de los mismos. Sin embargo, era necesario acercarnos más al usuario, fomentar la empatía estableciendo un canal para escuchar sus conocimientos, sus opiniones y sus historias. Las entrevistas semiestructuradas nos permitieron cumplir este objetivo, además de constituir nuestro primer sustrato narrativo, el cual hilaríamos después con el resto de la exposición (véase [Planeación del guion a partir de narrativas significativas](#)).

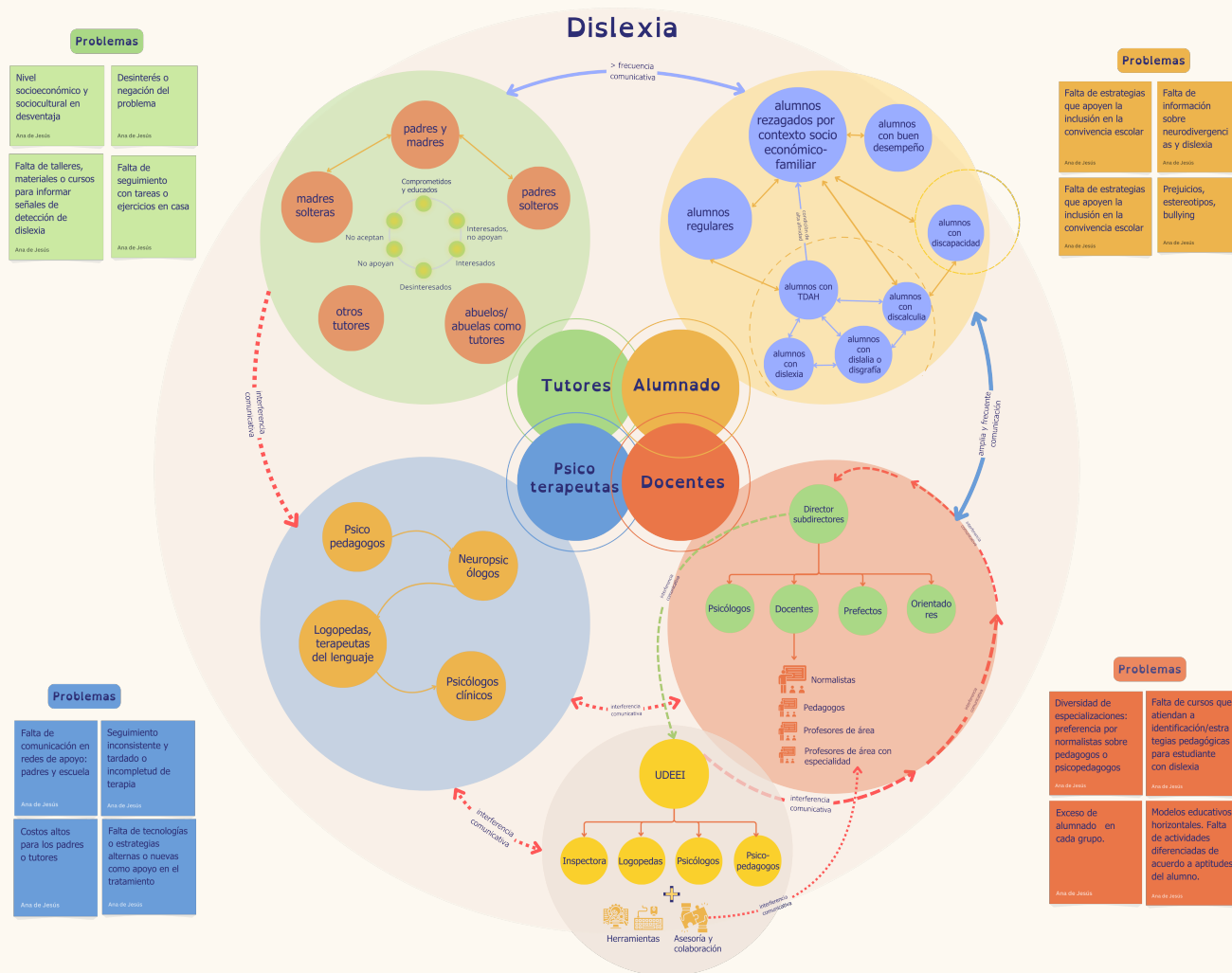


Figura 4.3. Mapa de actores y sus relaciones en diversos ecosistemas. Al centro, están los cuatro actores principales: tutores (verde), alumnado (amarillo), psicoterapeutas (azul) y docentes (naranja).

4.3.4. Entrevistas semiestructuradas

El diseño de información dispone de un abanico de métodos que podemos utilizar para recabar la recopilación de datos. Según Sheila Pontis, las entrevistas contextuales sirven para “comprender las reflexiones de las personas sobre sus propias acciones y experiencias, intenciones y motivaciones, actitudes, valores, percepciones y sentimientos.” (Pontis, 2022, p. 167). Las entrevistas contextuales son en realidad entrevistas semiestructuradas que se parecen más a una conversación con temáticas específicas. En muchas ocasiones las preguntas preparadas no se realizan, todo depende de los giros contextuales que se vayan dando.

La localización de contactos se realizó por diferentes vías. Debido a la experiencia laboral en el área de la educación básica, contactamos a docentes que quisieran contar sus experiencias y nos dieran un panorama general del funcionamiento interno de las escuelas. Para las instituciones oficiales o las organizaciones, el contacto fue directo, localizados por el equipo y por medio de vías institucionales de la universidad. El tema de contacto con alumnos y padres de familia fue más complicado. Para ello, realizamos invitaciones a grupos de Facebook y Whatsapp sobre dislexia, para que nos contactaran y hablaran voluntaria y abiertamente sobre el tema.

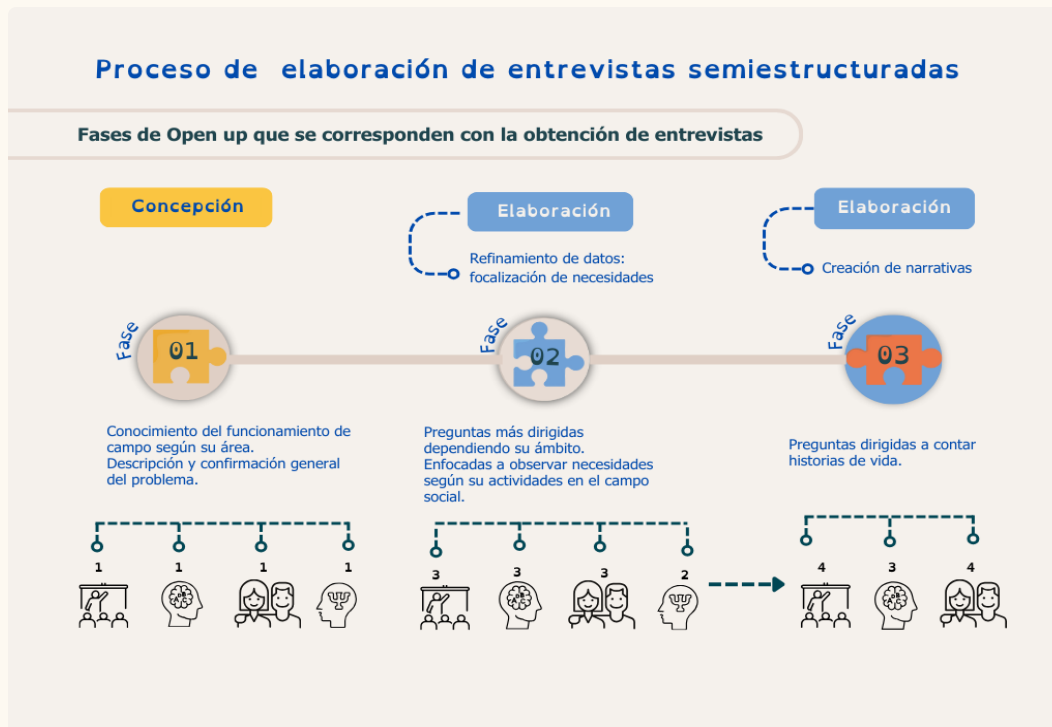


Figura 4.4. Proceso de elaboración de entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas fueron realizadas en su mayoría de manera remota, a través de las plataformas de comunicación *Meet* o *Zoom*, debido a las complicaciones logísticas y a los tiempos disponibles del usuario. El tiempo de realización de cada entrevista osciló entre 40 minutos a 1 hora. Para las primeras entrevistas, realizamos una batería de preguntas por cada grupo; dichas baterías fueron haciéndose más generales a medida que recabamos información y nos interesaban más las narraciones de sus historias. La Figura 4.4 sistematiza el proceso de entrevistas y muestra cuántos integrantes entrevistamos en cada fase y cuáles fueron las historias finales ideales para las narrativas de la exposición. Las baterías de preguntas y la lista de contactos se pueden ver en los [Anexos](#).

Una vez registrados los audios se transcribieron a través de la herramienta traductor de audio, de los documentos de Google para su posterior tratamiento. La [Figura 4.5](#) expone parte de las transcripciones literales realizadas.

Entrevista - Disfam

Víctor Beller- Representante de Disfam, CDMX

Víctor Bel: Ya estamos listas

Ana: Qué tal Buenas tardes.

Víctor Beller: ¿Qué tal se me oye?

Ana: Se escucha muy bien, ¿Me escucho también de manera adecuada?

Víctor: Cuéntame un poquito ¿Quiénes son ustedes, qué necesitan? empecen

Ana: bueno Primero que nada Nosotras somos maestrantes alumnas de maestría de la maestría en diseño información y comunicación de la UAM Cuajimalpa. Mi equipo está conformado por dos personas que estamos en la línea de comunicación que soy yo su servidora Anayeli Paulino y una colega que también es la licenciada Heaven Love Martínez que está aquí a mi lado me aparece Porque alguien tiene que estar enfocada en la cámara; y mi compañera Guadalupe, y mi compañera Frida, que son maestrantes en la línea de sistemas lo que tiene que ver con tecnologías con computación.

Víctor: ¿Y de ahí cómo conectan con la dislexia?

Ana: Justamente La maestría está enfocada en construir y diseñar proyectos interdisciplinarios que estén orientados al beneficio social al beneficio de muy particular de algún problema social, entonces nosotras yo en mi caso, y Heaven hemos

Figura 4.5. Ejemplos de la transcripción de entrevistas semiestructuradas.

4.3.5. Creación de perfiles persona

Los perfiles persona, en el ámbito del diseño, son una técnica de análisis en la que se recrea un personaje que reúne todas las características de personas reales, con objetivos fundamentales (Cooper, 2004). La creación de estos personajes permite sistematizar, construir escenarios, brindar una referencia común al equipo de trabajo, generar empatía, entre otras características. En resumen, la creación de perfiles persona “apoya la comunicación durante el proceso de diseño, humaniza el análisis y genera escenarios” (Castañeda Arredondo, s.f.).

A partir de las entrevistas, pudimos unificar rasgos clave y necesidades apremiantes para nuestros futuros visitantes. Por ejemplo, la necesidad de incluir y apoyarse en tecnologías era algo que debía utilizarse como complementario, y para un alumno con dificultades no debería depender únicamente de los recursos digitales. Igualmente, hubo consenso general en que nuestros visitantes-participantes tenían conocimientos más o menos consolidados como páginas de internet, videos, podcasts y algunos juegos digitalizados, como crucigramas, mas no incorporaban la tecnología en sus clases de manera recurrente.



Figura 4.6. Perfil persona creado a partir del análisis de entrevistas. Se realizó un perfil por cada visitante-participante objetivo.

Por otro lado, los perfiles persona arrojaron apreciaciones interesantes. Los alumnos y algunos tutores, por ejemplo, estaban coincidiendo en que la dislexia era una condición diferente, sin darle mayor importancia, ya que estaban seguros de que la etapa más problemática era la escolar básica (primaria y secundaria); con todo, una vez superada esta fase académica, encontraban su camino sin problemas, siempre y cuando sus padres y la propia escuela identificara sus fortalezas. Asimismo, concordaron en que la focalización del problema no estaba en las personas disléxicas, sino en cómo las demás personas los observaban y trataban a raíz de la falta de información que poseían.

4.3.6. Planeación del guion a partir de narrativas significativas

En su obra *El guion multimedia* (2012), Caterina Ramón y Marta Serra afirman que el guion audiovisual debe de planificarse desde las primeras etapas de concepción del nuevo proyecto, es decir, desde la fase de Concepción de *OpenUP* del trabajo. En la fase de Concepción, se pueden realizar varias actividades según con los autores mencionados, pero las principales son la idea y la sinopsis. La idea consiste en responder brevemente, en una sentencia, lo que se va a narrar, incluyendo el espacio, los objetos y la historia. Aquí se sintetiza, en una o dos oraciones, de qué trata la narración. Luego, en la sinopsis se amplía dicha descripción, como si se tratara de la sinopsis de una obra fílmica. La **Figura 4.7** muestra los textos de ambas fichas.



Figura 4.7. Idea general de la exposición y sinopsis, de acuerdo con la planificación de narrativas

En la teoría clásica, la narración es concebida como una sucesión de acciones dadas a través del tiempo, en el que hay varios cambios en el relato, hasta que se llega a un punto final de relativo equilibrio. A partir de esta base, se pueden integrar otros elementos, por ejemplo, desde el punto de vista pragmático, para que esta serie de eventos cambie y después se restablezca, es necesaria la presencia de intriga (Cervantes virtual, 2024)

De ahí, se integran diferentes propiedades y características acorde con el enfoque y la corriente teórica que sigan los autores. Teun A van Dijk, puntualiza que los textos narrativos, en primer lugar, es decir, en el contexto conversacional son "narraciones que se producen en la comunicación cotidiana" (1992, p. 153). Este tipo de narraciones quedan en un primer plano por aparecer en un contexto conversacional oral y único, ser espontáneas y no planeadas, y constituir una técnica de cohesión social al contar lo que nos ha pasado o lo que ha pasado con alguien.

En un segundo plano, están los otros tipos de narraciones: cuentos o novelas, mitos, leyendas, chistes, etc. Finalmente, un tercer tipo de narración es la de un nivel estético más cuidado, nos referimos a la narración literaria, como novelas, cuentos y obras dramáticas.

Una vez que obtuvimos las anécdotas narradas por nuestros usuarios, el siguiente paso fue realizar un proceso de identificación y extracción de narrativas clave que pudieran hilarse con el resto del proceso de diseño. Este proceso también está íntimamente ligado a la creación de perfil persona (véase [Creación de perfiles persona](#)). Por lo anterior, una primera técnica a utilizar fueron las agrupaciones de afinidad (Jiro Kawakita, s.f.), que es una técnica similar a la también llamada agrupación temática (Ramón y Serra, 2012). Este método consiste en organizar grandes cantidades de información o ideas en grupos basados en su relación y afinidad. Este método es especialmente útil en el análisis cualitativo de datos y en la resolución de problemas cuando se necesita identificar patrones y temas comunes.

A pesar de la multiplicidad de tópicos que pudimos reconocer en las entrevistas, fueron las siguientes temáticas las que nos interesaron:

Características de la dislexia: Conocimientos básicos, neurobiológicos, psicológicos, actitudinales y físicos de personas con dislexia que se deberían conocer.

Fortalezas de personas con dislexia: relacionadas con las cualidades psicológicas, sociales e intelectuales de gente con dislexia. Incluimos aquí relatos positivos que evidenciaran oportunidades o buenas prácticas.

Dificultades de la dislexia: Capacidades diferentes que ocasionaran desventaja o dificultad en determinadas prácticas estandarizadas, historias que evidenciaran dificultades en convivencia o malentendidos con los demás.

Opiniones o reflexión: Opiniones y reflexiones fuera de las preguntas o adicional a alguna de ellas que desearan externar los visitantes acerca de la dislexia.

El siguiente fragmento, por ejemplo, se agrupó en “Opiniones libres o de reflexión:”

Alfredo: Pues yo creo que sucede algo quizá un poco paradójico. Porque mientras que no sabemos bien a bien qué es, en todos lados escuchas a la gente cuando se equivoca en una lectura dice “Ay, mi dislexia”. Entonces, por un lado, está el completo desconocimiento por parte de la sociedad en general, y más preocupante por el lado de las autoridades educativas. Y por otro lado está la banalización del problema, como que es algo que todo el mundo dice así tan fácil que cuando realmente hay alguien que tiene el problema no se le da importancia. Entonces, desde el hecho de que no hay, como comentábamos al principio, esta capacitación es pertinente. Incluso entre los profesores, hay, obviamente, no todos, estamos hablando en general, hay hasta cierto desinterés por ese tipo de problema. Se comentaba alguna vez cuando trabajamos en ----- (título de la escuela): “Eso es cuestión de los profesores de español”, la verdad es que no. Incluso te reclaman “Oye, es que fulano no sabe escribir, bueno pues, en tu materia también tendría que escribir, tú también tendrías que corregirle”, pero no, tú sabes que eso le toca al profesor de español. Entonces, sí se dificulta el trabajo un poco porque igual por parte del directivo es como “Ahí están las barreras para el aprendizaje: atiéndanlas”. Ajá. “Ah, sí, resuélvalo”. Sí, sí me toca resolverlo, sí me toca a mí trabajar, pero pues también ofrécame algo, ¿no? Ayúdame.

En resumen, las agrupaciones de afinidad o la agrupación temática fueron clave para que en la siguiente fase se aborde la naturaleza de los módulos y para bosquejar los textos que acompañarían a cada uno de los carteles en la exposición.

Lo siguiente por hacer era sistematizar el texto meramente narrativo a los demás elementos que conforman la exposición: desde objetos hasta las aplicaciones. Esto se conoce como diseño de la interactividad, la cual está explicada en capítulos posteriores (véase [diseño de las actividades](#)).

4.4. Fase de elaboración o diseño preliminar y esquemático de la exposición: requerimientos, espacio, módulos, recorrido y bocetaje

El espacio expositivo se encarga de configurar el resto de los elementos de una exposición (García y Alonso, 2010). El proceso de acomodo, instalación y montaje de los objetos en el sitio elegido produce una sinergia que es la responsable de producir el acontecimiento lingüístico y el perfil del mensaje.

Como dijimos anteriormente, el espacio de nuestra exposición debía ser un interior con luz y con la mínima cantidad de elementos posibles, para evitar la saturación de objetos. Así, el sitio elegido fue un salón común de clases. Este escenario ayudaría a prever posibles limitaciones con respecto a objetos o infraestructura que hicieran falta en la exposición. Descartamos la posibilidad de la existencia de mobiliario, mamparas o algún material adicional de apoyo propio de exposiciones; asimismo, la exposición es de baja densidad objetual, pues los objetos que servirán a la exposición son virtuales; el resto del apoyo serán diseños visuales como SIP, cartelas e infografías.

Entre el material con el que sí contamos se encontraban mesas, un par de sillas, entradas para enchufes, el pizarrón y entradas de luz natural por las ventanas. El material que corre por cuenta del equipo sería entonces: lentes de realidad virtual, un par de Tablets, carteles, audífonos, carteles de SIP. La [Tabla 4.2](#) sintetiza la lista de requerimientos realizados en esta etapa.

Actividad	Requerimientos funcionales		Requerimientos no funcionales
	Hardware	Software	
Videomapping de datos	4 proyectores (con entrada usb)	Editor de video (Premiere)	Estructura de cuatro paredes
	Cámara de video o celular	Videos en formato mp4	4 repisas
	Grabadora de audio	Audios en formato	Conectores de pared
	4 bocinas r1280 dbs	Editor de audio (Reaper)	Multicontactos
	Memorias externas (2)		Adaptadores
	Computadora o laptop		Cables: HDMI,
			Cortinas negras 2.5m
			Mamparas
Generador de dibujo y sonido (Kinect)	Pantalla led para escenarios de 55 pulgadas (139 cm)	Programa para sincronizar sensor con imagen y audio (Proccesing o Touchdesigner)	1 pared (ocupar el ángulo más
	Kinect para Xbox 360		Rótulos con SIP de 15 x 8.5 pulgadas
	2 bocinas para computadora		Rótulos con Iconos
			Conector de pared
Generador de visuales con palabras (Datos)	Tablet Android de 13 pulgadas aprox	Programa para crear la interfaz (Página web, Aplicación móvil)	Rótulos con SIP y rótulos con justificación de la actividad 15 x 8.5 pulgadas
	Proyector min led portatil android		Cables de conexión (de tablet a proyector)
	2 Datos impresos en 3D 25 x 25 x 25 cm3		Atril de madera para soporte de tablet
			Cuadro blanco en la pared para proyectar

Tabla 4.2. Primera lista de requerimientos tecnológicos funcionales y no funcionales.

Las [Figuras 4.7 y 4.8](#) muestran los primeros bocetos del recorrido realizados. Inicialmente, optamos por un recorrido de circulación libre, sin embargo, la disposición de mamparas podría ser limitada en una escuela. En esta fase, los bocetos pueden realizarse de manera tradicional, con trazos rápidos, técnicas de grafito, bolígrafo o marcador (Miranda Martinelli, 2012). Igualmente se puede utilizar software indicado para su realización.

El diseño de módulos tuvo que ver con las temáticas halladas en las entrevistas y en la estructura de un relato. Quisimos conjuntar ideas que dieran perspectivas reales y no centrarnos únicamente en las limitaciones, sino en sus habilidades. Además de ello, sabíamos que debíamos partir de una base, un punto inicial, y de allí pasar a bloques que brindaran mayor emotividad a los usuarios y les brindaran una suerte de drama o puntos de mayor intensidad, de acuerdo con la trama de toda narración. Nuestro punto de reequilibrio sería el módulo final, en el cual deseábamos que el visitante-participante gozara de libertad. La agrupación de los módulos también permitiría desarrollar diferentes dinámicas que atrajeran su atención (véase [Planificación y diseño preliminar de las actividades](#)).



Figuras 4.7 y 4.8. Primeros bocetos del recorrido.

Ahora bien, decidimos en un primer momento nombrar las salas o módulos en un inicio como descripción del objetivo: **Desmitificación**, para mostrar información inicial; **Perspectivas y frustraciones**, en donde incluiríamos ejercicios acerca de los problemas u obstáculos; **Fortalezas**, para transmitir información acerca de casos de éxito y métodos educativos para mejorar el desempeño en el aula; y finalmente, **Reflexión**, que enmarcaría las opiniones finales. Con todo, para la muestra final, optamos por cambiar los nombres a frases más familiares e intuitivas para nuestros usuarios. La [Tabla 4.3](#) muestra la readaptación de los nombres de los módulos.

Sala	Nombre inicial	Nombre para la exposición
1	Desmitificación	De letra en letra, ¿qué es la dislexia?
2	Perspectivas y frustración	El laberinto de la dislexia: frustraciones y desafíos
3	Fortalezas	Más allá de las palabras: fortalezas de la dislexia
4	Reflexión	Juntos hasta la última pieza: reflexión

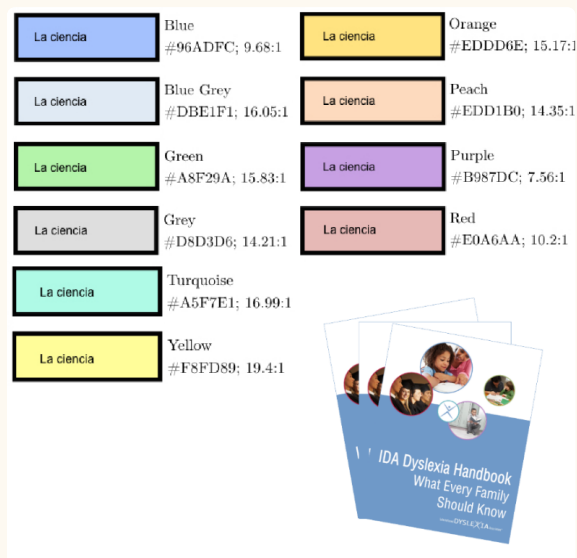
Tabla 4.3. Nombres de los módulos

Como se muestra en las [Figuras 4.7 y 4.8](#), cada boceto dibujaba una paleta de colores determinada. Sin embargo, la [Figura 4.9](#), con el boceto final, muestra la paleta definitiva. Esta fue elegida tomando como referencia las paletas propuestas por organizaciones como *Change Dyslexia*, Asociación británica de dislexia, organizaciones de gobierno, Disfam, campañas a favor de la dislexia, entre otras. En la imagen, se muestra la selección de colores cálidos (crema, amarillo, naranja) que contribuyen a mejorar y hacer la lectura más rápido. A pesar del color verde y de la fuerza del naranja, es posible jugar con las transparencias de ambos para adaptar la legibilidad. El color azul más intenso será utilizado para los textos más intensos.

4.4.1. Planificación y diseño de las actividades

El siguiente paso fue concentrarnos en el diseño de las actividades, tomando en cuenta toda la información recabada: las entrevistas, los perfiles de usuario elaborados a partir de estas, y los participantes principales que consideramos para el proyecto. En primera instancia, nos enfocamos en los docentes con conocimientos previos en relación con las dificultades del aprendizaje y, posteriormente, en los demás miembros de la comunidad estudiantil.

También consideramos el espacio disponible (el salón de una primaria o secundaria pública y sus dimensiones) para aprovechar los recursos accesibles, asegurando al mismo tiempo un entorno propicio para las actividades delineadas. Evaluamos las herramientas y recursos disponibles, o los requerimientos del entorno en un salón de clases promedio, como luces, enchufes, bancas, pizarrones, etc. Por último, integramos la información recabada en las entrevistas en cuanto a las vivencias de personas con dislexia.



COLORES



Figura 4.9. Paleta de colores elegida (derecha) basadas en otras paletas de colores y colores utilizados en otras instituciones (izquierda). Los números y letras al lado de cada color corresponden a un sistema estándar de colores o *pantones*.

El diseño de las actividades se orientó para nuestro público objetivo: los docentes. Resultó esencial encontrar propuestas dinámicas, lúdicas, y a la vez atractivas para participantes con una trayectoria en el aprendizaje, pero no necesariamente en el tema en cuestión. Primero, optamos por basarnos en la gamificación, una técnica que, aunque fue utilizada por primera vez en 2002 en el ámbito de los videojuegos, también tiene aplicaciones variadas en contextos como la milicia, las corporaciones y el *marketing* (mercadotecnia). Esta técnica ha sido ampliamente adoptada en la esfera educativa, trasladando la idea del juego a la enseñanza.

Sin embargo, notamos que, aunque la gamificación ha sido utilizada en el ámbito educativo por personas como Salma Khan de Khan Academy en los ejercicios interactivos de la revolucionaria plataforma digital educativa, también era pertinente conectar esto con alguna metodología o enfoque que abordara específicamente los desafíos particulares en el proceso de aprendizaje dentro del entorno educativo de las DEA. Así pues, optamos por la metodología Orton-Gillingham, que está enfocada en la educación de alumnos con dislexia y otras dificultades específicas de aprendizaje (DEA) y que utiliza la multisensorialidad en el aula. De esta manera, el resultado sería una integración efectiva de técnicas modernas con métodos probados.

Considerando estos puntos, las actividades que buscamos integrar en el espacio museológico incluyeron lectura, inmersión en el entorno, actividades colaborativas, e interacciones directas entre el visitante-participante y la exposición. Dicho de otra manera, actividades lúdicas que además simularan el entorno escolar. Para ciertas actividades que implican lectura de comprensión y con el fin de obtener resultados lo más fidedignos y cercanos al salón de clases, tomamos como referencia los libros emitidos por la Secretaría de Educación Pública (SEP) para el ciclo escolar 2023-2024 a nivel primaria, mismos que se encuentran disponibles en línea y están abiertos al público en general.

Estado	Nombre de Actividad	Descripción	Mecánica	Dinámica
No realizado	Video 360°: Simulación de un salón de clases	En este espacio, se encuentran sillas y lentes de realidad virtual. Los visitantes, al tomar asiento y colocarse los lentes, podrán observar un video de 360 grados que se desarrolla en un salón de clases. Además, se reproduce un sonido ambiental que simula el entorno de un aula.	Lentes de Realidad Virtual, sillas giratorias, video 360 grados para proyectar y sonido ambiental de un salón de clases	1. El visitante ingresa al espacio destinado a la actividad de video 360°: simulación de un salón de clases. 2. Observa las instrucciones que lo guían hacia una mesa donde se encuentran los lentes de Realidad Virtual. 3. Después de tomar los lentes, se dirige hacia una silla giratoria y toma asiento. 4. Se coloca los lentes y observa un letrero que le indica la forma correcta de colocarse los lentes, incluyendo las instrucciones para girar durante la proyección del video. 5. Inicia la proyección de la historia. En la primera escena, se visualiza un salón de clases con compañeros y una profesora. 6. Comienza la escena dos, donde la profesora se muestra en primer plano, regala un regalo simulando un regalo directo al visitante. 7. Inicia la escena tres, donde se muestran todos los compañeros, algunos voltean directamente hacia el visitante. 8. Comienza la escena cuatro, con un libro que presenta palabras desordenadas para leer, junto con otra escena de una mano borrando. 9. La proyección del video termina y después de unos segundos, se presentan instrucciones para retirarse los lentes de RV y dejarlos nuevamente en la mesa de la actividad.
				1. El participante entra a la sala y lee las instrucciones para ponerse los lentes. 2. El participante toma asiento en uno de los pupitres disponibles. 3. El participante se pone los lentes de RV, observa un letrero donde se le explica cómo colocar y ajustar nuevamente los lentes. 4. Comienza la proyección de la actividad. En la primera escena se aprecia un salón de clases con una profesora y compañeros a su alrededor. 5. La profesora virtual comienza a leer un libro. 6. En el video (donde nos encontramos desde la perspectiva del participante) se visualiza un salón de clases con compañeros y una profesora. 7. La profesora virtual comienza a leer un libro. 8. El participante observa la proyección del video. 9. La proyección del video termina y después de unos segundos, se presentan instrucciones para retirarse los lentes de RV y dejarlos nuevamente en la mesa de la actividad.

Tabla 4.4. Desglose de actividades el avance en el que se encuentra, su nombre, descripción, herramientas necesarias para el correcto funcionamiento y dinámicas.

Una vez definidos los parámetros y lo que se deseaba transmitir, distribuimos nuestras actividades en los 4 módulos y las organizamos por medio de una matriz denominada "Actividades adaptadas a las tecnologías de RA y RV", y dividido en 5 apartados: el **Estado** o situación actual de la actividad: si se ha realizado y es posible realizar una prueba piloto; si es necesario redefinirla o si bien, la tecnología o el diseño de la misma precisan de cambios. El **Nombre** para mejor identificación; la **Descripción del entorno** que compete a la actividad donde describimos esquemáticamente la dinámica general de la aplicación; la **Mecánica**, donde existe una descripción detallada de las herramientas requeridas para su correcto funcionamiento, y finalmente, la **Dinámica**, la cual es una descripción de los pasos que el visitante-participante realiza para que la actividad se lleve a cabo y que servirán para el desarrollo del código como se aprecia en la [Tabla 4.4](#).

Posteriormente, añadimos los apartados de **Estética** que define lo que queremos lograr en términos de experiencia, en el usuario. Para este, consideramos el manual de dislexia de la *International Dyslexia Association* (Asociación Internacional de Dislexia o IDA por sus siglas en inglés), que cuenta entre otras cosas con varios síntomas o señales de aviso al docente, psicólogo, institución o tutor acerca de una posible dificultad del aprendizaje, así como descripciones de los retos que enfrentan día a día las personas con el pensamiento disléxico; Por último, el apartado de **sala renombrada**, con los nombres definitivos para cada módulo de la exposición, procurando que fuera llamativo y claro.

Así, con la sistematización de esta información continuamos con el propio diseño y desarrollo de **las actividades**, el cual corresponde a nuestro siguiente paso. Vimos, por un lado, que esta manera de descomponer o desglosar las actividades nos permitía considerar qué aspectos era necesario mostrar, qué actividades sumaban al proyecto y cuáles eran similares al verlas en conjunto, para así, posteriormente modificarlas o en su caso, eliminarlas. Aunado a esto, homogeniza la información para cada miembro del equipo en cuanto al objetivo, las herramientas y procedimientos y permitía a su vez evaluar si era factible cumplir con los requisitos.

Las actividades se dividieron en tres tipos, mismas que distribuimos en cada uno de los cuatro módulos: en primer lugar, la **actividad central**, que corresponde a una actividad inmersiva que use interacción y le permita al visitante-participante interactuar con el museo de manera dinámica. Para esta misma se consideraron la RA y RV; una **actividad complementaria** o de apoyo, la cual se basa en audios con vivencias tomados de las entrevistas proporcionadas por diversos actores que interactúan en el ámbito educativo y que se encuentran en contacto con o bien, son personas con dislexia. Estos audios se encuentran distribuidos a lo largo de cada módulo y obedecen a la temática del mismo. Por último, consideramos actividades que si bien son parte de la actividad central son independientes en el sentido de que un participante que opte por prescindir de las tecnologías que forman parte del recorrido pueda hacerlo sin poner en riesgo la adquisición del conocimiento. Estas actividades se encuentran centradas en la **visualización de la información**.

En la [Figura 4.11](#) de la **fase de Construcción**, realizamos el boceto final de los módulos y el recorrido en donde se distribuyen las actividades centrales, de apoyo y de visualización.

4.4.2. Descripción de actividades por módulo

4.4.2.1. Módulo de Desmitificación

Para esta sala el objetivo consiste en considerar por un lado lo que comúnmente se piensa en cuanto a la dislexia, lo que se sabe o se toma como certero por parte de los docentes, y por el otro contrastar dicha información con lo que se sabe hasta ahora, los descubrimientos y la información fidedigna acerca de esta dificultad de aprendizaje. Así pues, consideramos que para esta sala una manera óptima de llevar la información deseada es la inmersión en el día a día de una persona con dislexia en el entorno donde con mayor frecuencia encuentra retos: el salón de clases.

La actividad contempla que el visitante-participante se adentre en el entorno escolar mientras un profesor virtual realiza un dictado. Para lograr esto, decidimos emplear una cámara 360 °. El espacio donde se lleva a cabo es en relación con la temática: butacas o sillas escolares, un pizarrón y el escritorio del docente. Los participantes entrarían en este entorno en conjunto, sin embargo, la actividad con realidad virtual les permitiría a su vez disfrutar de esta actividad de manera individual una vez que se sentaran en las butacas y se pusieran las gafas con realidad virtual. Consideramos a su vez que un porcentaje (cifra) de la población presenta malestares diversos como mareos, náuseas o desorientación al usar esta tecnología, por lo que colocamos carteles orientados al objetivo: dar información al público acerca de lo que es la dislexia. Estos carteles vienen acompañados con códigos QR, para evitar la sobrecarga de información y mejorar la facilidad de lectura.

4.4.2.2. Módulo de Frustraciones

Para la siguiente sala, se busca ampliar el marco de percepción en cuanto al tema, recreando las actividades propias de un salón de clases, y su sentir en comparación con otros compañeros, así como todo lo que conlleva. La actividad consiste en el uso de la realidad virtual como coadyuvante central. Con esta tecnología, la actividad de dictado en el salón de clases se desarrolla por medio de una interacción directa desde la perspectiva del alumno. El visitante-participante tiene facilidad de girar la cabeza en su butaca y así lograr esta ilusión de tomar el lugar de la persona. En la parte auditiva, aprecia compañeros de todo tipo, es decir comentarios por parte de compañeros tanto positivos como negativos: compañeros que ofrecen ayuda pasando la respuesta, como comentarios sarcásticos o burlones mientras en el fondo se escucha un docente leyendo las instrucciones de la actividad. Después de cierto tiempo, se logra apreciar cómo algunos alumnos se van levantando para entregarle la actividad al profesor, y por último, la voz del mismo profesor que le indica al participante que le dio más tiempo del esperado.

Así pues, en la parte auditiva se puede apreciar 3 voces diferentes: la voz interna de la persona con dislexia, la voz de los compañeros, y la voz del docente.

4.4.2.3. Módulo de Fortalezas

Para esta sala, se busca que el visitante-participante considere las diversas maneras de representar una misma información, más allá de las centradas en la lectoescritura, a su vez que contemple además las perspectivas de las personas con dislexia.

Para lograr este cometido, se optó por la realidad aumentada. Dicha sala tiene a la vista diversos posters con información adicional acerca de la dislexia: la manera en que el cerebro disléxico se maneja, las diversas perspectivas y los tipos de dislexia. Cada cartel viene con una temática, por lo que los participantes deberán acercarse a los carteles y optar por usar la RA para ver más información del cartel o prescindir de la tecnología. Asimismo, cada cartel viene con un tipo de visualización o acomodo diferente de información: el cartel que muestra la manera en que piensa una persona con dislexia, se visualiza por medio de un mapa conceptual que asemeja ramificaciones cerebrales. Los diferentes tipos de dislexia se exhiben por medio de un mapa mental, el cartel que muestra las diversas perspectivas es un diagrama, etc. De estos 3 carteles vienen adicionados con una actividad que permite la creación de un visual y el reacomodo de la información.

4.4.2.4. Módulo de Reflexión

Dentro de este módulo, el objetivo se centra en la participación en conjunto con enfoque reflexivo para promover la consolidación de aprendizajes. Para ello se contempla el uso de piezas reutilizables de rompecabezas como herramienta didáctica.

La actividad requiere el espacio suficientemente amplio para albergar de cuatro a seis participantes, con un área específica para la manipulación (dibujar o escribir) de las piezas y la provisión de marcadores o plumones de diversos colores.

Como primer paso, los visitantes seleccionan de manera individual una pieza de rompecabezas y plasman en ella información relevante en relación con los otros tres módulos: una frase que las actividades evocaron, un dibujo, o una reflexión. Posteriormente se dirigen al espacio central designado para unir las piezas, dando lugar a la formación de un mosaico o *collage*.

Una vez ensamblado dicho *collage*, es posible observar y analizar la composición resultante. Si bien la actividad es en conjunto, se invita a los visitantes a inspeccionar las otras piezas y reflexionar de manera individual. Las piezas por su parte disponen de un marco determinado, lo que facilita el correcto ensamblaje y reduce a su vez la posible frustración por comparación grupal.

Si bien es cierto que tenemos la intención de utilizar tecnologías de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA). En esta última actividad prescindiremos de ambas, justo para fomentar la colaboración. Las actividades, al recrear un entorno similar al de un salón de clases, deben presentarse como un trabajo en equipo, tal como ocurre comúnmente en las escuelas. Recordando que específicamente, se espera que las personas con pensamiento disléxico colaboren y realicen sus aprendizajes conjuntamente.

Además, se aspira a un espacio conjunto de reflexiones sobre las experiencias vividas y, al mismo tiempo, que se identifiquen herramientas útiles para incorporar en el aula con el fin de apoyar a los estudiantes con dislexia. Cada módulo está diseñado para que los visitantes comprendan, por un lado, los desafíos que enfrentan las personas con dislexia, las habilidades que poseen, así como las diversas formas de aprendizaje y la importancia del trabajo en equipo.

No se pretende que este sea un curso de formación docente, sino que se conciben como módulos informativos que invitan a la reflexión y promueven un cambio en la percepción común acerca de las personas con dificultades de aprendizaje.

4.4.3 Diseño de actividades a partir de MDA

Una vez definidas las actividades inicialmente, se procedió al diseño, considerando la importancia de lograr un acercamiento entre el usuario y la tecnología escogida. Reconocemos que en esta etapa los miembros del equipo pierden cierto control sobre las acciones del visitante-participante, ya que una vez que este entra a la sala, es él quien decide qué actividades realizar y de qué manera. Aunque uno de los objetivos es lograr que el usuario se conecte con la realidad virtual o la realidad aumentada, también se espera que esto ocurra al evocar emociones humanas como sorpresa, alegría y curiosidad, entre otras, mientras usa estas tecnologías.

Reconocemos que este es un reto debido a la volatilidad y las variantes en las reacciones humanas ante ciertas situaciones. Es decir, aunque podemos intentar evocar estas emociones, no todos los seres humanos responden de la misma manera. Por lo tanto, aunque somos conscientes de la imposibilidad de alcanzar este objetivo al 100%, es imperativo lograr evocar las emociones deseadas en el mayor número de participantes posible.

Es aquí donde entra la herramienta MDA, que genera un puente entre el diseñador del juego, y el usuario que para nosotros es el visitante-participante. Esta herramienta de mecánica, dinámica y estética (*Mechanics, Dynamics and Aesthetics* por sus siglas en inglés) considera la impredecibilidad del usuario en cuanto a sus reacciones ante situaciones que un diseñador por medio del videojuego le pueda presentar (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. 2004).

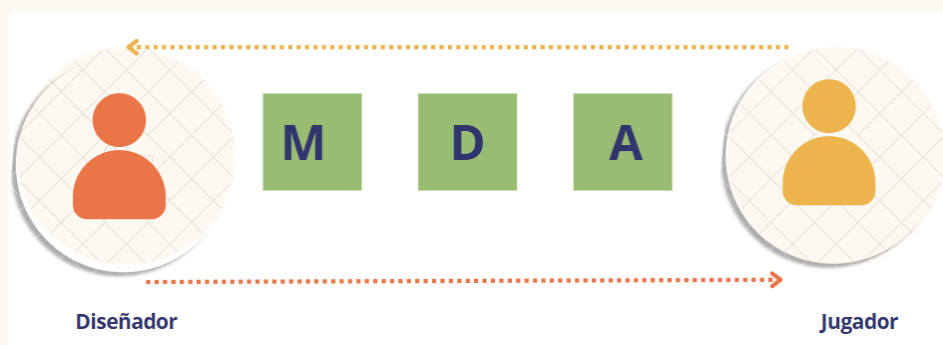


Figura 4.10. Diagrama de MDA y la conexión entre el jugador y el diseñador. Adaptado de Game Developer Tips. (2024)

Mecánica: se refiere a los algoritmos o en el caso de nuestro proyecto a las reglas para el funcionamiento de la aplicación o tecnología. Es decir, abarca los procedimientos e interacciones dentro de la actividad. **La dinámica** por su parte es el comportamiento que surge debido a la interacción que se tiene con la aplicación, su experiencia o sensación. Dicho de otro modo, estas reglas del juego hacen que el participante interactúe y una vez que lo haga, provocan un tipo de reacción acorde a lo que perciben. Por último, consideramos **la estética:** las sensaciones provocadas por la actividad realizada. Si jugamos un videojuego ¿qué es lo que sentimos al jugarlo por primera vez? ¿Qué sucede cuando avanzamos de nivel? ¿Cuándo superamos nuestro récord anterior?

Aplicado a nuestras actividades, el enfoque MDA ha sido especialmente valioso para el desarrollo de la exposición, ya que nos permitió enfocar el diseño tanto en la evocación de emociones como en la comprensión del espacio expositivo por parte del visitante-participante. Tal como se mencionó previamente, analizamos qué tecnologías eran las más adecuadas para nuestra propuesta —optando por la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) por las razones ya expuestas—. En esta etapa, el modelo MDA nos permitió repensar y redefinir las actividades planteadas para cada módulo, considerando las particularidades de las tecnologías seleccionadas, las experiencias que deseamos alcanzar.

A partir de este enfoque, se elaboró una tabla que describe cada actividad, su objetivo y la interacción que tiene el usuario con ella. El modelo contempla diferentes variantes: cómo funciona la actividad, qué tipo de interacción se espera por parte del visitante, qué emociones y percepciones se busca generar al visitante, así como las posibles variantes al interactuar el usuario con las actividades.

Diseñar nuestras actividades con base en el modelo MDA nos permitió no solo adaptar las propuestas iniciales a las tecnologías seleccionadas, sino también posicionar las necesidades de la persona que usa la aplicación como eje rector en el diseño. Así, cada actividad se configuró en función de cómo sería experimentada, qué sensaciones deseábamos provocar y qué significado emergente podría construirse a través de su participación.

Actividad	Tecnología	Objetivo	Mecánicas (reglas y funcionamiento)	Dinámicas	Estética	Variantes posibles según acciones del visitante
Sopa de letras	Realidad Aumentada	Generar un primer acercamiento empático hacia la dislexia, simulando la dificultad visual al leer.	El cartel impreso presenta una sopa de letras con palabras escondidas. Las letras están en espejo o volteadas. Al apuntar con el dispositivo (tablet), se activa una animación en RA que resuelve la sopa y finaliza con el mensaje "Así se siente tener dislexia".	El visitante primero intenta encontrar las palabras por su cuenta. Si no puede, decide usar la RA. Observa cómo se resuelven las palabras automáticamente y escucha el mensaje final.	Confusión inicial, sorpresa, comprensión, curiosidad, apertura emocional.	- El visitante intenta sin ayuda. - Usa el dispositivo desde el inicio. - No usa el dispositivo. - Ve la animación completa y reflexiona. - Ignora el mensaje final.
Salón de clases	Realidad Aumentada	Recrear un ambiente escolar para que los visitantes experimenten las dificultades de aprendizaje que enfrentan los estudiantes con dislexia.	Elementos físicos (mesa, sillas, cuaderno, libros y pizarrón) están marcados con códigos de RA. - Cuaderno: activa dictado distorsionado con manchas y números volteados. - Libros: muestran texto alterado con distintos niveles de dislexia (leve, moderado, grave). - Pizarrón: despliega una tarea común con alteraciones visuales. - Audios de testimonios reales enriquecen cada experiencia.	El visitante interactúa libremente en el espacio destinado a la actividad. Decide qué objeto explorar. Observa distorsiones visuales, escucha testimonios que generan una conexión emocional. Compara las diferentes experiencias entre libros. Observa diferencias entre una "tarea normal" y una distorsionada.	Curiosidad, empatía, reflexión, conciencia, identificación, sorpresa, respeto por la diversidad de aprendizaje.	- El visitante interactúa solo con un elemento o con todos. - Puede saltarse los audios o escucharlos todos. - Puede comparar niveles de dislexia en los libros o no. - Puede ver el pizarrón antes o después del cuaderno. - Puede experimentar la actividad en silencio o con otros visitantes.
Tarjetas	Realidad Aumentada	Complementar el contenido del cartel informativo y ofrecer una comprensión más profunda y sensorial de cómo funciona el cerebro de una persona con dislexia.	6 tarjetas físicas funcionan como marcadores RA. Al escanear cada una con el dispositivo, se activa un audio que explica el tema vinculado: procesamiento espacial, memoria episódica, cerebro, resolución de problemas, creatividad y razonamiento elevado.	El visitante elige libremente qué tarjeta explorar. Escucha el audio activado por la RA. Puede relacionar visual y auditivamente la información con lo leído previamente en el cartel. Puede compartir la experiencia con otros visitantes.	Interés, sorpresa, curiosidad, reflexión sobre la neurodiversidad, conexión emocional.	- Puede interactuar con una sola tarjeta o con todas. - Puede repetir el audio o pasar rápidamente. - Puede asociar las tarjetas con su propia experiencia o solo con la lectura del cartel. - Puede ignorar la RA y solo leer el cartel.
Conoce la historia de	Realidad Virtual	Fomentar la empatía y comprensión sobre la dislexia a través de testimonios reales narrados en primera persona, usando una experiencia inmersiva.	Al colocarse las gafas de RV, el visitante accede a un video animado basado en entrevistas reales. El entorno simula un aula escolar y la historia es contada por la voz de la persona entrevistada.	El visitante elige ver una historia. Observa el entorno animado y escucha el testimonio. Se sumerge en la narrativa. Puede mirar libremente en distintas direcciones y sentir que está dentro del espacio relatado.	Empatía, conexión emocional, concientización, reflexión, comprensión.	- Puede elegir quedarse mirando un solo punto o explorar el entorno visual. - Puede quitarse las gafas antes de terminar. - Puede ver varias historias. - Puede compartir lo vivido con otros visitantes tras la experiencia.
Imagen 360°: Observa los síntomas de la dislexia	Realidad Virtual	Explorar de forma inmersiva los síntomas de la dislexia a través de una infografía interactiva en 360°.	El visitante accede a una imagen 360°. Al mover el dispositivo o la cabeza si usa gafas RV, puede visualizar distintas partes de la infografía que contiene información distribuida espacialmente.	El visitante explora libremente, elige en qué parte de la imagen detenerse, cómo navegar por la información, y cuánto tiempo dedicar a cada síntoma. La experiencia depende de su curiosidad y ritmo.	Curiosidad, descubrimiento, atención a la información que se va apareciendo, comprensión progresiva, interés exploratorio.	- Puede no ver toda la información si no explora completamente. - Puede pasar rápidamente por partes o detenerse a profundizar. - Puede necesitar un apoyo como una silla para girar de forma segura dentro de la imagen.

Tabla 4.6. Tabla de actividades MDA

4.5. Fase de construcción o diseño final

El esquema con la ruta final de la exposición se expone en la [Figura 4.11](#), visualizan los rótulos que serían parte de la entrada.

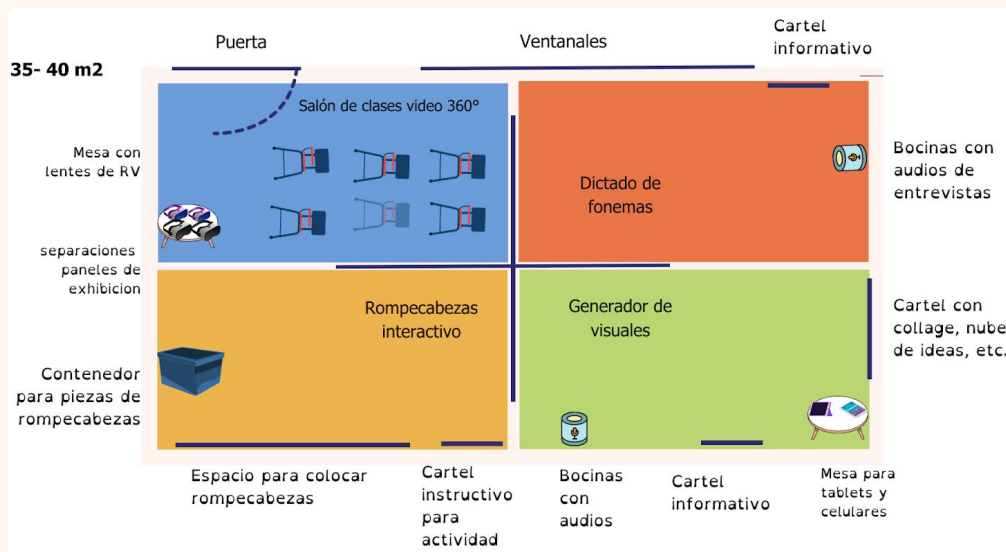


Figura 4.11. Boceto final de la distribución de la exposición.

En el caso de los carteles de bienvenida, ambos están dispuestos para funcionar en forma de dupla. El cartel de la Figura 4.12 está planeado para enfatizar el título de la exposición: "Más allá de las palabras". En cambio, la figura de la derecha fue diseñada como si fuera una actividad típica en el aula de clases que los interesados en la exposición debían resolver y consistía en lo siguiente: leer las instrucciones, que consistían en encontrar la sopa de letras. La sopa, sin embargo, no era posible de responder sin ayuda de un dispositivo electrónico. En cuanto el visitante-participante se diera cuenta de ello, tenía a su disposición una tableta digital, recargada en una mesa o atril que deberán superponer para encontrar las palabras en la sopa. El mensaje que deberán ver es "Así se siente leer con dislexia", a partir de este ejercicio, el visitante se podrá sentir con el interés y la confianza para entrar a la exposición del salón.

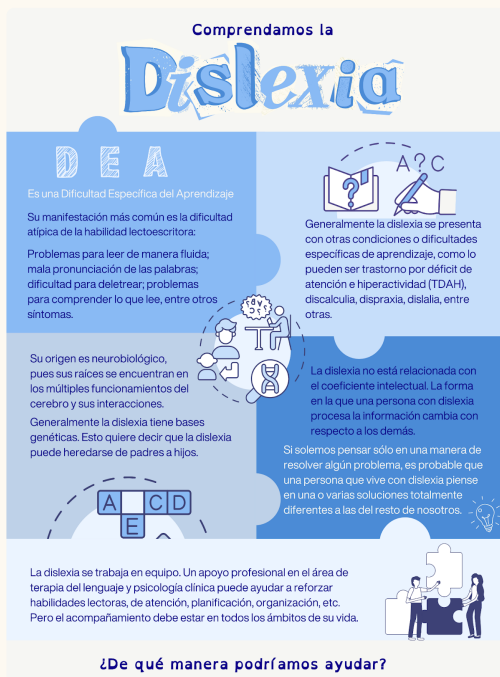


Figuras 4.12 y 4.13. Rótulos de bienvenida a la exposición. Ambos carteles se colocarán a ambos lados de la entrada del salón de la exposición. Al momento de la escritura de este capítulo, se corrigió el estilo final de ambos.

4.5.1. Material impreso del primer módulo

Las **Figuras 4.14 y 4.15** muestran los carteles realizados para el primer módulo. Como se dijo anteriormente, cada módulo tendría un color predominante. El azul fue el color elegido en esta sección. La dinámica de los carteles es la siguiente: el primer cartel funge como una introducción, al tiempo que intenta incentivar el interés e invita a utilizar la aplicación.

Al finalizar la interacción con RA o RV, el participante se dirigirá al segundo cartel. Este contiene información de retroalimentación a la actividad anterior, al tiempo que proporciona información adicional a aquéllos visitantes que no desean interactuar con las aplicaciones. Esta dupla se seguía en todos los módulos.



Figuras 4.14 y 4.15. Diseños de los carteles del primer módulo

4.5.2. Primeras aplicaciones y textos instruccionales

Ahora bien, para el desarrollo de las aplicaciones, se comenzaron por realizar los más generales; en este caso, los primeros fueron los audios en RA que estarían dispuestos alrededor de cada módulo y el cartel de bienvenida con RA. La [Figura 4.16](#) muestra imágenes con el funcionamiento del dispositivo de audio.

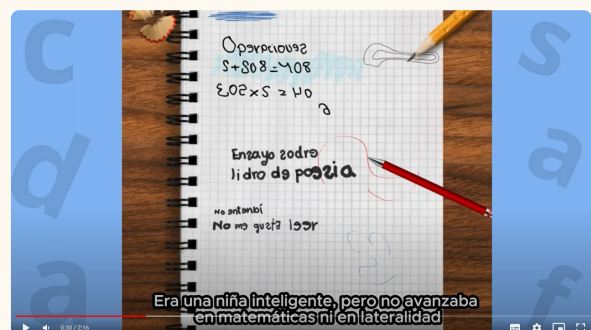
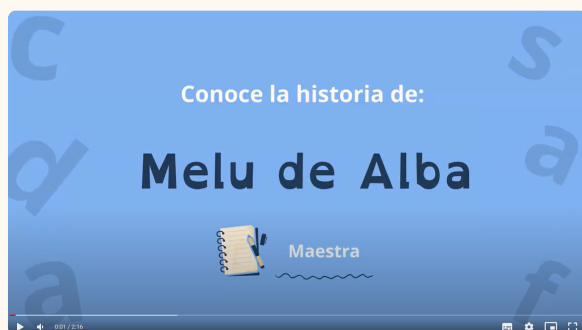


Figura 4.16. Representación de los audios con RA, que el usuario escuchará. A través de la visualización de la pleca, el participante podrá escuchar y ver la narración de los entrevistados

Cada actividad con realidad virtual o realidad aumentada tiene adjuntos textos instruccionales, los cuales seguimos de acuerdo con la información del libro, *Diseño de información de instrucciones visuales*, de Carla Espinillo (2010), los cuales también se integrarán como parte del material textual y se colocarán a un costado de los dispositivos para asegurar su uso correcto. Las SIP finalizadas para la primera evaluación tienen un estilo como el que se muestra en la [Figura 4.17](#).



Figura 4.17. Muestra de las SIP para el uso de RV y RA.

Para finalizar, realizamos el prototipo con la recreación final que servirá de referencia para la instalación del material. Estas se muestran en las [Figuras 4.18-4.21](#).



Figuras 4.18-4.21. Escenas de los bocetos finales. Incluimos el uso de las SIP y las aplicaciones de audio con RA

4.6. Fase de transición

La fase de transición, en la metodología de *OpenUP*, también denominada fase de Evaluación de acuerdo con la metodología de exposiciones, se llevará a cabo el último trimestre, por lo que este apartado se verá más a detalle en el capítulo 4 de la ICR.

¿Qué nos interesa observar en la fase de evaluación?

Hoy en día, está ampliamente comprobado que los eventos de carácter expositivo detonan un proceso de aprendizaje en los visitantes (Falk y Dierking, 2013). Este aprendizaje sólo se posibilita en los entornos educativos no formales, en donde la manera de apropiarse del conocimiento consiste en el ocio, la libre elección, el interés, la interacción social, la elaboración de sus propios recorridos, la interacción, etc. (García y Espinosa, 2015; Falk y Dierking, 2013).

Una vez concluido el montaje del espacio museográfico para las primeras pruebas (las cuales detallaremos en capítulos posteriores), reflexionamos sobre los métodos de evaluación que necesitaríamos aplicar para estimar el alcance del mensaje, su recepción y el impacto del proyecto en conjunto. Con ayuda de un ejercicio de *brainstorming* o lluvia de ideas, identificamos cuatro bloques que nos interesaba evaluar, los cuales están expuestos en la [Figura 4.24](#).

Dada la dificultad y aleatoriedad en cuanto a la medición de aspectos subjetivos, optamos por técnicas o enfoques en su mayoría cualitativos. Nos enfocamos en obtener información sobre las emociones evocadas, la comprensión en la retención del mensaje en general, y de las aplicaciones y los textos individualmente. Asimismo, priorizamos la subjetividad, centrando nuestra atención en la experiencia personal de cada participante, con el objetivo de comprender más el proceso que el producto (Mayan, M. 2001).

De igual manera, para la lluvia de ideas consideramos criterios de evaluación clave para evaluar de manera más eficiente las aplicaciones y obtener resultados más fidedignos para posteriormente hacer un análisis cualitativo de los datos obtenidos. De acuerdo con Mayan, evaluar comprende un proceso donde se recolectan datos, se analizan, luego se recolectan más datos con el fin de llenar espacios de información. Una vez llenados estos vacíos, idealmente el proceso se repite hasta lograr una “saturación” o en nuestro caso, alcanzar nuestra meta propuesta.

Algunos de los fenómenos que deseamos conocer es qué tan fácil es usar tanto la realidad virtual como la realidad aumentada, es decir, qué tan amigable es la tecnología con el usuario. En segundo lugar, buscamos conocer cuál es el nivel de comprensión de los usuarios y cuánta información se retiene. En tercer lugar, se busca qué información les es útil y cuál no. Así pues, acorde a los resultados obtenidos, y una vez analizados, ajustaremos el diseño en todos los aspectos y el tratamiento del texto e información.

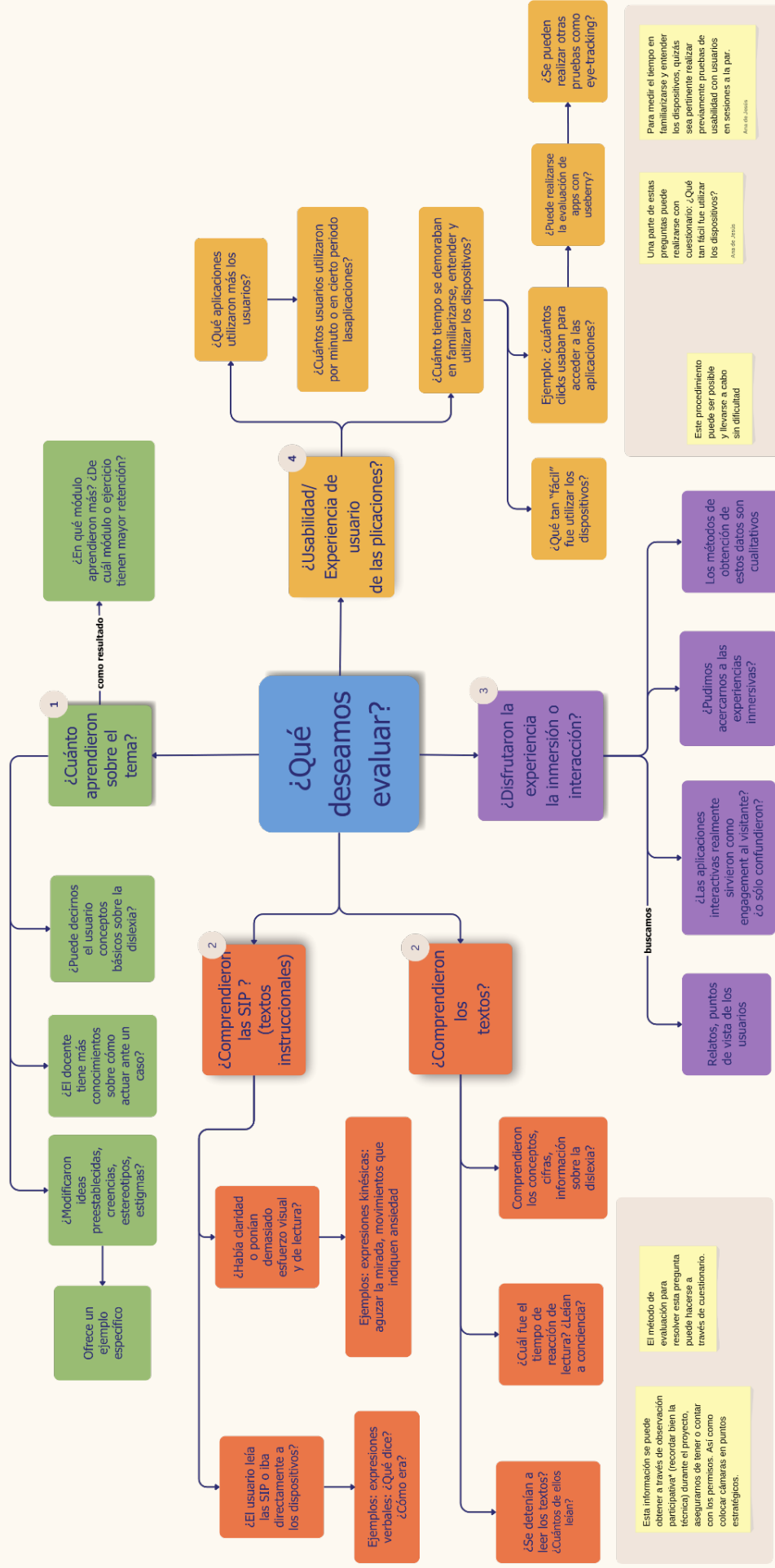


Figura 4.22. Brainstorming (lluvia de ideas) con los aspectos que interesan evaluar en el montaje de la exposición

Desarrollo del sistema



En este capítulo presentamos el desarrollo de las actividades de la exposición inmersiva, cuyo propósito fue utilizar tecnologías de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) para promover la comprensión y concientización sobre la dislexia. El uso de tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual tiene como objetivo ofrecer actividades interactivas e inmersivas que permitan a los visitantes-participantes experimentar y comprender la dislexia desde una perspectiva más cercana. En otras palabras, a través de las aplicaciones los participantes podrían interactuar con entornos simulados que imitaran los desafíos cotidianos a los cuales se enfrentan las personas con dislexia.

Estas tecnologías complementan la información presentada en la exposición y facilitan su adaptación y replicación en distintos espacios académicos. Además, funcionan como herramientas complementarias que refuerzan la información proporcionada durante la exposición, lo que proporciona una experiencia educativa más profunda e interactiva.

Para facilitar dicha replicación y también su característica itinerante, desarrollamos una página web que funcionó como repositorio del material generado durante el proyecto. Los interesados pueden descargar recursos para recrear la exposición e interactuar con las aplicaciones de realidad aumentada y realidad virtual disponibles en el sitio. En éste se alojan carteles informativos, instrucciones, vídeos e imágenes 360° de realidad virtual, así como las aplicaciones de realidad aumentada, organizadas por salas. A través del sitio web, los usuarios pueden consultar y descargar los recursos necesarios, además de acceder directamente a las experiencias de RA. De este modo, el proyecto trasciende de su espacio y carácter original (la exposición) y se extiende a una herramienta accesible para otros entornos educativos y de divulgación.

A continuación, describimos los requisitos, el diseño, la implementación y las pruebas realizadas durante el desarrollo del sistema, así como las propuestas para futuras mejoras.

5.1. Modelo general del sistema

El sistema está compuesto por los siguientes elementos:

1. Página Web

- Funciona como un repositorio central del material didáctico creado para la exposición, incluyendo las aplicaciones de RA y RV, así como la descripción e información sobre el trabajo realizado y la presentación del proyecto. Además, un repositorio que recopila asociaciones, documentos y otros recursos obtenidos durante la investigación y desarrollo del proyecto.
- Facilita la descarga de contenido por salas temáticas.
- Permite la interacción con las aplicaciones de RA y RV desde el navegador.

2. Aplicaciones de realidad aumentada (RA)

- Aplicaciones desarrolladas en WebXR.

- Permiten a los usuarios interactuar con el contenido de la exposición a través de dispositivos móviles y navegadores compatibles.

3. Videos e imágenes de realidad virtual (RV)

- Desarrollo de videos e imágenes inmersivas en formato 360° para simular experiencias educativas.
- Uso de una aplicación de terceros disponible en la tienda virtual de aplicaciones *Play Store* para la visualización de estos videos en gafas de RV.
- Se ofrece la opción de visualización sin necesidad de gafas, permitiendo que la experiencia sea accesible para quienes no cuenten con estos dispositivos.

5.2. Actores dentro del sistema

A continuación, identificamos los actores involucrados dentro del sistema para definir los requisitos funcionales, no funcionales, el diseño de la interfaz, así como los casos de uso. Un actor se define como cualquier entidad externa que interactúa con el sistema, ya sea para proporcionar información, recibir datos o utilizar sus funcionalidades, para este proyecto se identifican dos actores principales, cuyas interacciones con el sistema son distintas pero complementarias:

1. Usuario

En este capítulo, y siguiendo la terminología propuesta por Roger Pressman en su obra *Ingeniería de Software* (2010), se utilizará el término usuario para referirse a la persona que interactúa directamente con el sistema desarrollado; es la persona responsable de la preparación, activación y supervisión de la exposición inmersiva. Su interacción se da principalmente con la página web que funciona como repositorio del proyecto, dentro de su interacción identificamos que este actor:

- Accede a la página web del sistema.
- Descarga los recursos necesarios para montar la exposición (carteles, instrucciones, videos, imágenes 360°, aplicaciones de RA y RV).
- Organiza y activa las aplicaciones de realidad aumentada y realidad virtual durante la exposición.
- Garantiza que el contenido se utilice adecuadamente en los distintos entornos educativos donde se replica la exposición.

Desde una perspectiva de ingeniería de software, este actor tiene un rol similar al de un usuario con privilegios administrativos, ya que interactúa directamente con el sistema digital y gestiona los recursos para su despliegue.

2. Visitante-participante

Es la persona que asiste de forma presencial a la exposición inmersiva y experimenta directamente los contenidos presentados. Su interacción no se da con el sistema web, sino con los materiales generados a partir de la página, tales como las aplicaciones de RA y RV, así como los carteles informativos. Tal como se ha mencionado previamente en este documento, se continuará utilizando el término visitante-participante para referirse a este actor. En su interacción con la exposición, se identifican las siguientes acciones principales:

- Visualiza los carteles informativos y sigue las instrucciones dispuestas en la exposición.
- Interactúa con las aplicaciones de RA y RV preparadas previamente por el usuario.
- Participa en las actividades diseñadas para generar conciencia y comprensión sobre la dislexia.

En términos de modelado de casos de uso, el visitante-participante no interactúa directamente con el sistema digital, pero es un actor clave dentro del contexto funcional del proyecto, ya que es el receptor final de la experiencia que el sistema permite generar.

5.3. Arquitectura general

El diagrama de componentes proporciona una visión estructural del sistema, representando los principales módulos y su interacción. Su objetivo es ilustrar cómo se organizan los diferentes elementos del proyecto, incluyendo la página web, la RA y la RV, así como sus relaciones y dependencias. Este diagrama facilita la comprensión del diseño del sistema, permitiendo identificar sus partes fundamentales y la manera en que se comunican entre sí.

La [Figura 5.1](#) muestra las conexiones entre los distintos módulos mediante interfaces ofrecidas y requeridas:

- **Interfaz de integración y acceso:** Permite que la página web interactúe con las aplicaciones de RA.
- **Interfaz de visualización de contenido:** Facilita la interacción entre la web y los videos/ imágenes de RV.
- **Interfaz de acceso a documentos y recursos:** Conecta la página web con el repositorio de recursos, asegurando la disponibilidad de materiales educativos.
- **Interfaz de contenido de RV:** Define la conexión entre el sistema y la aplicación de terceros para la reproducción de videos inmersivos.

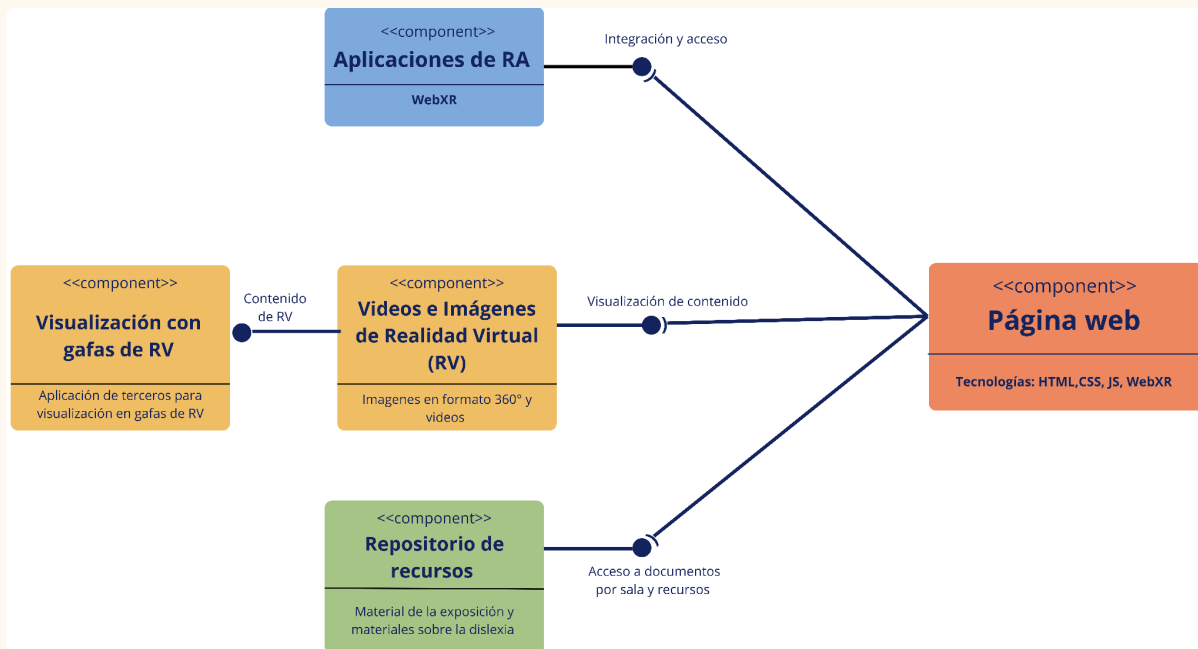


Figura 5.1. Diagrama de componentes

5.3. Requerimientos funcionales y no funcionales del sistema

A continuación, se definen los requerimientos del sistema, los cuales permiten una descripción detallada de lo que el sistema debe hacer y cómo debe comportarse al igual que sus características técnicas. Nos apoyamos en diagramas UML para representar cómo los usuarios interactúan con las aplicaciones de RA, imágenes y videos de RV y la página web.

Llamamos requerimientos funcionales a las funciones que debe realizar el sistema, incluyendo las características y comportamientos específicos con los que debe cumplir para satisfacer las necesidades que el usuario tiene con ese sistema. Los requerimientos se centran en las acciones que el sistema debe realizar de acuerdo con las entradas del usuario. Además de esta función, los requerimientos funcionales describen cómo un sistema debe procesar datos o interactuar con el usuario, y se puede verificar si se cumplen o no.

Por otro lado, los requerimientos no funcionales se enfocan en cómo debe funcionar un sistema. En otras palabras, definen las propiedades y restricciones que afectan el comportamiento, rendimiento, seguridad, usabilidad o calidad del sistema. Suelen ser más difíciles de medir que los requerimientos funcionales.

5.3.1. Página web

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y cumplir con los objetivos del proyecto, se han definido los **requerimientos funcionales y no funcionales** de la página web. Esta plataforma no solo servirá como un repositorio de materiales educativos, sino que también permitirá la interacción con las aplicaciones de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) desarrolladas para la exposición.

En las siguientes líneas, se detallan los requerimientos funcionales y no funcionales que definieron el comportamiento esperado del sistema web y sus principales características.

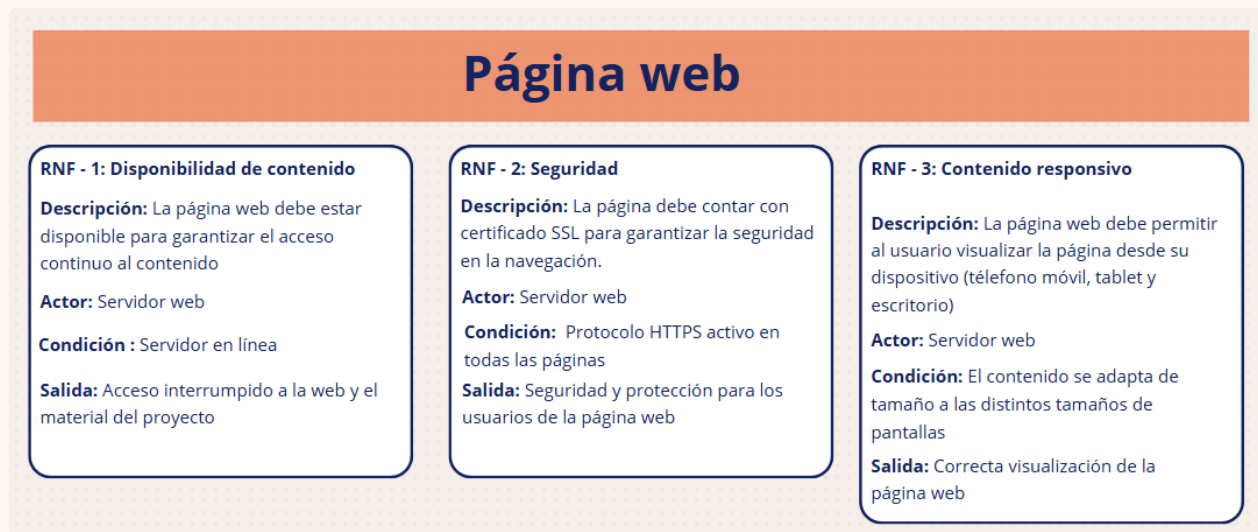


Figura 5.2. Lista de requerimientos no funcionales de la página web

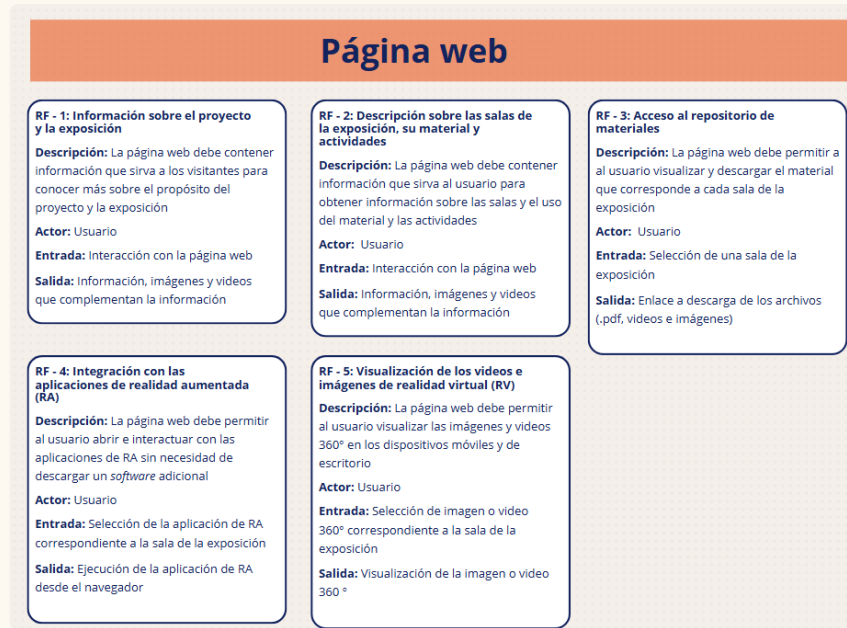


Figura 5.3. Lista de requerimientos funcionales de la página web

5.3.2. Videos e imágenes de realidad virtual (RV)

Los videos e imágenes de realidad virtual (RV) permiten a los visitantes-participantes experimentar de manera inmersiva información e historias relacionadas a la dislexia. Para garantizar su correcta implementación, es necesario definir tanto los requerimientos funcionales como los requerimientos no funcionales que permitirán su desarrollo y uso. A continuación, se presentan los requisitos funcionales y no funcionales para el correcto funcionamiento de los videos e imágenes de RV.



Figura 5.4. Lista de requerimientos funcionales de la realidad virtual



Figura 5.5. Lista de requerimientos no funcionales de la realidad virtual

5.3.3. Aplicaciones de realidad aumentada (RA)

Las actividades de realidad aumentada (RA) tienen como objetivo brindar una experiencia interactiva e inmersiva que permita a los usuarios comprender mejor la dislexia a través de las actividades. El diseño está pensado para que sean accesibles desde la web, garantizando que cualquier persona pueda interactuar con los elementos en RA sin necesidad de instalar aplicaciones adicionales.

Para definir el correcto funcionamiento de estas experiencias, se establecen los siguientes requerimientos funcionales y no funcionales que a continuación se presentan.



Figura 5.6. Lista de requerimientos no funcionales de la realidad aumentada



Figura 5.7. Lista de requerimientos funcionales de la realidad aumentada

5.4. Modelado de casos de uso

En este apartado, nos centraremos en los casos de uso asociados a la interacción con los distintos componentes del proyecto, incluyendo la página web, las aplicaciones de RA y las imágenes y videos de RV. Además, se detallan las condiciones requeridas para su correcto funcionamiento, así como las estrategias para gestionar posibles incidencias o mejoras en el sistema, tomando como referencia la plantilla propuesta por Pressman (2010).

Junto con cada caso de uso, se incluyen sus respectivos diagramas de casos de uso, desarrollados con notación UML. El diagrama de casos de uso permite identificar los distintos actores involucrados, así como los casos de uso que describen las funciones y servicios que el sistema debe ofrecer. Al ser una representación visual, el diagrama de casos de uso facilita la comprensión de los requisitos del sistema, ayudando a definir las principales funcionalidades que deben implementarse para cumplir con los objetivos del proyecto.

Caso de Uso 1: Interactuar con aplicaciones de RA

- **Actor principal:** Visitante-participante

- **Objetivo en contexto:** El visitante-participante interactúa con las aplicaciones de RA.
- **Precondiciones:**
 - El dispositivo cuenta con una cámara funcional.
 - Los permisos de acceso a la cámara y RA están habilitados.
 - El navegador es compatible con la tecnología de RA utilizada.
- **Disparador:** El visitante-participante toma el dispositivo e inicia una experiencia de RA.
- **Escenario (flujo normal):**
 - El visitante-participante toma el dispositivo.
 - El visitante-participante enfoca el marcador con su dispositivo.
 - La experiencia de RA se activa en la pantalla.
 - El visitante-participante visualiza e interactúa con los elementos de RA.
- **Excepciones:**
 - (E1) El dispositivo no tiene cámara o no la tiene habilitada → Se muestra un mensaje de error indicando el requisito.
 - (E2) Los permisos de la cámara no han sido concedidos → Se solicita nuevamente el permiso.
 - (E3) El marcador no es reconocido → Se muestra un mensaje de error con recomendaciones para mejorar la captura.
- **Postcondiciones:**
 - El visitante-participante ha visualizado e interactuado con la experiencia de RA.
- **Prioridad:** Alta
- **Canales de los actores secundarios:**
 - Navegador web
 - Cámara del dispositivo
 - Motor de RA utilizado en la aplicación

El presente diagrama de caso de uso ilustra gráficamente la relación entre el visitante-participante, y las acciones que permiten activar e interactuar con los contenidos de RA. Este diagrama permite visualizar cómo se desarrolla esta interacción.

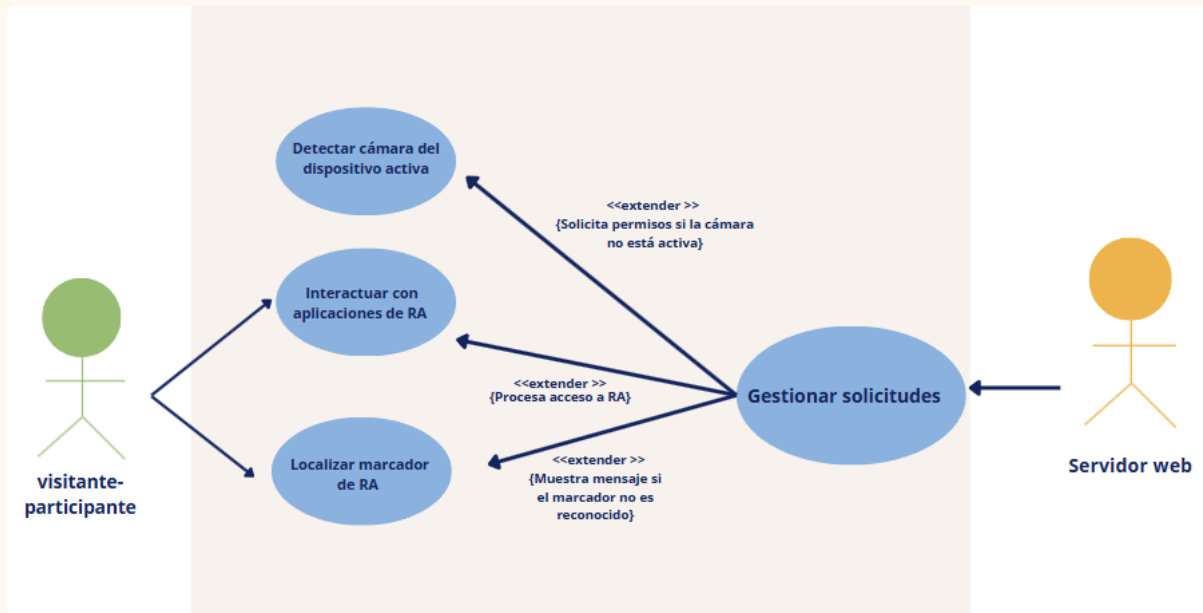


Figura 5.8. Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 1: Interacción con aplicaciones de RA

Caso de Uso 2: Interactuar con actividades de RV

- **Actor principal:** Visitante-participante
- **Objetivo en contexto:** El Visitante-participante explora e interactúa con actividades de RV en la página web.
- **Precondiciones:**
 - El visitante-participante tiene acceso a un dispositivo compatible con la experiencia de RV.
 - Se cuenta con conexión a internet estable para cargar la actividad.
- **Disparador:** El visitante-participante toma el dispositivo con la actividad de RV de la sala en la que se encuentra.
- **Escenario (flujo normal):**
 - El visitante-participante utiliza los controles inmersivos para explorar la escena.
 - Si usa gafas de RV, la experiencia se ajusta al modo inmersivo.
 - El visitante-participante navega por la imagen o reproduce el video interactivo.
 - Finaliza la experiencia de RV.

- **Excepciones:**

- (E1) El dispositivo no es compatible con RV → Se ofrece una vista alternativa en formato estándar.

- **Postcondiciones:**

- El visitante-participante ha explorado e interactuado con la actividad de RV.

- **Prioridad:** Alta

- **Canales de los actores secundarios:**

- Navegador web
- Dispositivo con soporte para RV
- Motor de RV utilizado en la aplicación

A continuación se presenta el diagrama de casos de uso donde describe la interacción del visitante con contenidos inmersivos a través de dispositivos compatibles con RV, ya sea con gafas especiales o en formato web. Este escenario contempla también flujos alternativos en caso de que el dispositivo no sea compatible con la tecnología de RV.

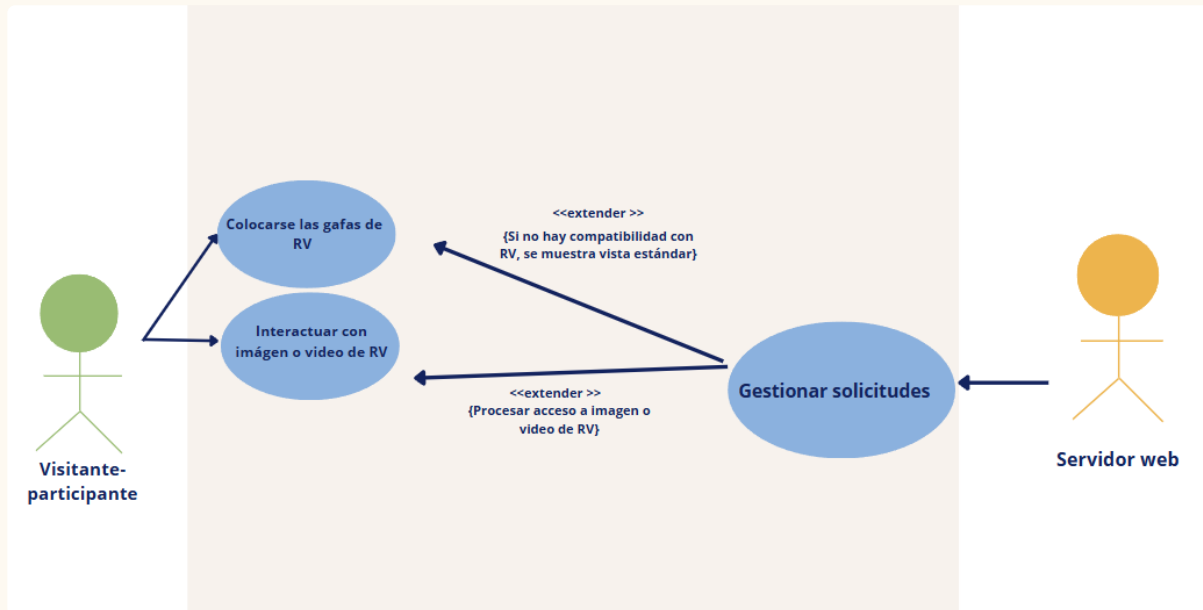


Figura 5.9. Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 2: Interactuar con actividades de RV

Caso de Uso 3: Navegar en la página web

- **Actor principal:** Usuario

- **Objetivo en contexto:** Explorar información sobre el proyecto, la exposición y los recursos disponibles, aplicaciones de RA y videos e imágenes 360° de RV.
- **Precondiciones:**
 - El usuario ha accedido a la página web.
 - El dispositivo cuenta con conexión a internet estable.
 - El navegador es compatible con el sitio web.
- **Disparador:** El usuario abre la página web y comienza a explorar su contenido.
- **Escenario (flujo normal):**
 - El usuario ingresa a la página principal.
 - Navega entre las secciones disponibles.
 - Revisa información sobre el proyecto, la exposición y el repositorio de investigación.
 - Accede a las salas para ver el material interactivo disponible.
 - Finaliza su navegación.
- **Excepciones:**
 - (E1) La información no está disponible → Se muestra un mensaje de error indicando que el contenido no se encuentra disponible en ese momento.
 - (E2) La página tarda en cargar o no responde → Se recomienda verificar la conexión a internet o intentar más tarde.
- **Postcondiciones:**
 - El usuario ha obtenido la información deseada sobre el proyecto y sus recursos.
- **Prioridad:** Alta
- **Canales de los actores secundarios:**
 - Navegador web
 - Servidor de la página web
 - Sistema de almacenamiento del repositorio

El siguiente diagrama muestra gráficamente cómo el usuario interactúa con el sistema mediante un navegador web y cómo accede a los distintos contenidos alojados en el servidor del sitio y el repositorio de investigación. Este caso de uso contempla las excepciones relacionadas con la disponibilidad del contenido o la conectividad.

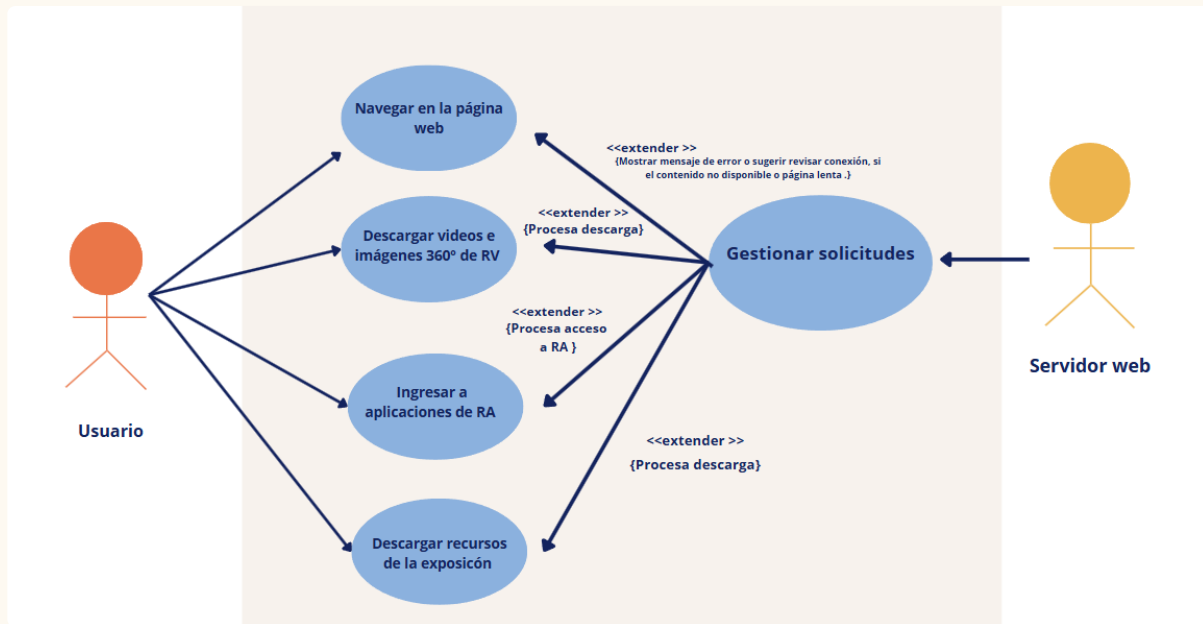


Figura 5.10. Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 3: Navegar en la página web

Caso de Uso 4: Descargar recursos de RV

- **Actor principal:** Usuario
- **Objetivo en contexto:** Acceder y descargar los recursos de RV de la exposición.
- **Precondiciones:**
 - El usuario ha accedido a la sección de RV en la página web.
 - El dispositivo cuenta con conexión a internet estable.
 - El servidor tiene disponibles los archivos para su descarga.
- **Disparador:** El usuario selecciona un recurso de RV para descargar.
- **Escenario (flujo normal):**
 - El usuario ingresa a la sección de RV en la página web.
 - Selecciona la sala correspondiente.
 - Revisa la lista de videos e imágenes 360° disponibles.
 - Elige un archivo para descargar.
 - El servidor procesa la solicitud y genera el enlace de descarga.
 - El usuario descarga el archivo en su dispositivo.

- **Excepciones:**

- (E1) El archivo no está disponible → Se muestra un mensaje de error indicando que el recurso no está disponible temporalmente.
- (E2) La descarga no se inicia → Se solicita al usuario revisar su conexión a internet o probar más tarde.

- **Postcondiciones:**

- El usuario ha descargado el material de RV exitosamente.

- **Prioridad:** Alta

- **Canales de los actores secundarios:**

- Navegador web
- Servidor de la página web
- Sistema de almacenamiento de los recursos de RV

A continuación, se presenta el diagrama de caso de uso correspondiente, el cual ilustra cómo el usuario accede a la sección de RV del sitio web, selecciona los recursos deseados y descarga los archivos. El diagrama muestra las excepciones relacionadas con la disponibilidad de los archivos y la conectividad.

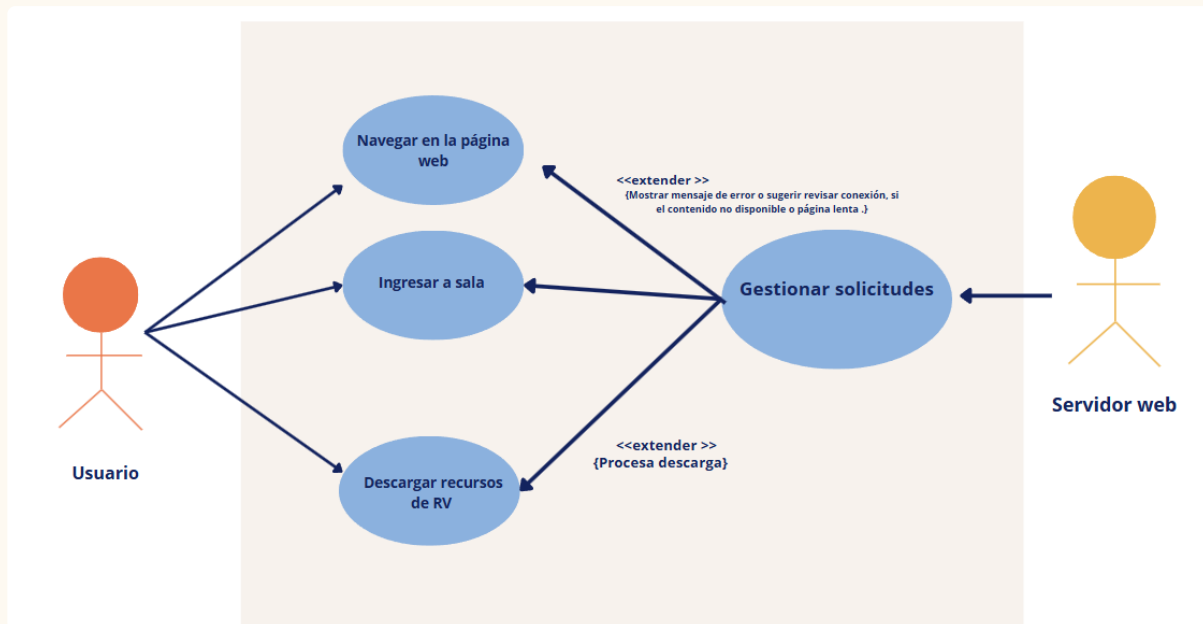


Figura 5.11. Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 4: Descargar recursos RV

Caso de Uso 5: Descargar recursos de RA

- **Actor principal:** Usuario
- **Objetivo en contexto:** Acceder y utilizar los recursos de RA en la página web.
- **Precondiciones:**
 - El usuario ha accedido a la sección de RA en la página web.
 - El dispositivo cuenta con una cámara funcional.
 - El usuario acepta los permisos del uso de la cámara.
 - El navegador es compatible con la tecnología de RA utilizada.
 - Se tiene conexión a internet estable.
- **Disparador:** El usuario selecciona un recurso de RA para visualizar o descargar.
- **Escenario (flujo normal):**
 - El usuario ingresa a la sección de RA en la página web.
 - Selecciona la sala correspondiente.
 - Revisa la lista de marcadores y aplicaciones de RA disponibles.
 - Activa la experiencia de RA en el navegador.
 - Si es necesario, descarga el marcador o la aplicación para su uso.
 - Da permiso de acceso a la cámara.
 - Explora la experiencia de RA.
- **Excepciones:**
 - (E1) El dispositivo no es compatible con RA → Se sugiere una alternativa, como una versión en 2D o información adicional.
 - (E2) La experiencia de RA no carga → Se solicita al usuario verificar su conexión o probar con otro navegador.
 - (E3) El usuario no concede permisos a la cámara → Se muestra una notificación para activar los permisos manualmente.
- **Postcondiciones:**
 - El usuario accede a los recursos de RA y los visualiza correctamente.
- **Prioridad:** Alta

- **Canales de los actores secundarios:**

- Navegador web
- Cámara del dispositivo
- Servidor de la página web

En el diagrama 5.12 apreciamos cómo el usuario interactúa con el sistema para acceder a los recursos de RA, desde la selección de la sala o marcador hasta la activación de la experiencia en el navegador, considerando también las excepciones como la falta de permisos o la incompatibilidad del dispositivo.

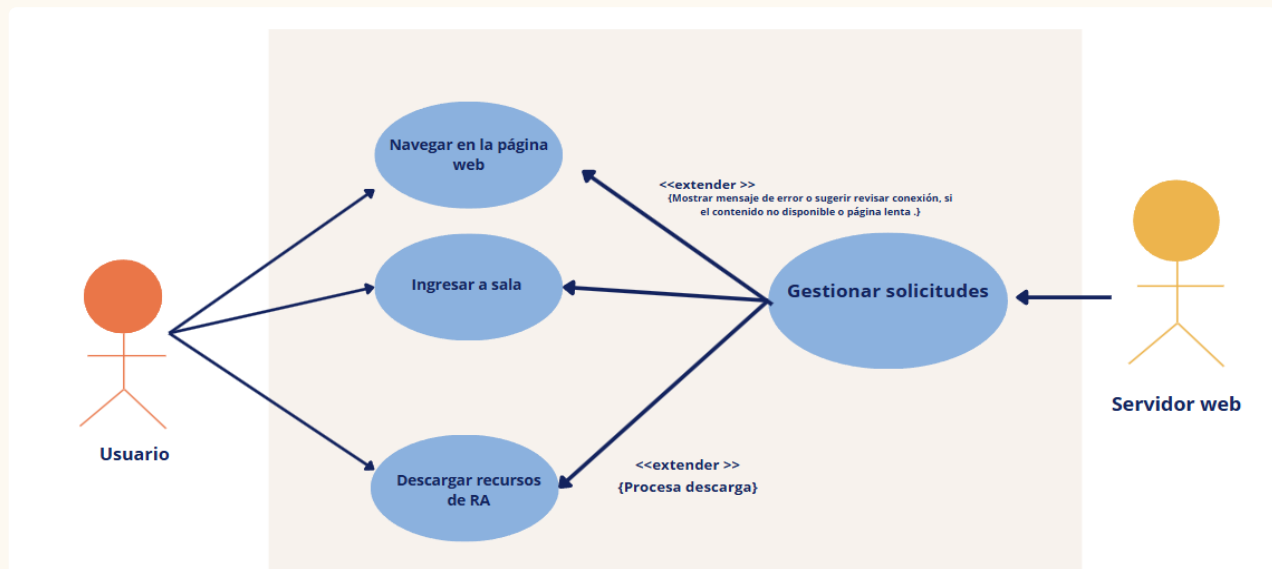


Figura 5.12. Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 5: Descargar recursos RA

Caso de Uso 6: Gestión de solicitudes por el servidor web

- **Actor principal:** Servidor web
- **Objetivo en contexto:** Gestionar las solicitudes de los usuarios relacionadas con el acceso a la web, la descarga de archivos y las experiencias de RA/RV.
- **Precondiciones:**
 - La página web y el servidor están en funcionamiento.
 - La conexión a internet es estable.
 - Los archivos y recursos están disponibles en el servidor.
- **Disparador:** Un usuario solicita acceder a la página web, descargar un archivo o interactuar con RA/RV.

- **Escenario (flujo normal):**

- El usuario solicita acceso a la página web.
- El servidor recibe la solicitud y responde con el contenido solicitado.
- El usuario solicita descargar un archivo o interactuar con una experiencia de RA/RV.
- El servidor procesa la solicitud y proporciona el recurso correspondiente.
- El usuario recibe y utiliza el recurso correctamente.

- **Excepciones:**

- (E1) El servidor está fuera de línea → Se muestra un mensaje de error indicando que la web no está disponible temporalmente.
- (E2) El archivo solicitado no está disponible → Se muestra un mensaje de error y se ofrece una alternativa o información adicional.
- (E3) El servidor tarda en responder → Se sugiere al usuario revisar su conexión o intentar más tarde.

- **Postcondiciones:**

- Las solicitudes de los usuarios se procesan correctamente y los recursos se entregan de manera eficiente.

- **Prioridad:** Alta

- **Canales de los actores secundarios:**

- Conexión a internet
- Base de datos del servidor
- Sistemas de almacenamiento de archivos y recursos de RA/RV

Para el siguiente diagrama, apreciamos cómo el servidor recibe y responde a las solicitudes de los usuarios, garantizando la entrega eficiente de los recursos.

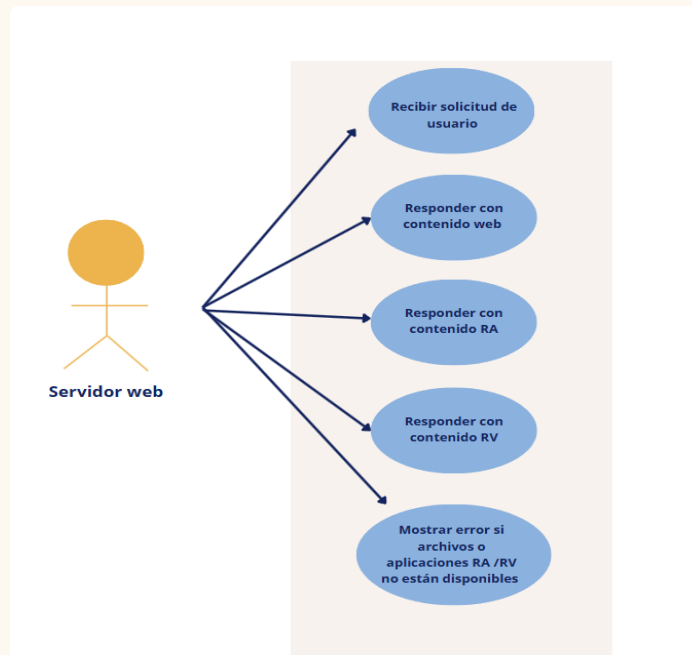


Figura 5.13. Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 6: Gestión de solicitudes por el servidor web

5.5 Modelo estructural y de navegación de la interfaz de la página web

Durante el desarrollo de la página web, nos enfocamos en que sirviera como un primer acercamiento al proyecto, y proporcionara información sobre la exposición y dejando en claro su función como repositorio del material.

Para organizar el contenido, la exposición se dividió en salas, cada una con su propia sección dentro de la página web. En estas secciones, los usuarios podían acceder a una descripción de la sala, la propuesta de distribución del material y los recursos disponibles para su descarga en formato PDF. Además, se incluyen aplicaciones de RA y RV, permitiendo su apertura y el acceso al material necesario para su funcionamiento.

Además, se incorporaron dos pestañas adicionales: una dedicada a la descripción general del proyecto y la primera exposición montada, y otra enfocada en el repositorio de recursos. Este repositorio recopila materiales útiles encontrados durante la investigación, como sitios web de asociaciones, redes sociales, manuales sobre dislexia y otros recursos relevantes.

El mapa de sitio describe la estructura y la interacción del usuario con los distintos componentes del sistema, asegurando una experiencia intuitiva y eficiente.

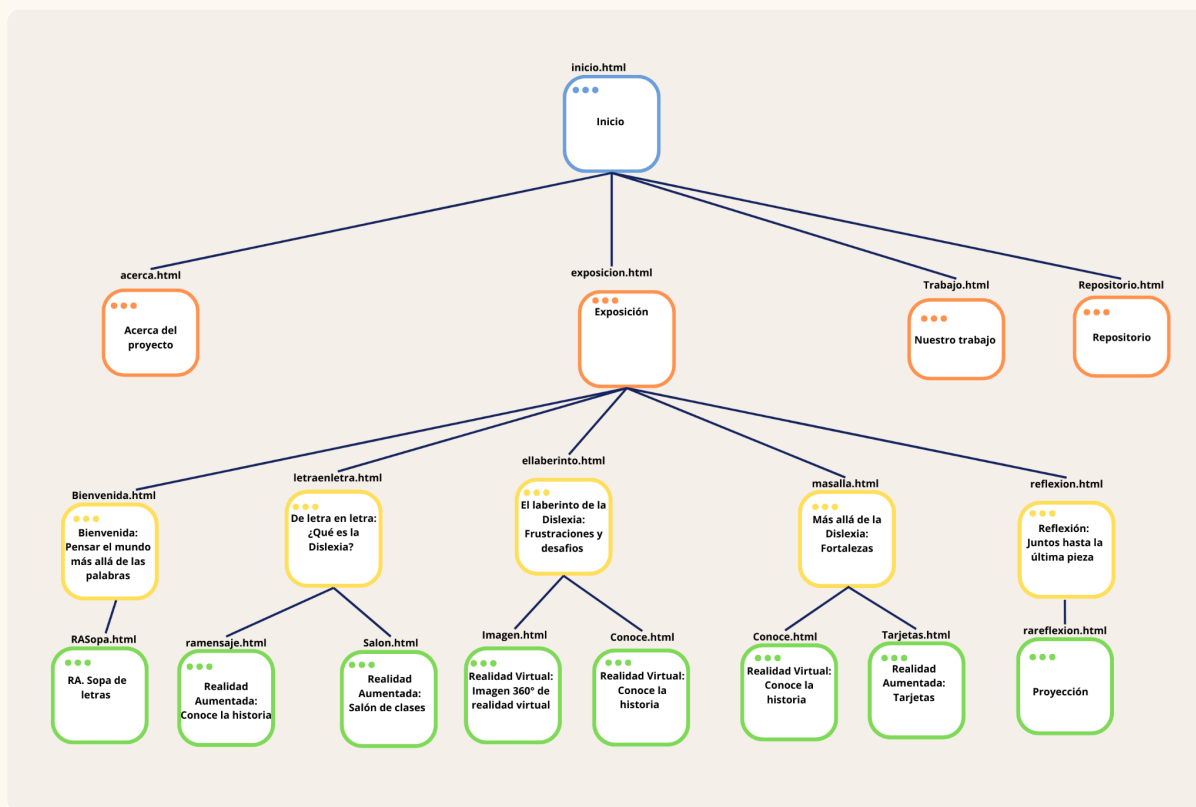


Figura 5.14. Mapa de sitio

El *wireframe* (prototipo esquemático) de la página web del proyecto sirve como una guía visual para la estructura y organización del contenido. Su propósito es definir la distribución de los elementos en cada sección, priorizando la accesibilidad, la navegación intuitiva y una experiencia de usuario fluida.

En este esquema (véase [Figura 5.14](#)) se representan de manera simplificada las principales funcionalidades del sitio, incluyendo la presentación del proyecto, la descripción de la exposición, el acceso al material didáctico y el repositorio de recursos. Además, se detallan las secciones dedicadas a la descarga de archivos y la integración con experiencias de RA y RV.



Figura 5.15. Wireframe (prototipo esquemático) de página pestañas: inicio, acerca del proyecto, repositorio

Como se puede observar en la **Figura 5.15**, las secciones de Inicio, Acerca del Proyecto y Repositorio, se priorizó que la información y las descripciones de la exposición y el trabajo fueran claras y accesibles. Asimismo, se incorporaron enlaces que facilitan el acceso al material y a la descripción de la exposición, considerados elementos fundamentales dentro de la página.

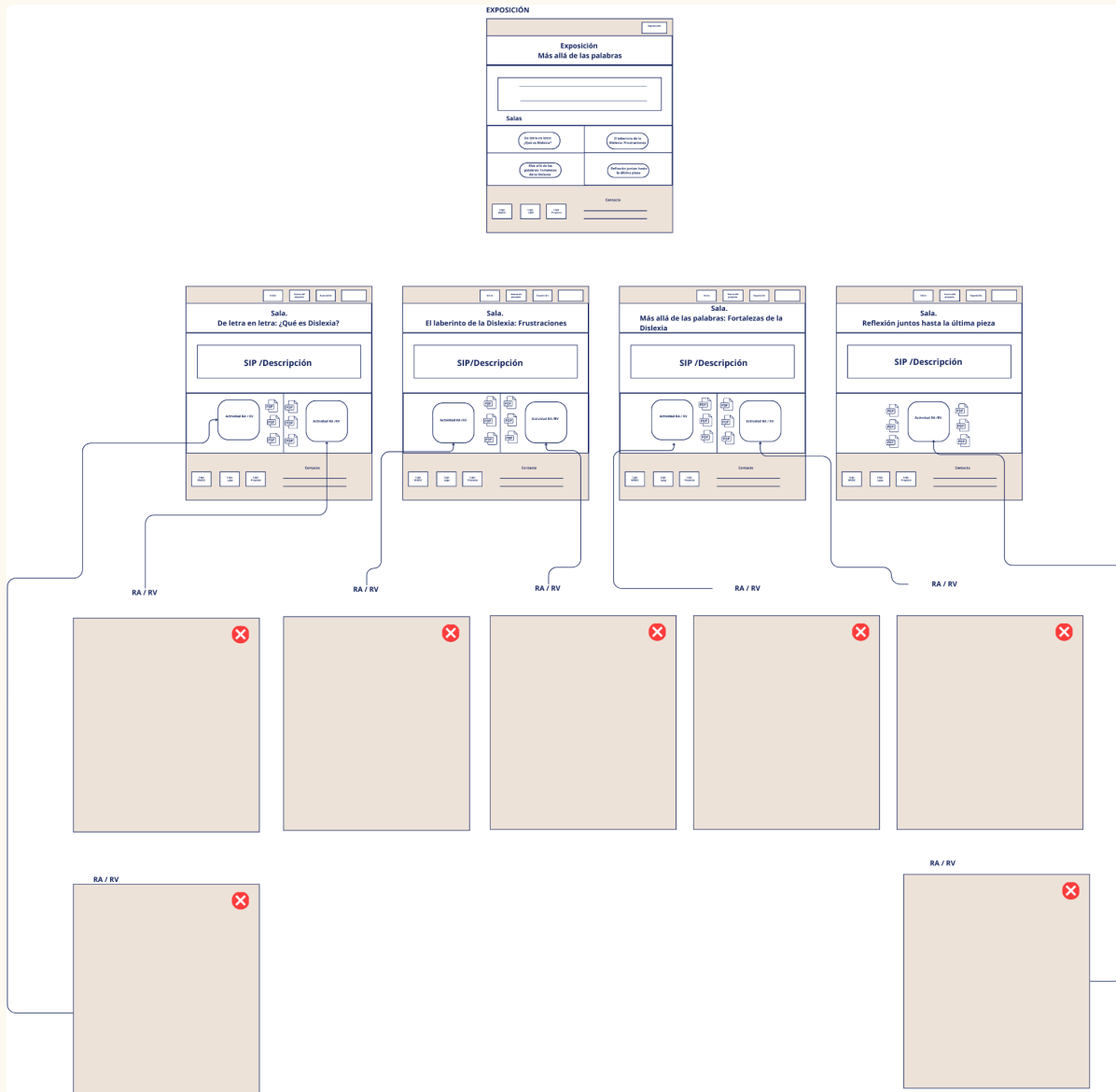


Figura 5.16. Wireframe (boceto estructural) de página pestañas: exposición y salas

En la sección de exposición se prioriza la descripción general de la exposición y sus salas, así como la invitación a explorarlas y acceder a los recursos y aplicaciones necesarias para replicarla. En esta pestaña se presentan los íconos de cada sala. Al ingresar a una sala, se encuentra una descripción del tema abordado, una propuesta de montaje del material, instrucciones para el uso de los carteles o, si aplica, de las actividades de RA y RV. Finalmente, se incluye un repositorio con una vista previa del material disponible y un botón de descarga del material. El *wireframe* (boceto estructural) completo se aprecia en la [Figura 5.16](#).

5.6. Aplicaciones de realidad aumentada (RA)

Durante el desarrollo de las aplicaciones móviles, llevamos a cabo las actividades de sopa de letras, salón de clases y tarjetas, asignando un marcador específico para cada una. Primero, definimos la mecánica, funcionalidad y dinámica de cada actividad, lo que nos permitió iniciar con el diseño y desarrollo de las aplicaciones.

Para ofrecer una representación lógica en la estructuración secuencial de las aplicaciones, por lo cual presentamos los diagramas de flujo de cada actividad.

5.6.1. Sopa de letras

En esta actividad, se propone utilizar una sopa de letras como marcador de realidad aumentada (RA). La sopa de letras aparece con las letras desordenadas y volteadas, simulando la forma en que las personas con dislexia podrían percibir. El visitante-participante se coloca frente a la sopa de letras y sigue las instrucciones, que, indican que si no logra encontrar las palabras en ella, puede utilizar el dispositivo con la aplicación activa. El visitante-participante posiciona el dispositivo frente a la sopa de letras, que funciona como marcador, y cuando la aplicación lo reconoce, se superpone una animación que resuelve la sopa de letras palabra por palabra, revelando las palabras ocultas al visitante.

Los elementos necesarios para que la actividad de RA funcione correctamente son la aplicación abierta en el dispositivo, el marcador de RA donde se activará el contenido de RA.

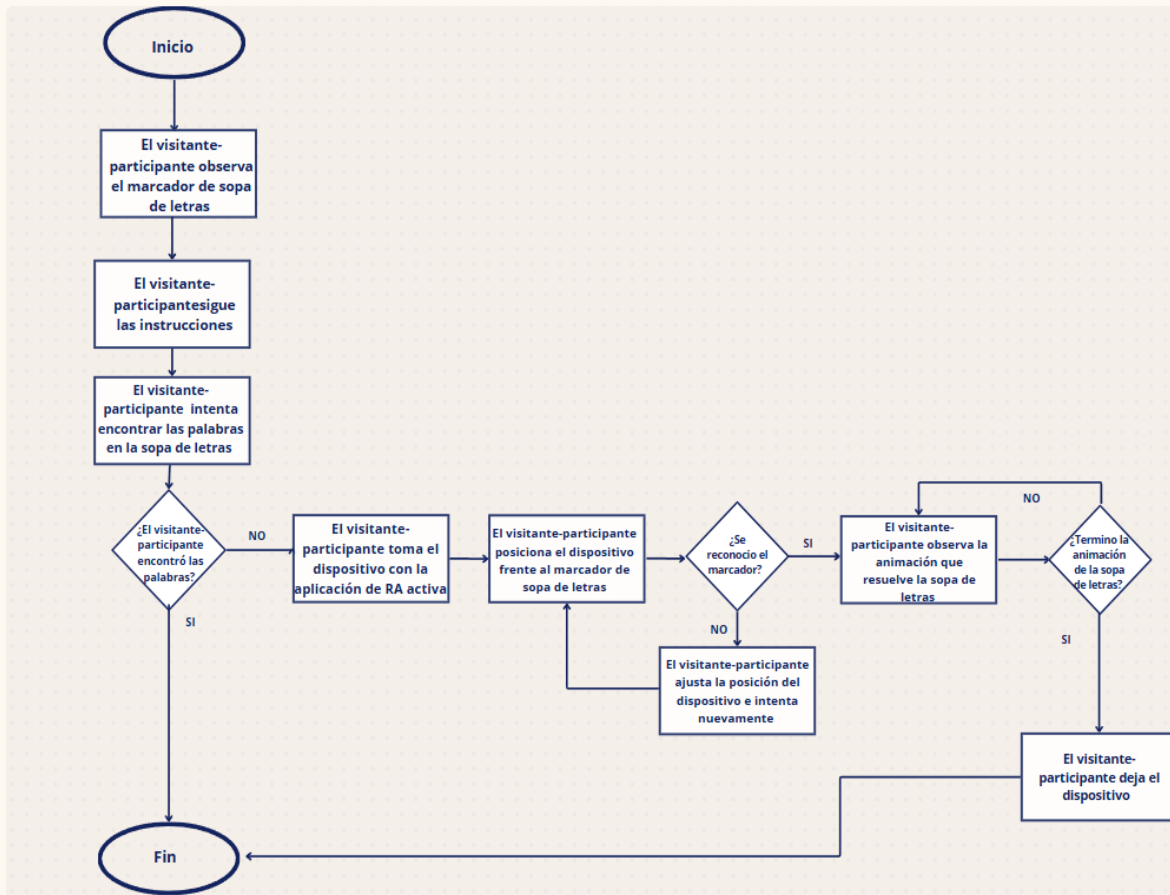


Figura 5.17. Diagrama de flujo sopa de letras

5.6.2. Salón de clases

En la actividad del salón de clases, buscamos recrear un ambiente escolar mediante el uso de elementos físicos y la aplicación de RA. Los objetos físicos incluyen una mesa, sillas, un cuaderno, tres libros y un pizarrón, los cuales fueron marcados con códigos de RA. Esto permitiría integrar contenidos digitales interactivos y enriquecer la experiencia de los visitantes-participantes.

En el caso del cuaderno, se incorpora un marcador que activa un dictado de números. Al posicionar el dispositivo con la aplicación, el dictado aparece alterado, con números volteados y manchas, simulando la manera en que un alumno con dislexia podría ver su cuaderno. Para hacer la experiencia más inmersiva, se añadieron audios cortos obtenidos en entrevistas, en el que las personas con dislexia expresan sus sentimientos. Esta representación se basó en la información recopilada en dichas entrevistas, con el objetivo de ofrecer una experiencia veraz.

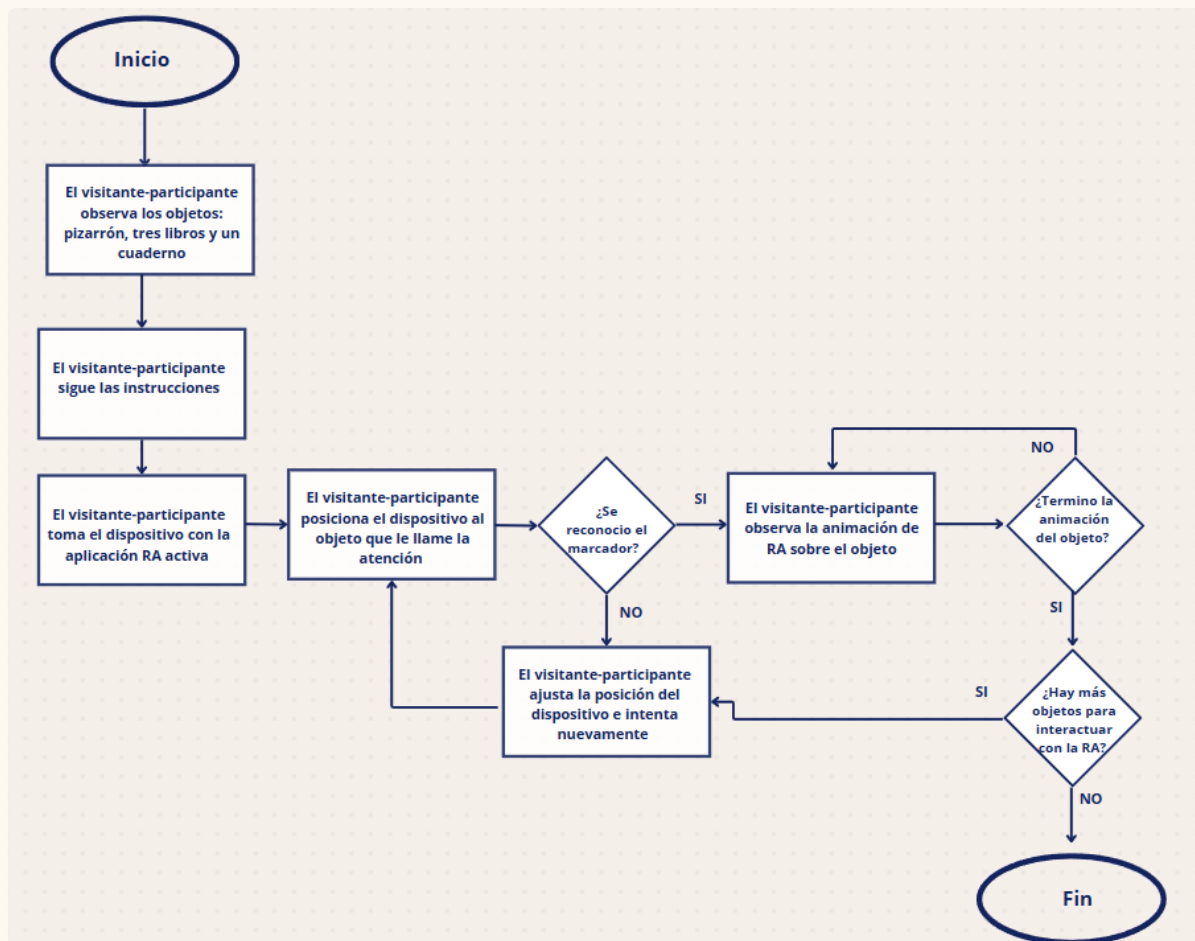


Figura 5.18. Diagrama de flujo salón de clases

En cuanto a los tres libros, cada uno funciona como un marcador que activa una representación de cómo las personas con dislexia perciben un texto común. Según el libro seleccionado, el texto aparecerá con alteraciones que reflejan distintos niveles de dislexia: leve, moderada y grave. Esto permite a los usuarios experimentar y comprender las dificultades de lectura asociadas a cada nivel.

Como se dijo anteriormente, toda la información utilizada en esta representación proviene de nuestras entrevistas realizadas a personas con dislexia, padres de familia de hijos diagnosticados con dislexia y docentes que hayan tenido alumnos con esta dificultad de aprendizaje, con el objetivo de ofrecer una experiencia más auténtica y educativa. Además, para hacer la experiencia más inmersiva, se añadieron audios cortos extraídos de estas entrevistas, en los que las personas con dislexia expresan sus opiniones y anécdotas.

Por último, el pizarrón actuaba como un marcador que activaba una representación de cómo una persona con dislexia percibiría el contenido escrito. La información presentada corresponde a una tarea común, pero con elementos alterados para reflejar las dificultades visuales y de procesamiento que pueden experimentar. Al posicionar el dispositivo frente al pizarrón, el visitante-participante podrá observar estos cambios en tiempo real. Esta representación también se desarrolló a partir de entrevistas con personas con dislexia.

5.6.3. Tarjetas

La actividad de las tarjetas complementa la información del cartel informativo *El cerebro disléxico*. Consta de seis tarjetas, cada una funcionando como un marcador de realidad aumentada (RA), que amplía distintos aspectos del contenido del cartel.

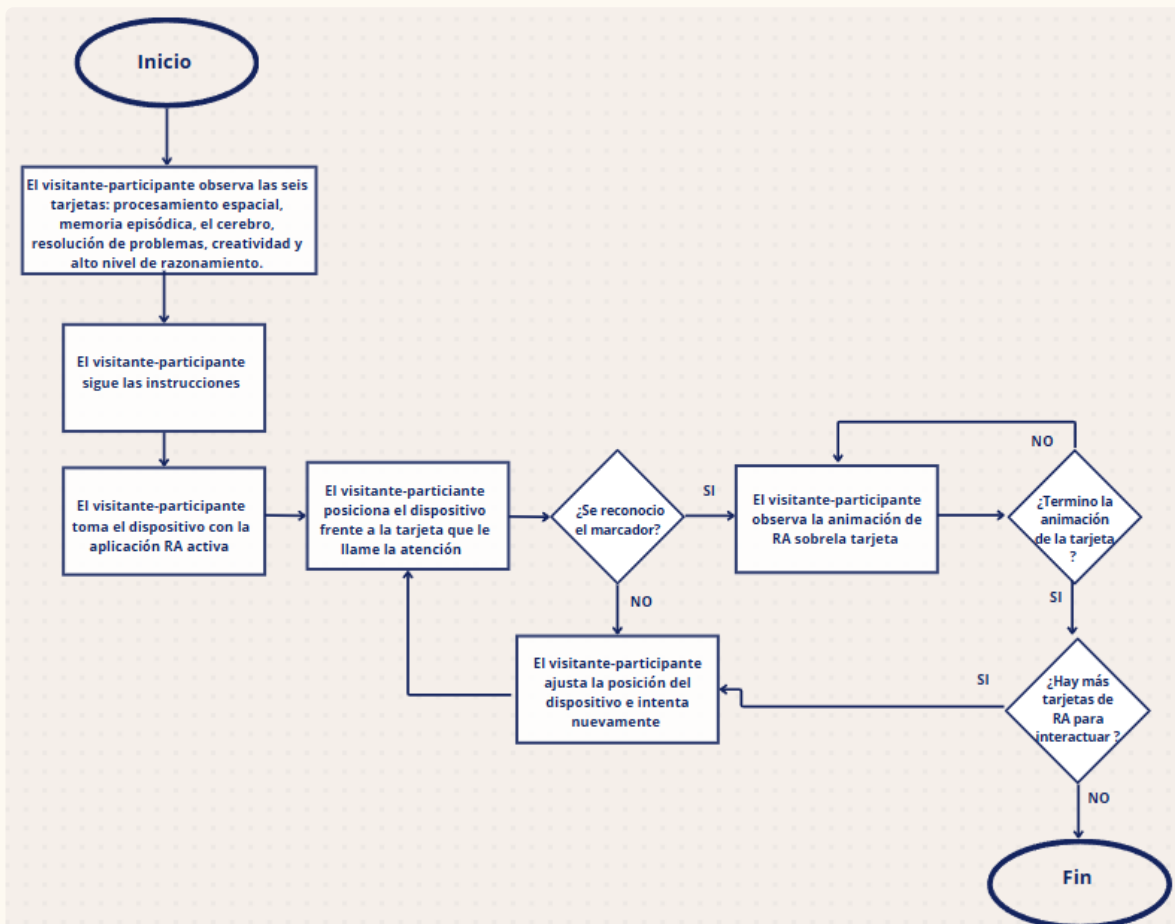


Figura 5.19. Diagrama de flujo tarjetas

Las tarjetas abordan los siguientes temas: procesamiento espacial, memoria episódica, el cerebro, resolución de problemas, creatividad y alto nivel de razonamiento. Al posicionar el dispositivo con la aplicación de RA abierta frente a cada tarjeta, se activa una descripción en audio que proporciona información detallada sobre el tema correspondiente.

5.7. Videos e imágenes de realidad virtual (RV)

En el ámbito de la realidad virtual (RV), la plataforma digital de diseño gráfico Canva fue clave en la creación de los elementos visuales para la experiencia. Su facilidad de uso y flexibilidad fueron clave para transformar ideas complejas en representaciones claras y atractivas, haciendo que las visualizaciones fueran accesibles y efectivas.

5.7.1. “Conoce la historia de...”

En cuanto al material para los videos de RV, específicamente en la actividad “Conoce la historia de...”, las historias presentadas, éstas, al igual que todas las actividades con RA, se basaron en los testimonios recopilados a través de entrevistas con varios participantes. Ellos compartieron sus experiencias educativas, el proceso de diagnóstico de la dislexia y cómo esta condición impacta su vida diaria. Las narraciones se realizaron en primera persona para generar una conexión más cercana con los visitantes y fomentar su concientización.

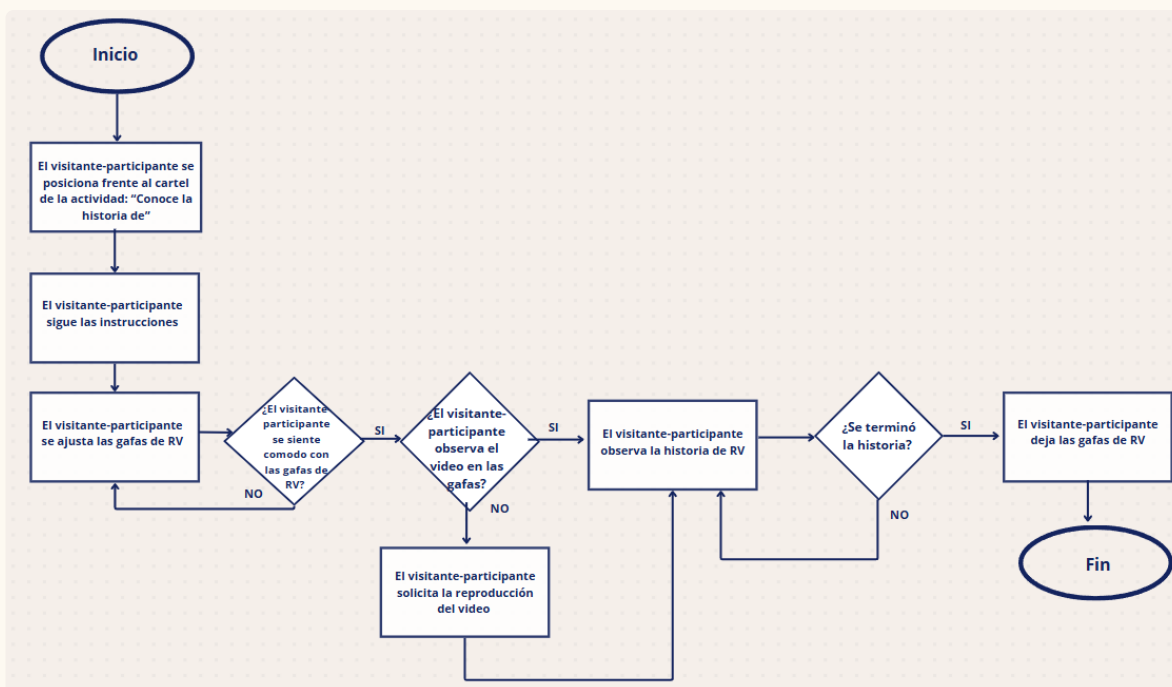


Figura 5.20. Diagrama de “Conoce la historia de...”

El diseño de la animación se ajustó al concepto de la exposición, incorporando referencias a un aula escolar y elementos como los garabatos, adaptando todo al entorno del salón de clases y al mensaje principal de la muestra. Además, la animación y el audio de la persona protagonista hacen que la experiencia sea inmersiva e interactiva, ya que introducen al visitante directamente en la historia, permitiéndole observar la historia de manera más cercana y personal.

5.7.2. Imagen 360°: Observa los síntomas de la dislexia

La actividad de imagen en 360° complementa la información del cartel informativo *Observa los síntomas de la dislexia*. Esta actividad está diseñada para que el visitante-participante se sumerja por completo en una infografía interactiva, donde la inmersión juega un papel fundamental. El visitante-participante debe mirar alrededor de la imagen en 360° para explorar toda la información disponible, lo que permite una experiencia más completa y detallada.

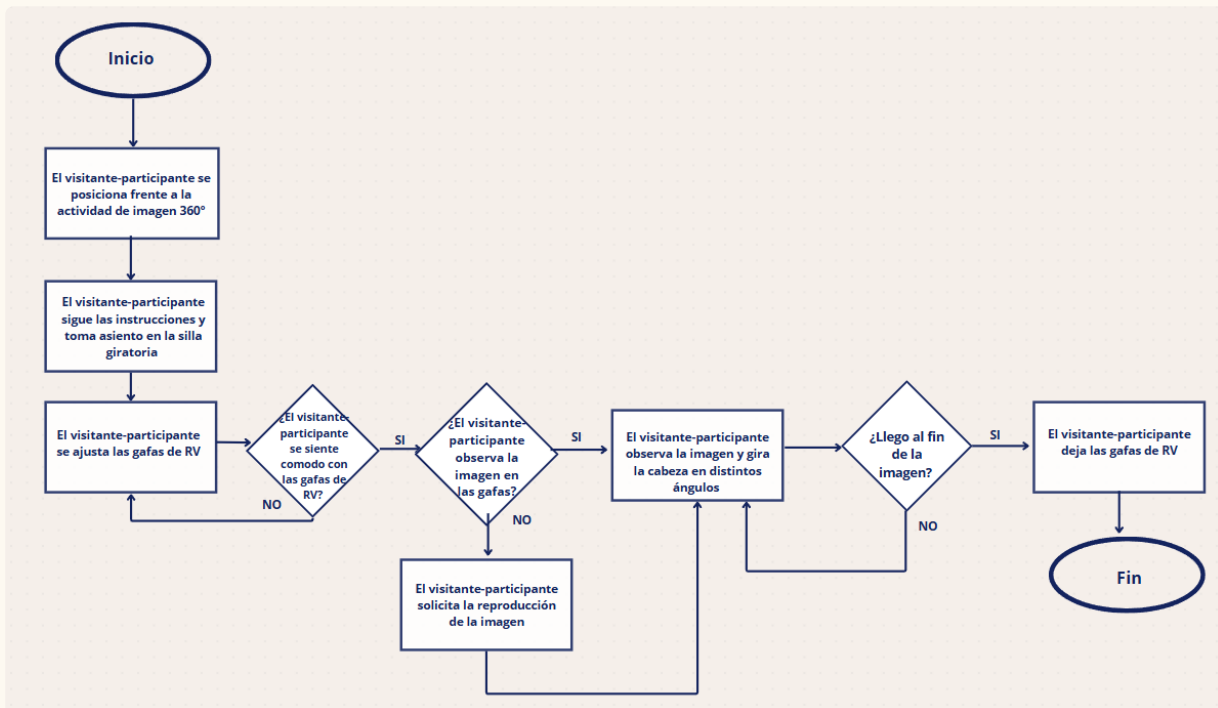


Figura 5.21. Diagrama de imagen 360°

5.8. Entornos de desarrollo y bibliotecas

5.8.1. WebXR y MindAR para la realidad aumentada

Para el desarrollo de las aplicaciones RA utilizamos la API de WebXR, ya que permite crear experiencias de RA con tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript. Su capacidad multiplataforma facilita el desarrollo, aprovechando la experiencia del equipo en desarrollo web y permitiendo una implementación instantánea en cualquier navegador compatible.

Además, al integrarse con la página web del proyecto, los usuarios pueden interactuar directamente con las aplicaciones sin necesidad de descargar software adicional; esto garantiza compatibilidad con distintos dispositivos móviles. También se optó por WebXR para unificar los recursos en una sola plataforma accesible desde la web. Adicionalmente, se incorporó la biblioteca de código abierto MindAR, escrita en JavaScript, aprovechando sus características como la detección de marcadores y su amplia documentación, la cual permitió el desarrollo de las aplicaciones de realidad aumentada del proyecto.

5.8.2. Canva para el diseño de elementos de realidad virtual, realidad aumentada y página web.

Canva es una plataforma que reduce la curva de aprendizaje y facilita crear visuales en línea de forma rápida y sencilla. Su interfaz intuitiva y fácil de usar la hace accesible tanto para principiantes como para diseñadores con experiencia.

En el desarrollo del proyecto, Canva fue una herramienta clave para la creación de elementos visuales en distintos entornos digitales, incluyendo secuencias ilustradas de procedimientos, gráficos para experiencias de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (RA), carteles infográficos y explicativos, así como elementos para la página web.

5.9. Desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada

5.9.1. Marcadores de RA

Los marcadores son elementos fundamentales en las experiencias de RA ya que permiten al sistema reconocer y rastrear imágenes específicas en el entorno físico. Cuando están bien diseñados, proporcionan puntos de referencia únicos que facilitan la integración de elementos virtuales con el mundo real.

En este proyecto, hemos seleccionado cuidadosamente los marcadores para garantizar su fácil detección por el motor de RA, lo que asegura una experiencia inmersiva y precisa para los usuarios. Las imágenes elegidas cumplen con características clave: poseen puntos de referencia claramente distinguibles, contienen suficientes detalles para su localización rápida y tienen una distribución adecuada que mejora la tolerancia a errores.

Para la librería MindAR, los marcadores deben estar en formato **.mind**. Estos se generan en línea a través de su propio compilador de imágenes, donde primero se cargan las imágenes y luego se verifica que cumplan con los criterios mencionados y, finalmente, se descargan en formato **.mind** para su posterior uso en el desarrollo de la experiencia de RA.

5.9.2. Código de las aplicaciones de RA

Desde la página web, el acceso a las aplicaciones de RA varía según la sala en la que se encuentre.

```
<p id="UNO_uno">Para ingresar a la aplicación de realidad aumentada, es importante que aceptes los permisos de uso de la
cámara para que la aplicación funcione correctamente.</p> <br>
<a href="Ejercicios/Lectures/260_sopa_letras/RASopa.html" class="boton-aplicacion">
Aplicación Realidad Aumentada
</a>
```

Figura 5.22. Referencia a la aplicación de RA

En el desarrollo de las aplicaciones de RA, se emplean dos archivos: uno **.html** y otro **.js**. En el archivo **.html**, primero se carga la librería MindAR, que se utiliza para crear las experiencias de RA en la página web. Además, se hace referencia al archivo **.js**, que facilita la importación y exportación de funciones o variables y es responsable de todo el desarrollo de la aplicación. En este archivo **.html**, también se crea una interfaz de escaneo visual, se incorpora el logo del proyecto como ícono del escáner y se adapta la interfaz a las diferentes pantallas.

```
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
<script src="../../libs/mindar/mindar-image-three.prod.js"></script>
<script src="./rasopa.js" type="module"></script>
```

Figura 5.23. Carga de librería MindAR y JavaScript

En el archivo .js primero el código importa funciones específicas para cargar modelos 3D y videos, y también asigna la librería THREE.js (para gráficos 3D) a una constante para poder usarla dentro del desarrollo de la aplicación de realidad aumentada.

```
import {loadGLTF, loadVideo} from "../../libs/loader.js";
const THREE = window.MINDAR.IMAGE.THREE;
```

Figura 5.24. Carga de librerías

A continuación, se carga la imagen que funcionará como marcador objetivo para el escaneo. El archivo debe estar en formato .mind, y para convertirlo, se utiliza el compilador en línea de la librería MindAR. Las imágenes se cargan teniendo en cuenta las características clave necesarias para que puedan ser utilizadas como marcadores.

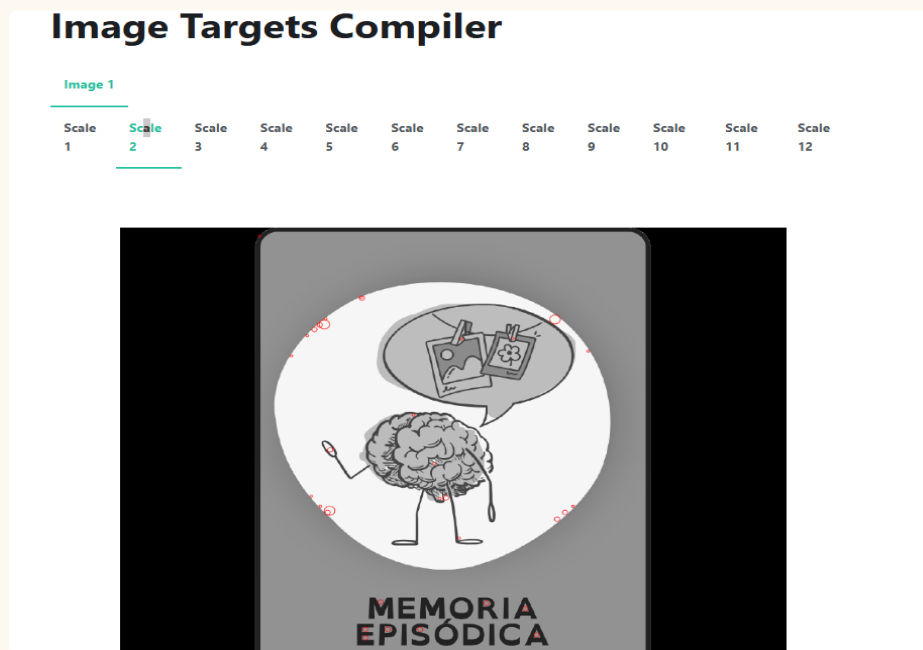


Figura 5.25. Compilador de marcadores

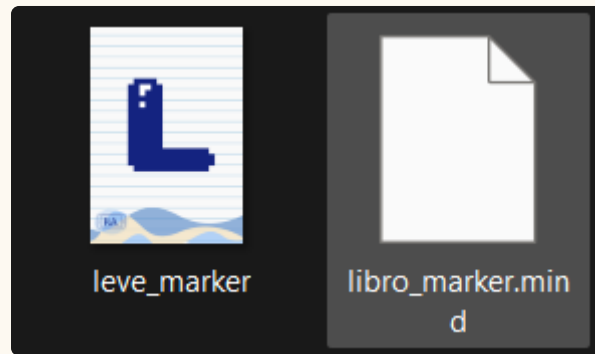


Figura 5.26. Marcador en formato .mind

Se hace la descarga de la imagen en formato .mind y en `imageTargetSrc` se hace la referencia del marcador.

```
document.addEventListener('DOMContentLoaded', () => {
  const start = async() => {
    const mindarThree = new window.MINDAR.IMAGE.MindARThree({
      container: document.querySelector("#container"),
      imageTargetSrc: '../assets/targets/lasopa.mind',
      uiScanning: "#scanning",
      uiLoading: "no",
    });
  };
});
```

Figura 5.27. Carga de la imagen objetivo .mind

A continuación, se carga el elemento que se desea mostrar en la RA (como un video, imagen, etc.), se utiliza como una textura para un plano 3D y se crea una malla con esa textura que puede ser renderizada en la escena 3D. En este ejemplo, el video se proyecta sobre el plano, simulando una pantalla dentro de la escena.

```
const video = await loadVideo("../assets/videos/sopa/Video_SopaLetras.mp4");
const texture = new THREE.VideoTexture(video);

const geometry = new THREE.PlaneGeometry(1, 235/460);
const material = new THREE.MeshBasicMaterial({map: texture});
const plane = new THREE.Mesh(geometry, material);
```

Figura 5.28. Carga del video que se presenta como RA

Posteriormente, se definen comportamientos específicos para el video. Cuando se detecta el marcador con `onTargetFound`, el video comienza a reproducirse, es decir, al encontrar el marcador, el video se inicia. Por otro lado, cuando el marcador deja de ser visible con `onTargetLost`, el video se pausa, asegurando que solo se reproduzca cuando el marcador esté presente.

```
anchor.onTargetFound = () => {  
  video.play();  
}  
anchor.onTargetLost = () => {  
  video.pause();  
}
```

Figura 5.29. Comportamientos del video RA

Finalmente, al video se le pueden aplicar características como la repetición del contenido en un bucle y el control sobre el momento específico en el que se inicia su reproducción.

5.10. Mantenimiento y Replicabilidad

Para garantizar que la exposición sea replicable y que el material se reproduzca correctamente en el futuro, es crucial implementar un plan de mantenimiento regular. Este plan debe incluir la corrección de errores y la verificación periódica de la funcionalidad para asegurar que los usuarios puedan interactuar de manera efectiva con las aplicaciones y los elementos interactivos.

5.10.1. Corrección de Errores y Revisión Técnica

- Identificación y resolución de errores detectados durante el uso de la exposición o reportados por los usuarios, tales como la imposibilidad de cargar las aplicaciones debido a una señal de internet inestable, la no detección de los marcadores por falta de iluminación adecuada, tiempos de carga lentos, el no acceso al material desde la página web, problemas con la compatibilidad del navegador con WebXR, errores en los permisos de acceso a la cámara y problemas con la visualización de contenido multimedia.
- Verificación periódica de la funcionalidad de las aplicaciones en distintos dispositivos y navegadores, asegurando que se mantengan compatibles con las tecnologías más recientes.

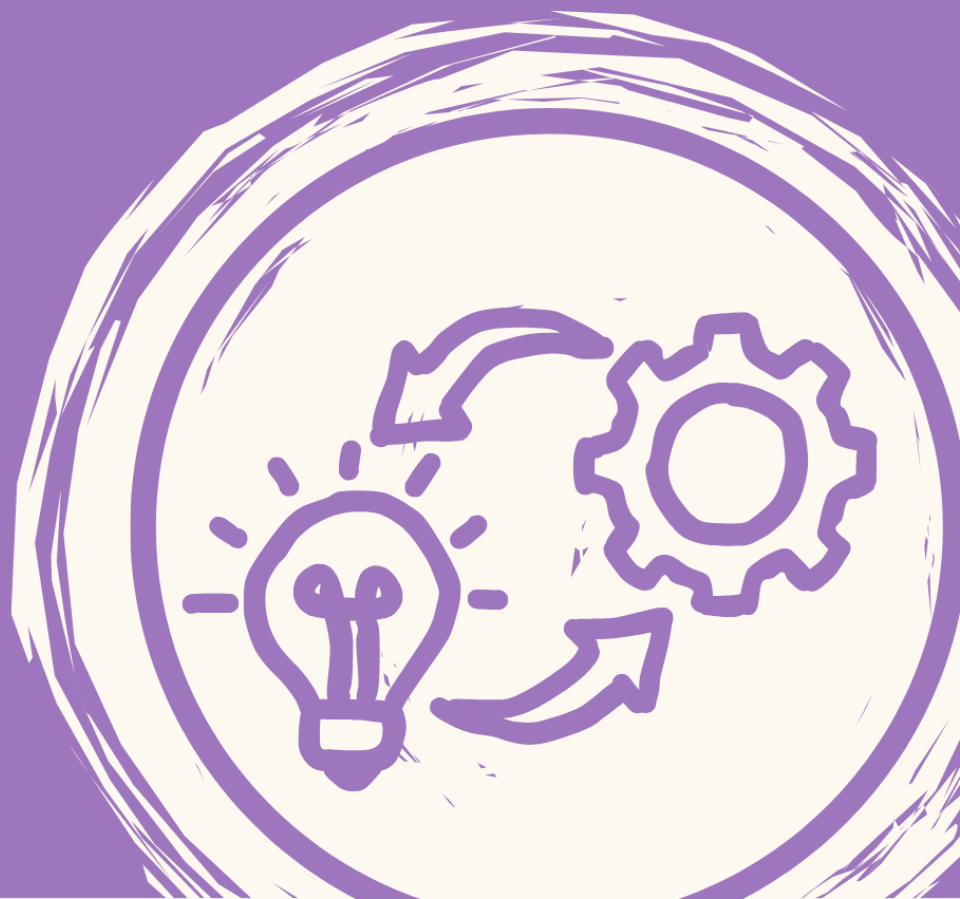
5.10.2. Experiencia del Usuario

- Análisis de la retroalimentación de los usuarios para identificar áreas de mejora en la interfaz y la navegación.
- Implementación de nuevas funcionalidades o mejoras según las necesidades detectadas a partir de la retroalimentación recibida.

5.10.3. Actualización de Contenidos y Recursos

- Revisión y actualización periódica de videos, animaciones y elementos interactivos para mantener la experiencia inmersiva y relevante para los visitantes.
- Optimización de modelos 3D y texturas para mejorar el rendimiento sin comprometer la calidad visual.
- Revisión de la compatibilidad con nuevas versiones de navegadores y sistemas operativos, garantizando la correcta ejecución del material interactivo.

Implementación y evaluaciones



En el presente capítulo, expondremos el proceso de implementación y primeras pruebas de prototipos, así como los métodos de evaluación de los materiales diseñados para la exposición. A grandes rasgos, podemos decir que la implementación consistió en la preparación y montaje de las primeras salas en entornos controlados, mientras que en la evaluación se pusieron a prueba criterios de usabilidad, navegabilidad, comprensión y estética de los materiales gráficos, las aplicaciones y su integración en el entorno a través de métodos de observación y encuesta.

De acuerdo con EVE (2020), la evaluación es una forma de medir el efecto o rendimiento a lo largo de dicha actividad y cuestionar y analizar así, su trayectoria general y los puntos de referencia en sí mismos. Se realiza en un tiempo determinado y, de ser adecuado el recorrido, se puede conocer qué funcionó y por qué funcionó, así como a la inversa: qué no funcionó, que debe ser rediseñado y, en general, descubrir en qué grado una exposición alcanza su propósito (East of England Museum Hub, 2008; García y Alonso, 2010).

6.1 Implementación del primer recorrido

Criterios de legibilidad y estilo

Tal y como lo señala el grupo Articket BCN, el estilo nunca puede antelarse a los criterios de usabilidad (2010). En nuestro caso, la identidad gráfica de los materiales estaba ligada a principios de legibilidad muy específicos en beneficio de poblaciones con dislexia y dificultades de lectura. Por lo anterior, seguimos lineamientos que se ajustaban a patrones estilísticos ya utilizados en otras campañas de dislexia, así como artículos de investigación. La [Figura 6.1](#) muestra de forma condensada los patrones gráficos usados como referencia y su comparación con otras campañas.

Como se puede apreciar en la tabla de los criterios de diseño, nuestras primeras referencias para el color, la tipografía, los fondos y los tamaños se centraron en otras campañas más que en los participantes mismos debido a que en este punto del trabajo aún no contábamos con ningún recorrido finalizado. Basarnos en opiniones tempranas de nuestros participantes podía conducirnos a datos erróneos que de igual manera se sujetarían a cambios considerables una vez que los cotejáramos con las observaciones de los visitantes-participantes en el primer recorrido (véase apartado [Evaluación y primeros resultados](#)).



Figura 6.1. Criterios estilísticos definidos para la exposición. Se compararon diversas campañas y programas de dislexia alrededor del mundo, tales como *Go for Dyslexia*, *Change Dyslexia*, *Disfam*, *Made By Dyslexia*, *Making Sense of Dyslexia* y la Asociación Internacional de Dislexia. En el caso de la paleta de colores, tomamos como referencia adicional la paleta de Luz Rello.

Tomamos tres asociaciones importantes: Made by dislexia, DISFAM y la Asociación Internacional de Dislexia. Las tipografías utilizadas eran Easy reading, Trebuchet y Open sans, sin embargo, algunas de ellas son de paga o ya están bastante alineadas con la identidad de la organización. Por otro lado, fuentes como la misma DISFAM o la Asociación Británica de Dislexia o la Plataforma dislexia recomiendan una variedad de tipografías amigables sin serifas y monoespaciadas que son igualmente útiles, como Tahoma, Helvética o Myriad. En nuestro caso, elegimos Tahoma como fuente principal para textos, y Open Dyslexic por ser una tipografía de libre acceso específicamente diseñada para gente con dislexia.

Las paletas de colores también ofrecían varios contrastes. Made by dislexia manejaba colores vibrantes, aunque pocos tonos neutros en comparación con disfam, que prefería el azul turquesa como color base y otros colores neutros, así como la Asociación Internacional de Dislexia. Tomamos de referencia algunos de los tonos base en conjunto con tonos complementarios que ofrecieran un fondo más ameno para la lectura.

Finalmente, observamos que algunos iconos carecían de legibilidad, debido a que únicamente estaban conformados por la línea exterior y no tenían ningún relleno de color adicional (estilo *outline* o contorno), o bien, que manejaban un efecto más tridimensional y con colores de relleno, pero que no tenían un contraste adecuado entre las líneas y el fondo. Nosotras hemos elegido trabajar con iconos con contornos, pero sobre fondos neutros o colores base, para aumentar la legibilidad de nuestros visitantes-participantes durante el recorrido.

Definidos los criterios de legibilidad, optamos por establecer las unidades de información gráfica de cada módulo. Esto forma parte de dos procesos paralelamente importantes: la definición de criterios didácticos, esto es la finalidad informativa detrás de agrupar los elementos de la exposición de una forma o de otra (García Blanco, 1981), y el acomodo de la exposición, que forma parte del montaje en general (López Barbosa, 1993).

Idealmente, cada sección o módulo contaría con dos carteles gráficos impresos. Uno de ellos para dar la bienvenida al módulo y abordar una narrativa específica que se habría de conectar con el siguiente módulo. Por ejemplo, la primera sección abordará como tema la introducción al conocimiento de la dislexia a partir de situaciones escolares cotidianas y preguntas clave dirigidas al lector.

El segundo cartel sería de carácter meramente informativo y la información se sistematizaría a manera de organizadores gráficos e infografías. Los esquemas de esta naturaleza son una de las estrategias funcionales para que los alumnos con dislexia presenten información, es por esto que decidimos hacer uso de esa estrategia y representar los datos con esquemas variados.

Cada par de carteles (el infográfico y el narrativo) lleva un color predominante en consonancia con el módulo al que pertenece:

- Módulo 1: "De letra en letra. ¿Qué es la dislexia?" - **azul**.
- Módulo 2: "El laberinto de la dislexia: Frustraciones y desafíos" - **naranja**.
- Módulo 3: "Más allá de las palabras. Fortalezas de la dislexia" - **verde**.
- Módulo 4: "Juntos hasta la última pieza" - **amarillo**.

Para finalizar con la información gráfica se diseñaron también los carteles de bienvenida. El primero contiene exclusivamente el nombre de la exposición *Pensar más allá de las palabras*; el segundo cartel tenía por objetivo capturar la atención de los visitantes potenciales. Se contrastaron dos estrategias para atraerlos e invitarlos:

1. Un texto continuo para detonar empatía y explicar el tipo de exposición y lo que encontrarán en el recorrido.
2. Un ejercicio interactivo de carácter lúdico que los ayude a familiarizarse con una de las tecnologías empleadas y generar curiosidad.

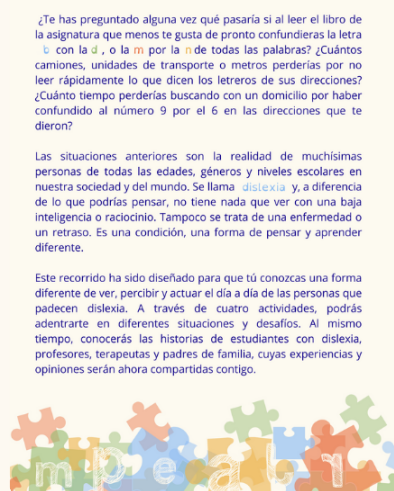


Figura 6.2. Primer diseño de carteles para el recorrido. El primer cartel, sobre fondo claro, representa una de las dos versiones para la bienvenida a la exposición. El segundo cartel (de izquierda a derecha) es el cartel infográfico, y el tercer cartel representa la narrativa inicial al tema de la exposición. Ambos carteles (centro y derecha) poseen un color azul predominante para representar la sala en la que se ubican.

Ante la cantidad de materiales impresos y textuales que conforman nuestro montaje, conviene tener presente la caracterización de nuestra exposición (véase capítulo Marco conceptual). En tanto que exposición de carácter documental, aplicado a la divulgación de información científica se torna fundamental contar con información textual. En este sentido, mantuvimos las recomendaciones de accesibilidad:

Un discurso más bien verbal, basado en la palabra escrita, puede ser muy distinto de otro más visual e intuitivo. Si es preciso leer muchos textos, por ejemplo, debemos dar al usuario las máximas facilidades posibles para hacerlo [...] y también dotar el recorrido con espacios para que el visitante pueda tomarse el tiempo necesario o para evitar aglomeraciones. (Articket BCN, 2010)

Aunado a lo anterior, también se diseñaron las primeras SIP para las interacciones con RV, RA y la actividad misma (véase el capítulo de **Marco teórico**, para más detalles). Las instrucciones debían cumplir los siguientes requerimientos generales, según Carla Spinillo (2010).

1. Representación concisa de los pasos: no mostrar pasos de más. Sólo los necesarios.
2. Los títulos deben proporcionar información sobre el procedimiento: Ayuda al visitante a decidir si quiere ejecutar la acción o no.
3. Si hay pictogramas complejos, deben especificarse con texto para ser más claros.
4. Evitar variaciones innecesarias en las características gráficas de las SIP.
5. Mostrar claramente los textos en relación con las imágenes a las que se refieren.
6. Escribir los textos procedimentales como oraciones imperativas, afirmativas y sencillas.
7. Procurar que el orden de las imágenes coincida con la dirección de escritura.
8. Buscar introducir guías para la orientación de las ilustraciones.
9. Usar señales visuales para separarlas ilustraciones de forma precisa.
10. Utilizar recursos simbólicos con los que los visitantes estén familiarizados.
11. Emplear recursos que atraigan la atención de los lectores.
12. Usar estilos de ilustraciones que recuerden a objetos o situaciones reales. Tener cuidado con las representaciones parciales.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores, se diseñaron dos tipos de carteles para explicar el uso adecuado de los dispositivos de RA y RV. Adicionalmente, se elaboraron otras instrucciones para explicar cómo debía realizarse la actividad interactiva que no involucraba tecnologías para el módulo 4. La [Figura 6.3](#) muestra dichas instrucciones.



Figura 6.3. SIP diseñadas para los ejercicios de RA y RV. Para su uso, se estandarizó un ícono que guarda correspondencia con cada tecnología. Los colores también fueron elegidos para representar y diferenciar cada una de ellas. Se acordó exponer el proceso en 4 pasos, de acuerdo con tamaño del documento y para la saturación de información del docente.

Primer prototipo de la primera etapa de RA

Para el desarrollo de esta exposición inmersiva, como se ha mencionado, se integran tecnologías de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) con el objetivo de crear una muestra dinámica y replicable en distintos espacios académicos. Recordemos que, tal como señalamos en nuestros objetivos particulares, a través de diversas aplicaciones consideramos que los usuarios pueden interactuar con entornos simulados que recrean y representan didácticamente los retos enfrentados por las personas con dislexia. Además, éstas funcionan como un recurso complementario para reforzar la información presentada en la exposición, lo que brinda una experiencia educativa más profunda e interactiva. El diseño y el desarrollo de esta aplicación se describe en el capítulo de desarrollo tecnológico (véase capítulo **Desarrollo tecnológico**).

En esta etapa se implementó la primera propuesta de aplicación de RA. Durante esta fase de desarrollo se creó la primera aplicación llamada *Sopa de letras*. Como se mencionó en el capítulo de **Diseño y desarrollo tecnológico**, esta aplicación se activa mediante un marcador, que en este caso la sopa de letras impresa sobre el cartel.

Al iniciar la aplicación, en la pantalla se muestra una imagen en realidad aumentada y un botón con la etiqueta **iniciar realidad aumentada**. Al presionarlo, se activa la actividad y, sobre el marcador, se superpone la animación con un mensaje introductorio: *Así se siente tener dislexia*. La sopa de letras aparece alterada para simular la manera en que las personas con dislexia perciben y leen ciertos caracteres.

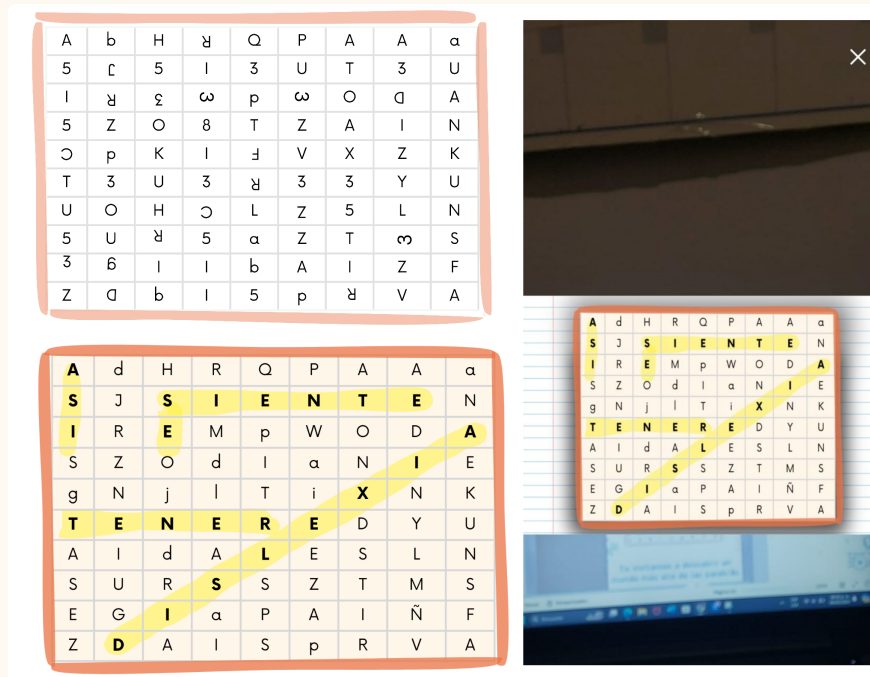


Figura 6.4. En la primera imagen (arriba, izquierda) se observa la sopa de letras que funciona como marcador. Debajo, se muestra la imagen proyectada en realidad aumentada (RA), donde se resuelve la sopa de letras y se revela el mensaje oculto. Por último, se presenta la aplicación de RA en funcionamiento (derecha).

Este primer prototipo se probó utilizando *Glitch*, una plataforma que permite la codificación en WebXR mientras muestra el resultado en la web en tiempo real y cuyos resultados e interacciones detallamos más adelante.

6.2. Recorrido

Como primera estrategia para evaluar la funcionalidad y la experiencia de los materiales diseñados hasta este momento, realizamos una prueba de recorrido por tareas, el cual cumplirá la función de una evaluación formativa (EVE, 2021). Una evaluación formativa es la evaluación intermedia de un prototipo, una sala o una parte de la exposición para identificar a tiempo ajustes o mejoras y así evitar que se apliquen a los posteriores desarrollos (East of England Museum, 2008).

Este método nos permitiría identificar problemas concretos en la secuencia de actividades, la identidad gráfica de los carteles, la funcionalidad de la primera aplicación con RA y en la interacción entre el participante y los elementos del entorno. Por ejemplo, deseábamos evaluar tanto la interacción con los carteles, como el uso de la primera aplicación de tecnología con RA. Además, encomendar al usuario ciertas tareas nos permitiría redireccionar la atención del usuario en aspectos muy específicos que podríamos no identificar en un recorrido libre. Un ejemplo de ello es la legibilidad de los carteles, tanto el registro (estilo) como la claridad del mensaje, era un aspecto sumamente importante.

El escenario elegido para la prueba fue un salón de clases de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Cuajimalpa. Consideramos este espacio como el más cercano al entorno real donde inicialmente se planea montar la exposición: salones de clases en escuelas de educación básica. Este espacio simuló lo más fidedignamente posible las condiciones del montaje para nuestro equipo: el tiempo de instalación, las áreas aproximadas, el material sobre el que se colocarían los carteles, iluminación, etc. También posibilitó la observación directa sobre la interacción que los visitantes tendrían con los materiales gráficos. Además, al ser un espacio cerrado y controlado, el salón facilitó el montaje de los carteles, así como el manejo de la tecnología.

El montaje de los carteles siguió un diseño que buscaba facilitar el flujo de los visitantes y promover un recorrido ordenado, pero libre. Instalamos carteles de bienvenida en la entrada del aula, a ambos lados de la puerta, con el propósito de llamar la atención, introducir al visitante al tema de la exposición y preparar el tono de la experiencia. Los carteles narrativos e infográficos se colocaron en las paredes interiores del aula.

Para garantizar la accesibilidad visual y ergonómica, utilizamos las recomendaciones establecidas por manuales clásicos de diseño museográfico, como el de López Barbosa (1993), el *Manual de Exposiciones del Smithsonian Institution* (Smithsonian Institution, 2002) y de García y Alonso (2010), que sugieren que los textos deben visualizarse a una altura promedio de 1.4 a 1.7 metros desde el suelo, para que sean legibles tanto para adultos como para niños.

Durante el montaje físico fuimos considerando aspectos de percepción y desplazamiento espacial. Aunque dejamos espacios amplios entre los carteles para simular un recorrido natural y activo de los visitantes, es cierto que se ocupó la mitad del salón para un promedio de dos carteles, lo que constituye apenas un módulo de la exposición. Esta observación será de utilidad para replantear el área necesaria para el montaje definitivo.

El recorrido fue llevado a cabo por tres de nuestros actores clave. El primero es Francisco F. con el que establecimos contacto desde las entrevistas y nos hemos mantenido en comunicación constante a lo largo de todas las etapas del proyecto. Este actor es un profesionalista con dislexia, y se desempeña como diseñador gráfico, lo que le permitió proporcionar un criterio más amplio sobre la identidad gráfica de los carteles, al tiempo que fue más crítico con la extensión, el registro, temas y subtemas de los mensajes de cada cartel.

El segundo participante fue Juan M., un profesor de inglés, que también estuvo al tanto de nuestro trabajo y se interesó para participar en la primera prueba. Finalmente, nuestro tercer participante fue Owen M., un alumno de educación básica que tiene conocimientos sobre dislexia y sobre neurodivergencias debido a que amigos suyos presentan alguna de ellas.

Previamente, junto con la batería de preguntas y tareas se elaboró un guion introductorio que el acompañante de nuestro equipo debía comunicar al participante. Este discurso serviría para informarle lo que se esperaba que hiciera durante la prueba, y le evitaría formular preconcepciones sobre su desempeño durante la misma. El referente textual del guion fue tomado de la obra de Steve Krug, *No me hagas pensar* y se adaptó a las necesidades de nuestro proyecto y recorrido. Junto con este guion, se incluyeron acotaciones exclusivamente pensadas para el acompañante, que incluían cuestiones de gesticulación y control de prosodia para evitar proporcionar más información de la requerida, aún cuando ésta fuera de manera inconsciente, al participante. El siguiente fragmento define la información proporcionada al usuario respecto al objetivo y su participación en la evaluación:

Hola, Paco, gracias por venir. Yo voy a acompañarte en esta sesión.
 Probablemente ya lo sepas, pero quiero explicarte brevemente por qué te hemos invitado hoy. Estamos probando los materiales que formarán parte de nuestra exposición y nos interesa mucho saber qué opinan las personas que los usan.
 Queremos enfatizar que no estamos evaluando tu desempeño, sino los materiales. Este es un espacio donde no necesitas preocuparte por cometer errores. De hecho, aquí todo lo que hagas nos será útil para mejorar.
 También, nos interesa muchísimo saber lo que piensas. Por favor, no te preocupes si sientes que algo no está bien o crees que podrías hacernos algún comentario crítico. Es justamente lo que buscamos: tu opinión honesta para seguir mejorando.
 Mientras avanzamos, te pediré que pienses en voz alta para conocer qué estás observando, qué te llama la atención, o qué pasa por tu mente en cada momento. Esto nos será de gran ayuda. Si tienes alguna pregunta, hazla con confianza. Eso sí, es posible que no respondamos de inmediato, porque justamente queremos observar cómo interactúas sin la interrupción de alguna de nosotras. Al final de la sesión podremos aclarar cualquier duda que tengas.
 Posiblemente ya te hayas dado cuenta de que hay una cámara grabando. Con tu permiso, vamos a grabar la sesión para analizarla después. El video solo lo usará nuestro equipo únicamente para fines de la investigación. No lo compartiremos con nadie más.
 ¿Tienes alguna pregunta antes de comenzar? Perfecto, cuando estés listo, puedes empezar el recorrido.

Para la realización de las tareas se plantearon diferentes bloques de preguntas, según el cartel que observara el participante. La formulación de este cuestionario se concretó a partir de diversos métodos. Primeramente, junto con las directrices establecidas al final del capítulo “Metodologías” (véase [diagrama 1](#)), habíamos perfilado determinados criterios que deseábamos evaluar:

- Experiencia de usuario en el recorrido.
- Experiencia de usuario en la aplicación.
- Comprensión de los textos (legibilidad y lecturabilidad).

- Comprensión sobre el tema en cuestión.

Técnicas y criterios de evaluación utilizados en diferentes estudios			
	"Espacio, cuerpo y apropiación de conocimiento en los museos" García Hernández, C. y Meneses Espinosa, M.	"Evaluación: Museos" Schneider, B y Cheslock, N.	Organización de exposiciones Freda Matassa
Técnica de evaluación	Recorrido libre	Observación naturalista y seguimiento con asignación de tiempo	No propone un método en específico
Criterios de evaluación	• Orden del recorrido. • Lectura de cédulas. • Observación de piezas. • Tiempo del recorrido.	En línea: • Páginas web: análisis de contenido. Técnicas de escucha: • Diarios, entrevistas y encuestas. Anotaciones Experimentación Estudios longitudinales	• Diseño. • Espacio • Señalética y etiquetas. • Interpretación. • Programas. • Impresión general.

Tabla 6.1. Enfoques y criterios de evaluación sugeridos por otros autores. Nuestra batería de preguntas contempló varias de las técnicas presentadas por otros trabajos.

Aunado a estas características, revisamos varios protocolos de evaluación, a saber: el estudio de las Dras. Margarita Espinosa Meneses y Caridad García, *Espacio, cuerpo y apropiación del conocimiento en museos* que toma la observación libre como principal método de evaluación; el informe de medición de resultados de Schneider y Cheslock, *'Gaining insight on behavior change strategies and evaluation methods from environmental education, museum, health, and social marketing programs'* (Obteniendo perspectivas sobre estrategias de cambio de comportamiento y métodos de evaluación a partir de programas de educación ambiental, museos, salud y mercadeo social), que explica diversos enfoques de evaluación en museos; y, por último, los criterios de evaluación propuestos por Freda Matassa en su libro *Organizing Exhibitions* (organizando exposiciones), donde ofrece un listado de aspectos a evaluar. La [Tabla 6.1](#) concreta algunas de las referencias referidas anteriormente.

Al consultar estas referencias para las pruebas de evaluación, nuestro objetivo no era adoptar un enfoque completo, ya que el primer recorrido que llevamos a cabo era introductorio. Por el contrario, deseamos contrastar nuestras decisiones con respecto a otros enfoques. Por ejemplo, uno de nuestros intereses era conocer la experiencia del usuario en general, es decir, las impresiones generales acerca del recorrido; esta área también aparece en los criterios de observación del estudio de Freda Matassa. Del mismo modo, analizar la experiencia del uso de la aplicación de sopa de letras fue una necesidad apremiante por ser desarrollo terminado para una sección concreta (bienvenida) y que resultó ser una constante en el informe de Schneider y Cheslock (2003) y en *Organizing exhibitions* (2014).

Batería de preguntas

DATOS INICIALES

¿Cuál es tu nombre?
¿Cuántos años tienes?
¿A qué te dedicas o te dedicabas?
¿Por cuánto tiempo?
¿Tienes algún conocimiento sobre la dislexia?
¿En caso de que sí, qué cosas conocías?

CARTELES DE INICIO

¿Podrías indicarme cuál es el título de la exposición?
¿De qué crees que se trate?
¿Podrías repetirme en qué consiste la dinámica del ejercicio descrito en el cartel?
¿Cuál crees que sea la intención de este cartel?
Observa ambos carteles, ¿puedes leerlos bien o se te dificulta?
¿Qué aspectos se te dificultan la lectura (tamaños, colores, letras, imágenes)?
¿Te parece atractivo este cartel? ¿Por qué?
Si pudieras modificar en algo el cartel, ¿en qué sería?

SOPA DE LETRAS

¿Puedes leer este cartel sin problemas?
¿Se entendieron todas las palabras y los gráficos mencionados ahí? ¿Es confuso?
¿Hay elementos que te impiden leer?
¿De qué tratan las instrucciones?
Toma un tiempo para leer de nuevo y explícame con tus palabras las instrucciones:
Si pudieras modificar en algo el cartel, ¿en qué sería?

CARTEL NARRATIVO

¿Qué te provoca este cartel?
Qué opinas de los colores, de los gráficos, del tamaño de éstos
¿Qué te agrada o llama la atención del cartel?
Sin leer el texto, observa el título. ¿De qué crees que se trata el título del cartel?
¿Pudiste leer el cartel fácilmente?
¿Te gustó el estilo del texto? ¿Por qué?

Figura 6.5. Fragmento de la batería de preguntas y tareas realizadas durante la exposición de acuerdo con cada cartel

Finalmente, integramos la batería de preguntas, la cual se muestra en la [Figura 6.5](#) . Formulamos las preguntas de tal manera que abarcaran todos los rubros de nuestra lluvia de ideas. Así, el primer aspecto, la experiencia de usuario en el recorrido, se formuló en la siguiente pregunta: “¿Te sientes motivado a seguir leyendo o investigando más sobre el tema después de ver el cartel?”, “¿Te pararías a leerlo o pasarías de largo si lo vieras en una exposición?”.

Para obtener *insights* (percepciones clave), utilizamos la observación directa del participante; sin embargo, la funcionalidad de ésta dependía parcialmente del cartel *sopa de letras*, de modo que previamente formulamos oraciones interrogativas e imperativas para llevar a cabo la evaluación por tareas: “¿De qué tratan las instrucciones?” y “Toma un tiempo para leer de nuevo y explícame con tus palabras las instrucciones”. Los resultados

La mayoría de las preguntas se enfocaron en satisfacer las últimas áreas a evaluar: Comprensión de textos/tema e identidad gráfica. Esto se debió a la cantidad de material gráfico que era necesario revisar, pues cada sección estaba conformada por un mínimo de dos carteles, junto con los carteles de bienvenida. Algunas de las preguntas y tareas redactadas para evaluar estos criterios fueron: “¿Qué aspectos te dificultan la lectura (tamaños, colores, letras, imágenes)?”; “¿Pudiste leer el cartel fácilmente?”; “¿Te gustó el estilo del texto? ¿Por qué?”; “¿Los gráficos fueron fáciles de entender?”; “¿Consideras que complementan la información?” y “Si pudieras modificar en algo el cartel, ¿en qué sería?”.

El recorrido duró aproximadamente 40 minutos y se grabó en su totalidad para el registro de evidencias. Utilizamos una cámara Cannon y un celular smartphone para las tomas fijas, y un celular con *selfie stick* para filmar en primera persona a los participantes. La [Figura 6.6](#) muestra momentos del recorrido.

Para la prueba de interacción tecnológica, se evaluó la primera aplicación de realidad aumentada (RA) desarrollada, titulada *Sopa de Letras*. La actividad iniciaba con un cartel diseñado como una sopa de letras, que funcionaba como elemento introductorio a la exposición. En este cartel impreso se ocultaban palabras clave que, al ser encontradas, conformaban la frase: “Así se siente tener dislexia”.

El ejercicio consistía en que el visitante intentará identificar dichas palabras directamente en el cartel. En caso de no lograr completar la tarea, se le proporcionaba una Tablet (modelo Galaxy Tab S6 Lite), equipada con la aplicación de RA. Esta contaba con una interfaz sencilla, en la que el visitante-participante debía presionar el botón *Iniciar realidad aumentada* y enfocar la cámara del dispositivo sobre el cartel. Al hacerlo, la interfaz reconocía el cartel y comenzaba a resaltar palabra por palabra, hasta completar la frase oculta.



Figura 6.6. Momentos del recorrido. A la izquierda, el participante Francisco F. interactúa con la aplicación tecnológica del cartel. Los carteles de la entrada son observados por el estudiante Owen (foto arriba, a la derecha). El participante Francisco observa y da sus impresiones sobre el cartel narrativo (abajo, derecha).

La actividad junto con la frase venía cargada de un componente emocional (**así se siente tener dislexia**) y tenía como propósito sensibilizar al visitante acerca de las dificultades que enfrentan las personas con dislexia al procesar textos. De manera intencional, diseñamos esta experiencia para cumplir varios objetivos clave:

1. Detectar posibles instrucciones sobrantes o faltantes en la actividad.
2. Familiarizar a los visitantes con el uso de la tableta digital y las tecnologías de realidad aumentada.
3. Fomentar confianza y comodidad en la manipulación del hardware, reduciendo barreras tecnológicas iniciales.
4. Introducir de manera inmersiva y significativa el propósito general de la exposición, para establecer un vínculo emocional entre el visitante y el tema abordado.

Durante la interacción con la aplicación de sopa de letras, se consideró importante observar si la interfaz lograba ser intuitiva. Por ejemplo, se le entregó la tableta digital a Francisco F. y, desde el primer momento, observamos qué hacía: si interactuaba directamente o si le tomaba más tiempo entender cómo utilizarla. En este caso, notamos que se detuvo a observar la interfaz y preguntó directamente si debía presionar el botón. Se le indicó que lo hiciera y, una vez que se abrió la cámara del dispositivo, nos volvió a preguntar si debía enfocar la cámara hacia el cartel de sopa de letras. Observamos que le interesó la animación en realidad aumentada. Sin embargo, al finalizar la experiencia, nos comentó que la primera interfaz —donde debía presionar el botón— le resultó un poco confusa, además que nos recomendó subir un poco más el volumen del mensaje final y un poco más grande la imagen. Este comentario fue registrado como un punto a considerar para futuras mejoras.

Con el siguiente usuario, Owen, observamos que se sentía más confiado al usar el dispositivo. Lo que hizo fue colocarse frente al cartel, tomar su tiempo para observar y resolver la sopa de letras. Nos preguntó cuáles eran las palabras que debía buscar, ya que no le parecían claras. Luego le dimos la tableta digital y, de forma intuitiva, presionó el botón para iniciar la experiencia.

Cuando abrió la cámara, nos preguntó directamente si tenía que apuntar hacia la sopa de letras o si podía hacerlo hacia cualquier lugar, y se le indicó que debía posicionarla hacia la sopa de letras. De igual forma, observamos que la animación de realidad aumentada le pareció interesante y recibimos su comentario de que sería mejor hacer la imagen más grande. Estas observaciones fueron tomadas en cuenta para futuros desarrollos.

Previo a la realización de la prueba, todos los participantes firmaron un acuerdo de confidencialidad y consentimiento informado que garantiza la protección de sus datos personales y la privacidad de las observaciones realizadas durante la actividad al mismo tiempo que se les esclarecieron los objetivos y el alcance de su participación. Este procedimiento formó parte de las buenas prácticas en investigación, con las normativas éticas y legales de recopilación de datos.

Recorridos virtuales

En adición a la prueba presencial, realizamos otros recorridos de carácter virtual con participantes. Dichos usuarios fueron docentes de español e historia de educación básica secundaria que fueron contactados desde la fase de recopilación de datos (entrevistas) y se interesaron por el proyecto. La inclusión de más participantes se fundamenta en una serie de requisitos que deseábamos cumplir.

- Acotar aún más a nuestros actores clave: docentes de educación básica.
- Concretar un grupo mínimo de pruebas. De acuerdo con Krug, de 3 a 8 participantes pueden constituir un grupo de evaluación consistente (2015).

- Reunir un número consistente de *insights* (percepciones) y/ o retroalimentación sobre la identidad gráfica, la claridad de mensaje y estilo, que nos sirvan de guía para reformular o modificar los elementos gráficos más importantes del recorrido.

Para el recorrido virtual se realizaron una serie de adecuaciones significativas. Primeramente, requeríamos que el participante pudiera recorrer un espacio, aunque virtual, donde estarían colocados los diferentes carteles. Para estos fines, se diseñaron dos entornos virtuales: el primero se creó con la plataforma Emaze. Esta aplicación ofrece al participante navegar en primera persona en un entorno prediseñado muy parecido al salón de clases, por lo que experimentaría una prueba más acorde a la experiencia que queríamos transmitir.

A lo largo del entorno, se subieron y colocaron los diferentes carteles y enseres que utilizaríamos en la exposición física. La desventaja que ofrecía esta página era que no se ajustaba enteramente al espacio de un salón de clases de educación básica.

El segundo entorno virtual fue una presentación en la plataforma Canva. Cada diapositiva mostraba una sección de los carteles que previamente seleccionamos para su evaluación. La ventaja de esta aplicación consistió en que los materiales podían verse con más detalle, por lo que tendríamos mayor control sobre las pruebas y los aspectos a evaluar. Una desventaja, en cambio, radicaba en que el movimiento no ofrecía el mismo nivel de libertad e interacción que el prototipo anterior.

La preparación de la batería de preguntas debía cambiar y ajustarse al formato virtual. Esto implicó eliminar las preguntas relacionadas con el uso de la aplicación tecnológica. De igual manera, no incluimos preguntas para el criterio "Experiencia de usuario en el recorrido", ya que no podríamos cotejar esa una evaluación virtual con un recorrido físico. Así, los criterios que exploramos para ambas pruebas fueron: "Comprensión de los textos", "Comprensión sobre el tema en cuestión" e "Identidad gráfica".

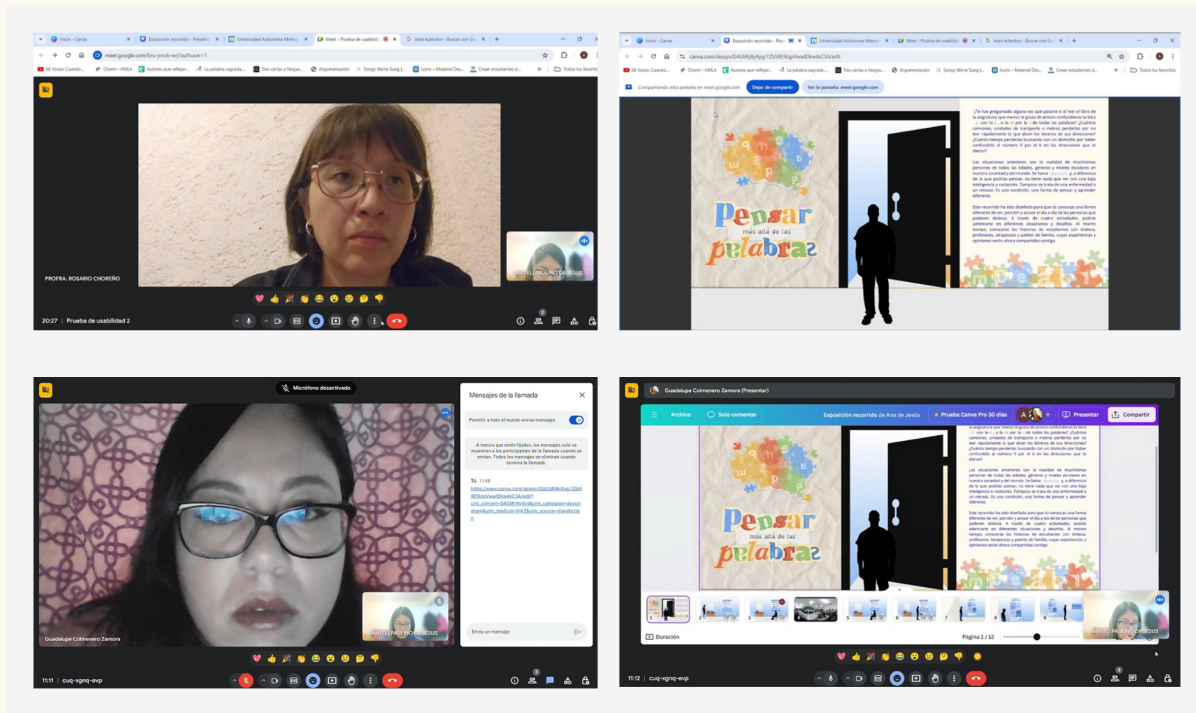


Figura 6.7. Momentos del recorrido virtual. Arriba, la profesora Rosario Choreño, observa la entrada con dos carteles dispuestos para la bienvenida. Abajo: el mismo ejercicio se realizó para la profesora Guadalupe Meza.

Al principio de la entrevista, luego de las preguntas de información general, las participantes eligieron una de las dos interfaces para que tuvieran mayor control durante la prueba, acorde con su primera impresión y con el grado de dominio que tuvieran sobre la interfaz. Ambas participantes optaron por la interfaz realizada en Canva, ya que tenían experiencia manejando el programa. La **Figura 6.7** integra momentos de la etapa virtual de evaluación.

Las observaciones y resultados derivados del recorrido por tareas presencial y virtual, en conjunto, fueron documentados en detalle para orientar las fases posteriores de iteración y mejora.

6.4. Evaluación del recorrido y primeros resultados

Los resultados preliminares de los recorridos realizados los presentamos en un breve informe cualitativo. Dada la cantidad de participantes, un análisis porcentual era poco significativo, por lo que fuimos destacando los *insights* (descubrimientos) más útiles para llevar a cabo tareas de corrección. A continuación, describiremos los hallazgos más significativos de acuerdo con ciertos criterios:

6.4.1. Interacción con la tecnología

Entre los hallazgos evidenciados durante el ejercicio del cartel con RA, dos de los participantes sugirieron imprimir un cartel o una cédula informativa que proporcione la definición de realidad aumentada para aquéllos que no sabían. En la misma sintonía, Owen sugirió que hubiera una SIP (secuencia de instrucciones procedimentales) que guiara paso por paso cómo debíamos interactuar con el cartel.

Otra de las opiniones relacionadas con el uso de la tecnología, fue la necesidad de incluir un texto introductorio en donde informáramos qué era la RA y la RV y advirtiéramos que las usaríamos a lo largo de la exposición. Esta información la introducimos en nuestro segundo recorrido (véase [Diseño de SIP](#)).

Ahora bien, entre las observaciones que pudimos realizar revisando la grabación de la prueba con los participantes, nos percatamos que es importante dejar la posición del dispositivo lo más cercana y obvia posible para que cada uno pueda utilizarlo intuitivamente. La interfaz de la tableta digital estaba previamente cargada y lista para utilizarse por el participante. Esta previsión resultó acertada al permitirle acceder directamente al ejercicio sin contratiempos.

Entre los comentarios que obtuvimos para el diseño de la RA, debemos mejorar el tamaño y resolución de la animación que se muestra en pantalla, así como también subir el volumen de los sonidos de animaciones, esto debe ser importante tomar en cuenta porque en un futuro queremos replicar estos mensajes en las animaciones y queremos lograr que estos tengan un volumen adecuado y no le cueste a nuestros usuarios el escuchar estos mensajes.

Dada la facilidad con la que los participantes utilizaron la interfaz, dedujimos que no era imprescindible contar con una interfaz exhaustiva, un diseño complejo ni información detallada. En contraste, debíamos simplificar aún más la interacción con la eliminación del botón **iniciar realidad aumentada** y pasar a la activación automática al posicionar la cámara hacia el marcador. Esta hipótesis la pondremos a prueba y comprobaremos en el segundo recorrido.

6.4.2. Identidad gráfica general

Los participantes concordaron en que un sello distintivo de la exposición fue la tipografía *OpenDyslexic* para enmarcar títulos y palabras clave, incluyendo los detalles con las letras invertidas, pues era un rasgo que pasaba desapercibido a primera vista y que sólo permaneciendo cierto tiempo prestando atención a los carteles, se notaban. Los colores fueron llamativos para la mayoría de los participantes, pues transmitían alegría y los incentivaba a seguir el recorrido.

6.4.3. Cartel interactivo sopa de letras

En cuanto a la impresión general del cartel, los participantes coincidieron en que el diseño era atractivo y efectivo para captar la atención e invitar al recorrido, en contraste con una bienvenida meramente narrativa. Sin embargo, recomendaron prestar mayor atención a los detalles gráficos de la sopa de letras para que se asemejara lo más posible a la versión tradicional del ejercicio.

Asimismo, sugirieron describir la actividad con mayor claridad, ya que, al tratarse de una sopa de letras, es fundamental indicar las palabras que deben buscarse (en nuestro caso, la lista no aparecía). También señalaron la importancia de que la sopa de letras presentada en el cartel coincidiera exactamente con la que se mostraba en la aplicación de RA.

6.4.4. Cartel narrativo

Entre la retroalimentación que se dio sobre el cartel narrativo expuesto en la evaluación, los participantes resaltaron que la información presentada no era excesiva y el estilo, las palabras, la extensión de las oraciones fueron fáciles de leer. Si bien el mensaje del cartel era comprensible y con un texto amigable, los usuarios atribuyeron menos interés por los colores usados. Recomendaron que el color azul, color que se decidió destacar en esta primera sección de acuerdo con nuestro código de colores (véase [Criterios de legibilidad](#)), no predominara, puesto que transmitía ideas equivocadas. En cuanto a los títulos, se sugirió que tuvieran más presencia aumentando el puntaje. Finalmente, comentaron que el estilo de las imágenes debía cambiarse, pues no era acorde a la identidad de una exposición escolar.

6.4.5. Cartel infográfico

En este mismo sentido, las imágenes dispuestas en el primer cartel infográfico *Comprobemos la dislexia* tampoco favorecieron la comprensión del cartel, pues no apoyaban la información realizada en el cartel, también resaltaron algunas partes donde el contraste de colores de la tipografía no apoyaba a la legibilidad del texto. Finalmente, recomendaron explicar conceptos que no fueran del todo claro o pertenecieran a un área académica, tales como dificultad específica del aprendizaje, dislalia, disgrafía, etc.

La recopilación de estas observaciones fue suficiente para preparar un segundo recorrido en el que no solo se reformuló de forma completa el material gráfico, sino que también ayudó a definir los carteles del segundo módulo y comenzar a trabajar en el diseño de las SIP. Al mismo tiempo, nos permitía avanzar con el diseño de las demás interfaces de RA y RV.

Dada la cantidad de información y material que era menester ordenar, fue necesario diseñar una estrategia de visualización para tener una noción más exacta de cómo debíamos disponer de cada cartel, texto instruccional, aplicación de RA, aplicación de RV, enseres eléctricos como cables, lentes, tabletas digitales, celulares, laptops, etc. Por ello, previo a la segunda evaluación trabajamos en la elaboración de un guion museográfico o visual.

6.5. Guion visual

6.5.1. El guion visual como una herramienta en el diseño

Uno de los desafíos a considerar durante el desarrollo del proyecto fue contar con algún tipo de ayuda visual que facilitara la comprensión del comportamiento de los participantes dentro del espacio museográfico, con el fin de determinar el primer curso de acción; si se pretende que inicialmente interactúen con la tecnología pertinente o bien que se detengan a analizar el contenido del cartel informativo antes de cualquier contacto con los objetos dentro del espacio museográfico.

Así, consideramos como primer paso identificar las acciones a realizar por el participante durante su recorrido, examinando a detalle diversos aspectos: cuando el participante gira, la dirección hacia la cual se orienta, y los elementos que percibe durante este momento. Aunado a esto, buscábamos determinar y comprender el patrón de movimiento adoptado: si avanzaba en línea recta, desplazándose en zigzag, o enfocando su vista en algún lugar en específico. Para lograr este objetivo era preciso optimizar la disposición de los carteles y garantizar que tanto los contenidos como las interacciones y actividades fueran relevantes al mismo tiempo que se mantuviera una progresión lógica, a fin de mejorar la experiencia del participante y facilitar una comprensión más efectiva del contenido del museo.

Asimismo, precisamos lograr un equilibrio entre los carteles informativos y las interacciones dentro del museo, con el fin de estimar si estos elementos se complementan o si las actividades resultan demasiado similares.

Estos objetivos se logran cuando tenemos un modelo de circulación adecuado. Según García y Alonso (2010), los modelos se asocian muy estrechamente con el ritmo, que consiste en que el participante cuente con una variedad de experiencias mientras avanza a través del espacio recreado para la exposición.

Ya que nuestro objetivo era que el recorrido fuera instintivo, recurrimos a libros con información pertinente sobre el flujo del participante durante la exposición. López Barbosa precisa en su libro *Manual de montaje de exposiciones* nociones en cuanto al flujo de los visitantes. Señala que un gran porcentaje de personas que visitan diversas exposiciones tienden a moverse de izquierda a derecha, "Ello se explica fundamentalmente porque nuestro lenguaje se escribe y lee en ese sentido". Sin embargo, considera que algunos visitantes recorren inconscientemente de manera inversa, es decir, de derecha a izquierda, "especialmente aquellos acostumbrados a conducir vehículos, debido a las convenciones americanas de tránsito (conservar su derecha)" (López, 1993: 41).

Por un lado, reconocemos que la diversidad de los participantes implica una dificultad para establecer un modelo único de recorrido. Lauro Zavala en su *Antimanual del museólogo: Hacia una museología de la vida cotidiana* presenta una tipología diversa en cuanto a los tipos de visitantes al museo. Esta abarca desde aquellos que realizan el recorrido de manera desordenada hasta quienes permanecen en el centro experimentando todo lo que les rodea (Zavala, L., 2012). Sin embargo, con el afán de lograr una experiencia fluida, consideramos pertinente establecer un orden en el recorrido y así garantizar el hilo conductor que le permitirá al participante reconstruir su propio aprendizaje (García y Alonso, 2010).

La elección de este tipo de recorrido se fundamenta en la posibilidad de otorgar libertad al visitante. Consideramos esencial que el recorrido sea libre para atender a la diversidad de participantes: aquellos que optan por no interactuar con la tecnología y aquellos que encuentran en esta interacción una mayor comodidad.

Este tipo de recorrido, conocido también como *no documental* (López, F. 1993), se caracteriza por un orden flexible y no rígido, lo que permite que "la persona realice el trayecto por su cuenta, descubriendo la exposición a su ritmo y según sus propios intereses" (Zavala, L., 2012, p. 23). El diseño del espacio expositivo responde a estas directrices. Cabe señalar que, a pesar de la connotación de libertad implícita en la palabra, esta se refiere al visitante dentro del museo, quien, aunque actúa de manera autónoma, sigue siendo acompañado por el equipo durante el recorrido. No obstante, la presencia de dicho equipo no tiene como objetivo interrumpir el flujo natural del visitante; su función es, en cambio, proporcionar apoyo en relación con el uso de la tecnología, ajustándose a las necesidades del mismo.

Es así como, a partir de un guion visual, concretamos y dirigimos nuestros esfuerzos hacia 3 objetivos específicos:

1. Conocer los movimientos más naturales del participante para hacer el recorrido lo más instintivo posible.
2. Que el participante se mueva libremente, coadyuvado por el equipo en cuanto a las tecnologías.
3. Descubrir si existía un balance entre las actividades informativas (carteles infográficos) y las interactivas (con la RV y RA).

Para obtener una idea general de lo que se espera dentro del museo, llevamos a cabo una primera descripción de las actividades y las acciones esperadas durante el recorrido completo por parte del participante. Si bien este punto no se esperaba conocer a detalle los movimientos, esta prueba representó el primer paso para profundizar y analizar las implicaciones de cada acción.

Escena 2: Primer Módulo - Introducción y Experiencia de Realidad Virtual
• Descripción Visual:
• Dos carteles con realidad aumentada en las paredes. Los visitantes pueden escanear los carteles para obtener información adicional en formato de animaciones o gráficos 3D. • Tres sillas dispuestas para que los visitantes se sienten y usen los lentes de realidad virtual, cada silla equipada con audífonos para una experiencia inmersiva.
• Interacción:
• Carteles AR: Al escanear cada cartel con realidad aumentada, aparece una animación que explica conceptos básicos de dislexia y su impacto. • Experiencia VR: Al ponerse los lentes, los visitantes pueden ver un video o simulación en 360 grados que muestra una breve experiencia inmersiva sobre cómo una persona con dislexia percibe el texto.

Figura 6.10. Detalle de la escena 2 del primer módulo que contiene la descripción y la interacción esperada. Para este guion textual se tomó la información de manera general. El guion visual se creó a partir de recursos previos, como las historias de usuario y los diagramas de flujo, los cuales desglosan secuencialmente las dinámicas de cada una de nuestras actividades.

Repetimos este mismo proceso de una descripción general y visual, interacción esperada y división de segmentos a lo largo de todo el recorrido. Encontramos que la elaboración del guion mejora la consistencia, claridad y organización de actividades para el recorrido. Una vez que se completó esta fase, continuamos con la elaboración de un guion visual que se fundamenta en el guion textual previamente elaborado.

6.5.3. El guion en la narrativa expositiva

Como segundo paso, nos dimos a la tarea de elaborar el guion visual. Esta planificación digital consiste en una narrativa cuyo objetivo es organizar los objetos, las actividades y las interacciones dentro del espacio museográfico. Para el equipo, en particular, esta actividad facilitó la visualización de posibles mejoras, pues permitió identificar situaciones o “problemas” de una manera más detallada. Aunque este recurso es comúnmente usado para lecciones en línea o la creación y diseño de sitios web, también se ha usado en el ámbito del aprendizaje digital. En nuestro caso, resultó conveniente al permitirnos conocer a detalle el hilo conductor y el recorrido de la exposición.

Para su implementación se optó por la herramienta colaborativa digital Miró, que ofrece un espacio ilimitado para trabajar y permite añadir imágenes, texto y notas de voz, además de que permite la edición coordinada y en tiempo real por parte de los diversos integrantes del equipo. El guion se elaboró con los carteles modificados de su formato original en PDF a formato .png así como fotografías del espacio que utilizamos. Debajo de cada imagen se proporcionó una breve descripción del espacio, y el paso en el que se encontraba. Asimismo, las imágenes se dispusieron en secuencia y se conectaron con la narrativa por flechas, para brindar mayor claridad. Armar estas secuencias nos permitió evaluar si existía un equilibrio adecuado entre la tecnología y los elementos análogos.

Conforme se muestra en la **Figura 6.11** los cuadros de texto aparecen sombreados con el color correspondiente a cada módulo, con el propósito de facilitar su identificación. En la parte superior se incluye el título de la sección, acompañado por el nombre y el color respectivos. Además, cada actividad está señalizada mediante flechas o círculos rojos que indican el lugar designado para el cartel u objeto en cuestión.

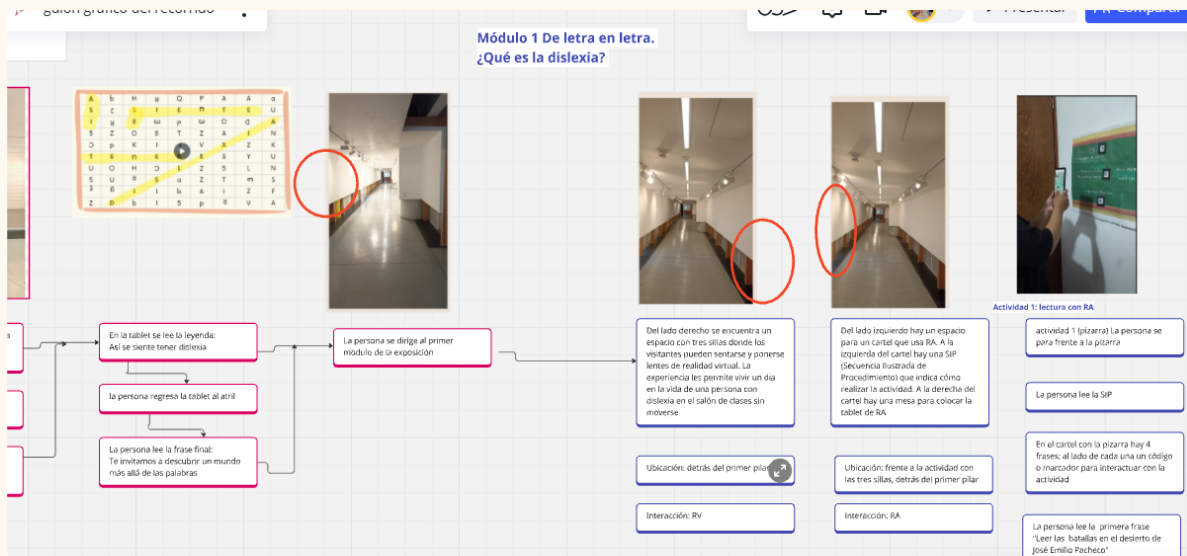


Figura 6.11. Detalle del guion gráfico. Módulo 1, actividad 1. El guion gráfico consta de fotografías del espacio a utilizar a la par de imágenes en formato .png de los carteles. Nótese en la parte superior izquierda el detalle de lo que se ve en el cartel de sopa de letras una vez se interactúa con la realidad aumentada.

Para el recorrido se plantearon 26 actividades principales donde se consideran no solo los carteles informativos sino también la encuesta de opinión. Estas actividades se dividieron de la siguiente manera:

A. 1 interacción en la entrada con el cartel de bienvenida. B. 4 interacciones con carteles de 30 X 45 correspondientes al título de los módulos. C. 4 interacciones con RV correspondientes con las entrevistas ("Conoce la historia de..."). D. 1 interacción correspondiente a un cartel y la RA. E. 1 interacción de RA con objetos (tres libros, pizarrón y cuaderno). F. 1 interacción que corresponde a armar un rompecabezas. G. 1 interacción correspondiente a interacciones con tarjetas y la RA. H. 1 interacción correspondiente a un video 360° (con RV). I. 9 interacciones con carteles informativos. J. 1 interacción con una presentación a través de un proyector. K. 1 interacción en la salida con un cartel de agradecimiento. L. 1 interacción en la salida con dos encuestas de participación (física y en línea).

Nótese que si bien las consideramos como las actividades principales, esto no quiere decir que es la única interacción posible para dicha actividad. De estas 26 actividades se desglosó la información para conocer la posición más cómoda y lógica que adoptaría el participante. Como ejemplo, tomamos la actividad 3 del módulo 1: la actividad consiste en una pizarra donde el participante tiene la oportunidad de interactuar con la misma. En el guion se encuentra desglosado paso por paso, lo que se requiere que el participante haga para interactuar con la tecnología, en este caso de RA. Arriba de cada secuencia de acciones se añaden imágenes que sirven de apoyo para complementar la descripción detallada.

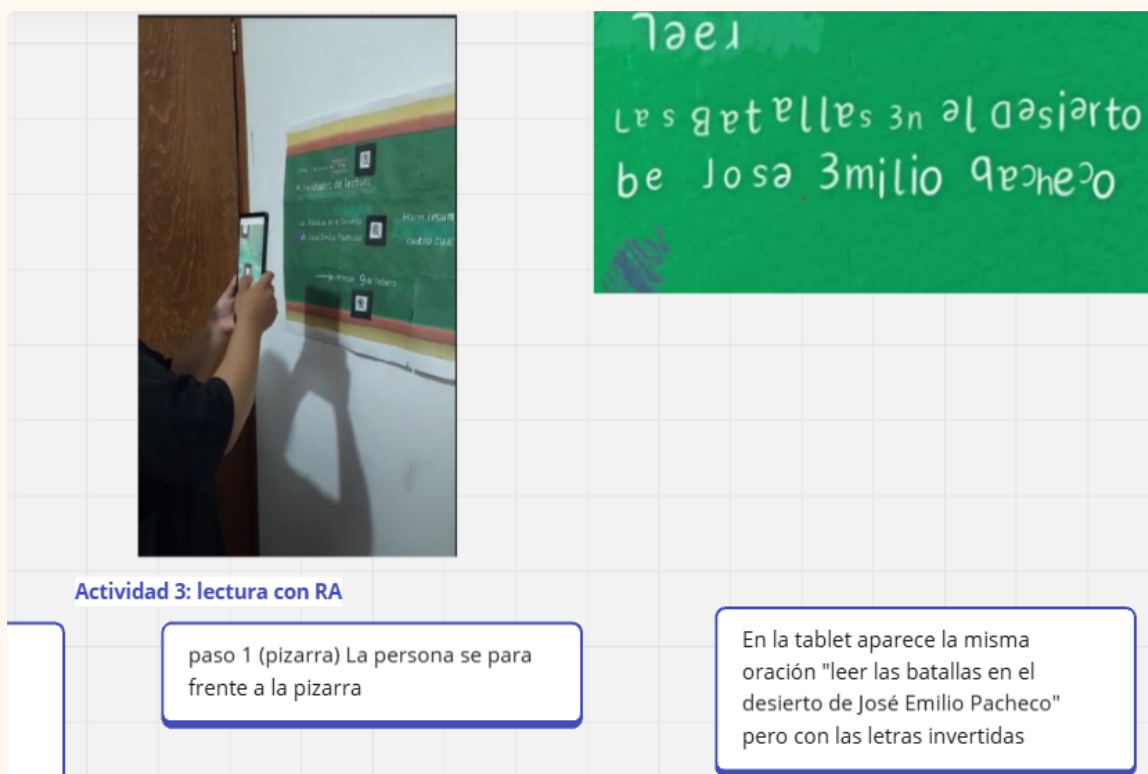


Figura 6.12. Detalle del funcionamiento del cartel con RA.

Este primer borrador consideró 7 pasos para interactuar con la tecnología. El participante se para frente a la pizarra, lee la "tarea asignada" y para apreciar cómo leería esta misma información, un alumno con dislexia debe acercar la tableta digital a los marcadores que se encuentran en cada una de las frases en la pizarra. Así, en esta actividad consideramos lo que se espera que el participante haga y además las opciones a su disposición para la actividad en particular.

En estas mismas secuencias señalamos los momentos en los que el participante podía continuar o interrumpir la actividad. Continuando con tercera actividad, en el paso 6 el participante se encuentra ante una disyuntiva: el participante puede tomar la tableta digital y continuar con los demás marcadores o bien, dejarla en su lugar y continuar con el recorrido. Así, los pasos en donde correspondía tomar una decisión se señalan con números. [Figura 6.13](#) muestra el ejemplo descrito.

Con este guion visual en mente, se realizaron reuniones virtuales con todos los miembros del equipo para revisar detalles y ajustar actividades. En cada reunión, se modificaron actividades para lograr un balance entre los carteles informativos y las actividades lúdicas, así como mantener una narrativa coherente para el participante durante la exposición.

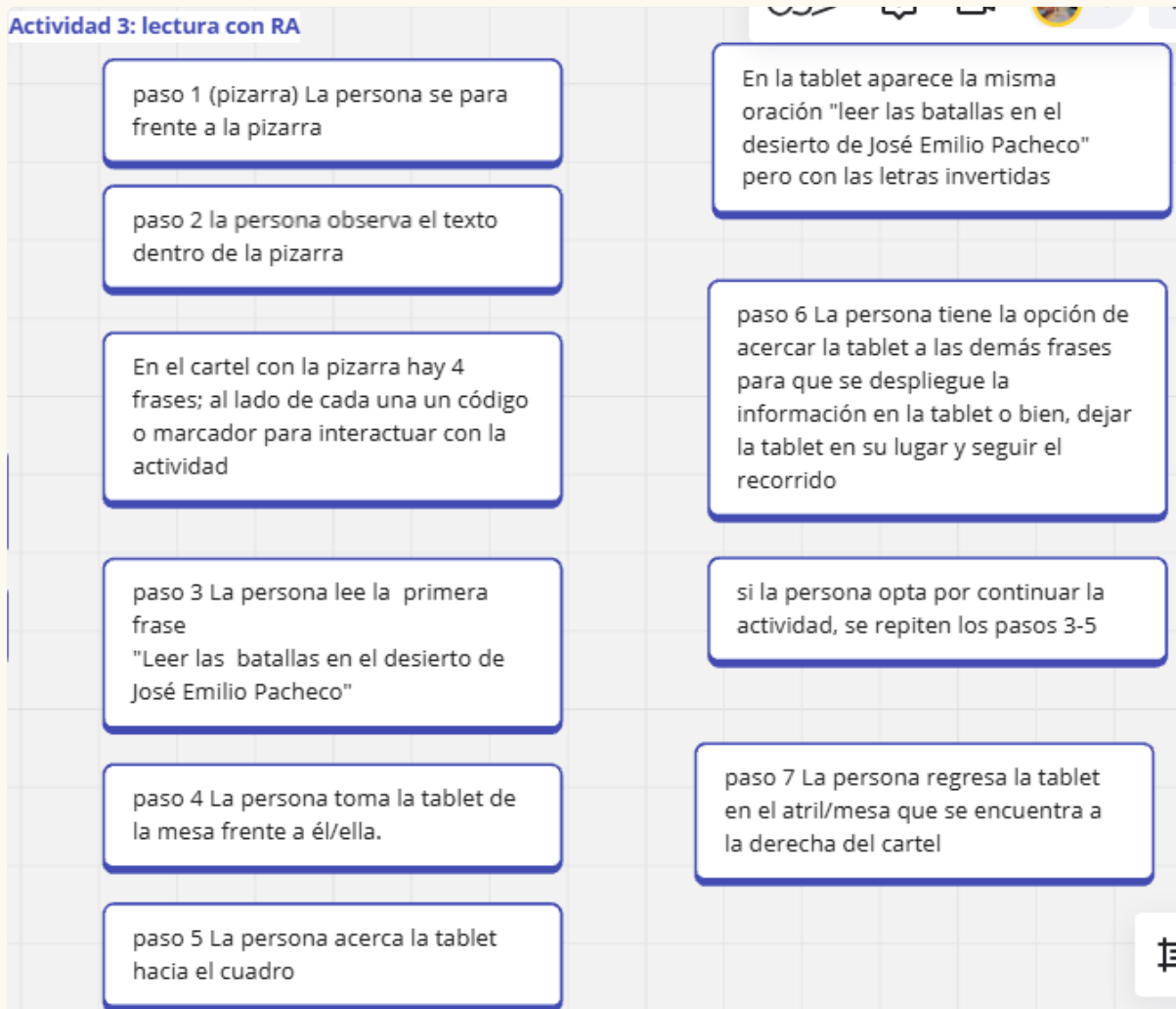


Figura 6.13. Detalle de la actividad 3 del módulo 1 *salón de clases* donde se observan los pasos para que el participante interactúe con la tecnología. Nótese que algunos cuadros no se encuentran enumerados ya que no se requiere acción alguna por parte del participante.

Asimismo, se concretaron los materiales necesarios para el montaje de la exposición, como lo son las sillas y mesas requeridas a fin de garantizar un manejo adecuado del espacio. Como primer acercamiento, logramos establecer una base sólida, conocer más a detalle cada una de las actividades y prepararnos para el siguiente paso: una implementación del recorrido para verificar, analizar y realizar las modificaciones pertinentes en el montaje definitivo (véase [Evaluación final](#)).

6.6 Segunda iteración del recorrido

La segunda iteración de nuestra exposición fue integral. En otras palabras, con este segundo recorrido, reconceptualizamos lo que expondremos en cuestiones de materiales impresos, estilos y orden; la construcción y elaboración fueron procesos íntimamente ligados en esta fase; por ejemplo, fue necesario rediseñar los primeros carteles con base en los *insights* (descubrimientos) obtenidos del primer recorrido. Esta operación permitió definir, simultáneamente, los criterios de estilo.

Por otra parte, la construcción no sólo implicó el proceso de impresión de materiales, sino la sincronización de las tecnologías, específicamente la interfaz, ya fuese en dispositivo móvil o en tableta, así como la integración de los marcadores físicos. Finalmente, la liberación del producto implicaría probar los ejercicios de RA y RV, en conjunto con el recorrido y la observación de los carteles; en otras palabras, implicaría repetir ciertos procedimientos de cada fase de *OpenUP*. La **Figura 6.14** muestra las actividades a realizar nuevamente para cada procedimiento.



Figura 6.14. Actividades por realizar para el segundo recorrido de acuerdo con cada una de las fases de *OpenUP*.

En resumen, los criterios y materiales que se evaluaron fueron:

1. Rediseño de carteles de bienvenida, cartel interactivo y carteles del primer módulo.
2. SIP de bienvenida inicio del recorrido para interactuar con los carteles.
3. Diseño de carteles del Módulo 2 "De letra en letra, ¿Qué es la dislexia?"

4. Prototipos de RA "Sopa de letras", "Salón de clases" (módulos de bienvenida y 1) y "Cártel interactivo" (Módulo 3); Prototipo de RV "Imagen 360°: Síntomas de la dislexia" (Módulo 3); "Conoce la historia de...", prototipo de RV.

Como se puede ver en la lista, para este recorrido se ampliaron los desarrollos a un total de cinco ejercicios. A continuación, expondremos a detalle, las optimizaciones realizadas para cada uno de los modelos con RA y RV:

6.6.1. Optimización del sistema de prototipos

A continuación, se detallarán las modificaciones realizadas y los desarrollos pendientes de los ejercicios con RA y RV implementados a partir del análisis del primer recorrido y los comentarios recabados entre los participantes.

6.6.2. Aplicaciones de RA

Para el desarrollo de las aplicaciones de realidad aumentada (RA), se realizaron ajustes a la actividad inicial "Sopa de Letras" con base en las observaciones obtenidas en la fase anterior. Asimismo, se definieron y desarrollaron nuevos prototipos de actividades, tales como "Pizarrón de clases", "Así se siente tener dislexia" y "Cartel interactivo". Este proceso se guió a través del modelo MDA (Mecánica, Dinámica y Estética), lo que permitió estructurar las experiencias de forma coherente y centrada en la interacción del usuario. Las primeras versiones funcionales de estas aplicaciones fueron implementadas y evaluadas utilizando nuevamente la plataforma Glitch, tal como se realizó en la prueba inicial.

6.6.2.1. Sopa de letras

Para la aplicación de la sopa de letras ([Figura 6.15](#)), se mantuvo la lógica propuesta de actividad, pero se realizaron modificaciones en la interacción y en el contenido de la animación. En cuanto a la interacción, decidimos eliminar algunos pasos, de modo que, en lugar de presionar el botón **iniciar realidad aumentada**, bastaba con tomar el dispositivo y posicionarlo frente al marcador. Se corrigió el tamaño y resolución de la imagen, así como el volumen del mensaje final.

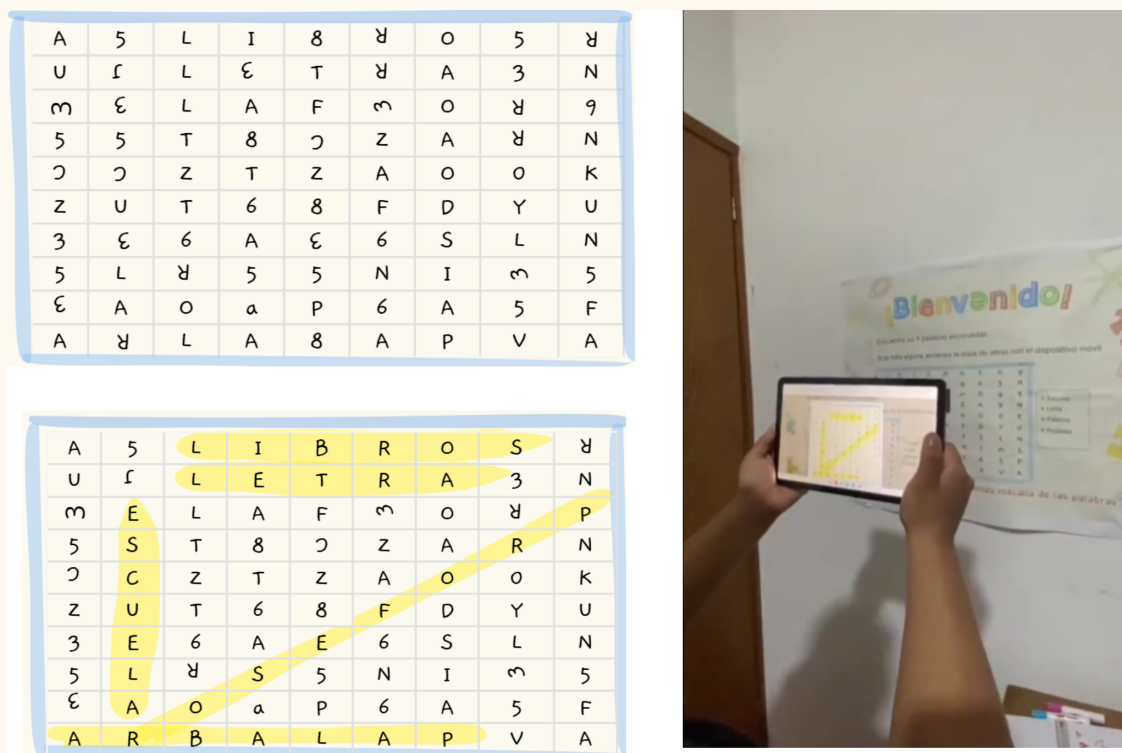


Figura 6.15. En la primera imagen se muestra la sopa de letras modificada. En la imagen inferior, se observa la animación presentada en la realidad aumentada. A un costado, se visualiza la interacción con la actividad.

Además, siguiendo las recomendaciones obtenidas en etapas previas, se incorporó al cartel de la actividad *Sopa de Letras* la lista de palabras que debían ser identificadas. Asimismo, se modificaron algunas letras del cartel utilizando formas volteadas o en espejo, con el objetivo de simular visualmente las dificultades perceptivas que experimentan algunas personas con dislexia.

Como resultado de estos ajustes, la animación en realidad aumentada fue actualizada para que, en lugar de mostrar la frase "Así se siente tener dislexia", se resaltaron específicamente las palabras indicadas en el cartel: "Escuela", "Letra", "Palabra" y "Profesor". Sin embargo, se mantuvo el audio con la frase "Así se siente tener dislexia" al final de la animación, como refuerzo sensorial del mensaje. Finalmente, se ajustó el diseño gráfico para asegurar que la versión impresa del cartel y la animación en RA coincidieran visualmente, garantizando una experiencia coherente para el usuario.

Con la corrección de la actividad de la sopa de letras y las observaciones que nos compartieron, tomamos en cuenta estos comentarios para el desarrollo y diseño de las siguientes aplicaciones que comenzamos a desarrollar.

Estas nuevas aplicaciones siguen la misma lógica y se basan en la actividad de la sopa de letras, incorporando las mejoras sugeridas durante las pruebas anteriores. Las actividades que se presentan a continuación son: *Pizarrón de clases*, *Así se siente tener dislexia* y *Cartel interactivo*, todas ellas diseñadas con tecnología de RA.

6.6.2.2. Pizarrón de clases

La actividad consiste en la representación de un pizarrón de clases en el que está escrito un texto con elementos clásicos como la fecha y un fragmento de instrucciones que simulan una tarea a realizar. Inicialmente, esta información se presenta de manera legible.

La actividad comienza cuando el usuario posiciona la cámara en puntos específicos, como la fecha, las tareas anotadas y la descripción. Al activar la RA en estos puntos, la información se transforma y se muestra cómo la perciben las personas con dislexia de una forma difícil de comprender. De este modo, la actividad permite evidenciar cómo tareas cotidianas, como leer la tarea escrita en el pizarrón, pueden representar un desafío. La [Figura 6.16](#) muestra imágenes de la representación.

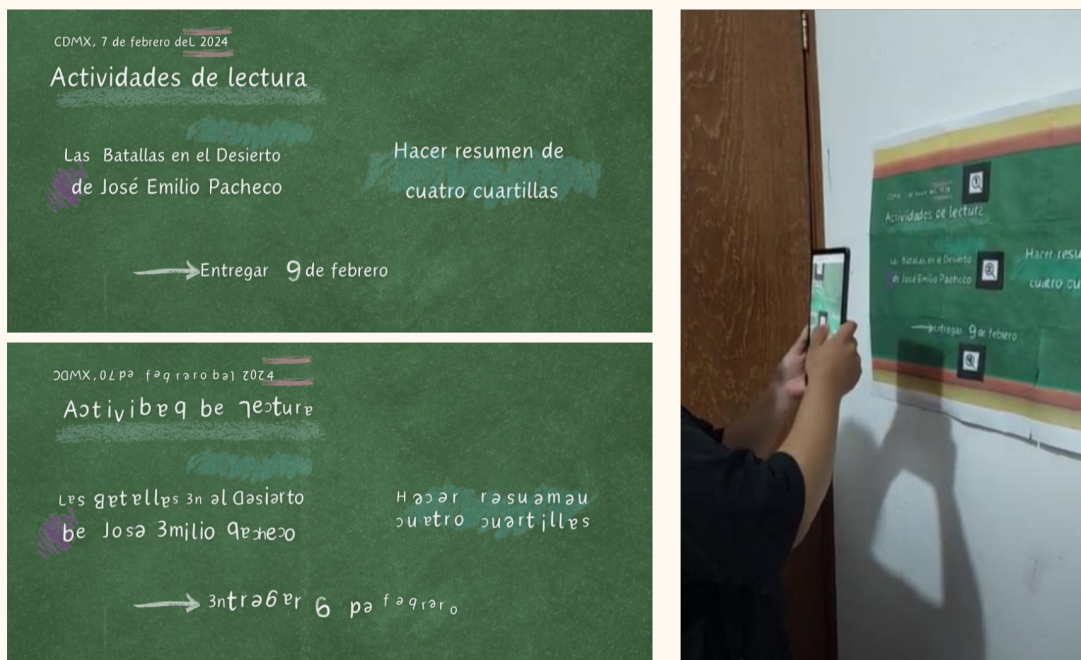


Figura 6.16. En la primera imagen (izquierda, arriba) se observa el pizarrón con la simulación de una tarea escrita. En la imagen inferior, se muestra una de las secciones activadas con realidad aumentada (RA), donde el texto ha sido modificado. A un costado (derecha), se presenta la interacción de la actividad.

6.6.2.3. Así se siente tener dislexia

La actividad simula un ejercicio de dictado escrito en un cuaderno con la frase “La casa estaba a una hora de la playa”. Mediante el uso de RA, este texto se transforma para representar cómo puede ser percibido por personas con diferentes niveles de dislexia: leve, intermedia y grave. La representación de estos niveles se desarrolló con base en la información proporcionada por Víctor Beller, de la organización internacional DISFAM (Dislexia y Familia), a través de entrevistas realizadas durante el proyecto.

Visualmente, la experiencia inicia con una imagen principal que muestra el texto correctamente escrito, acompañado del mensaje “Una persona sin dislexia lo lee así” y el texto principal “La casa estaba a una hora de la playa”, la cual será la que cambiará dependiendo de los niveles de dislexia. Debajo de este cartel principal se encuentran tres marcadores, cada uno asociado a un nivel de dislexia. Al enfocar la cámara del dispositivo sobre cada marcador, la aplicación despliega una animación en RA donde el mismo texto aparece modificado para reflejar las características propias de la dislexia en ese nivel.

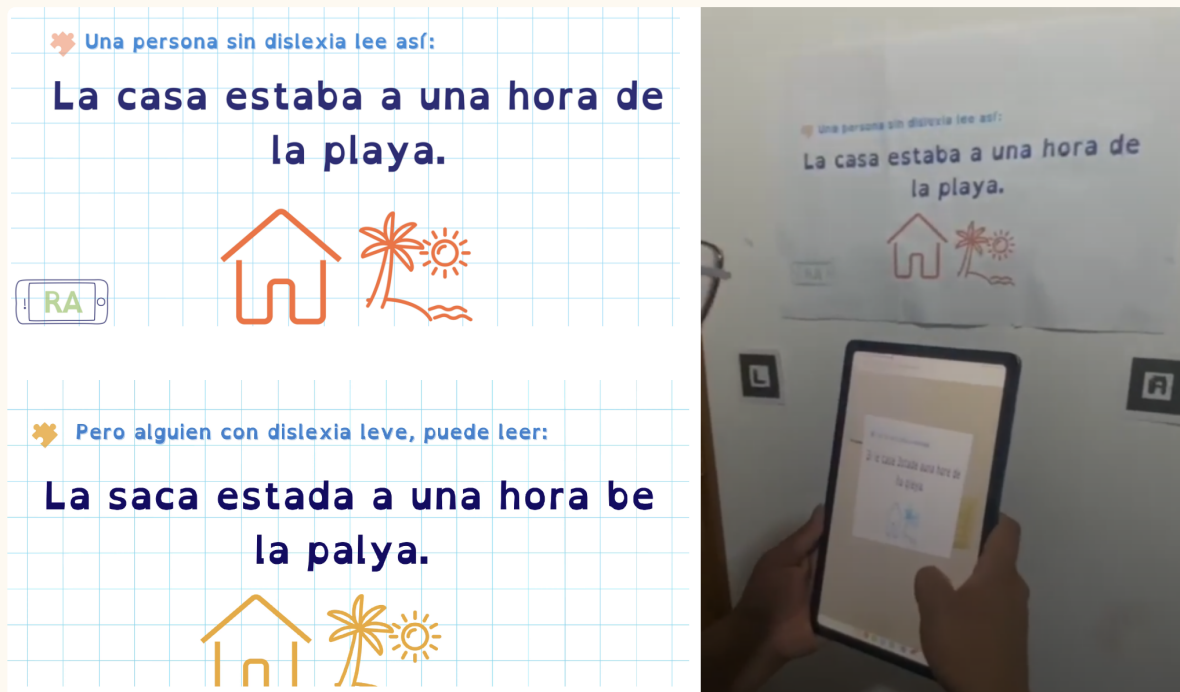


Figura 6.17. En la primera imagen se muestra la oración original, la cual cambiará según los diferentes niveles de dislexia. En la imagen inferior, se presenta un ejemplo de cómo se visualiza el texto con dislexia leve a través de la RA. A un costado, se observa la interacción con la actividad.

6.6.2.5. Cartel interactivo

La actividad de cartel interactivo propone que toda la interacción de realidad aumentada ocurra dentro del cartel principal. Al posicionar la cámara sobre un elemento específico del éste, se proporciona información adicional sobre esa sección en particular como procesamiento espacial, memoria episódica, cerebro, resolución de problemas, creatividad y alto nivel de razonamiento. La información es narrada y se presenta una animación que describe esa narración. Dentro de la animación se propone activarse con un destino color de acuerdo con lo que se observa y la descripción que se está escuchando. La animación se activa con un efecto de color que varía según el contenido que se está observando y escuchando. Para experimentar correctamente la RA, el visitante-participante debe enfocar el dispositivo cuidadosamente en los puntos indicados del cartel.

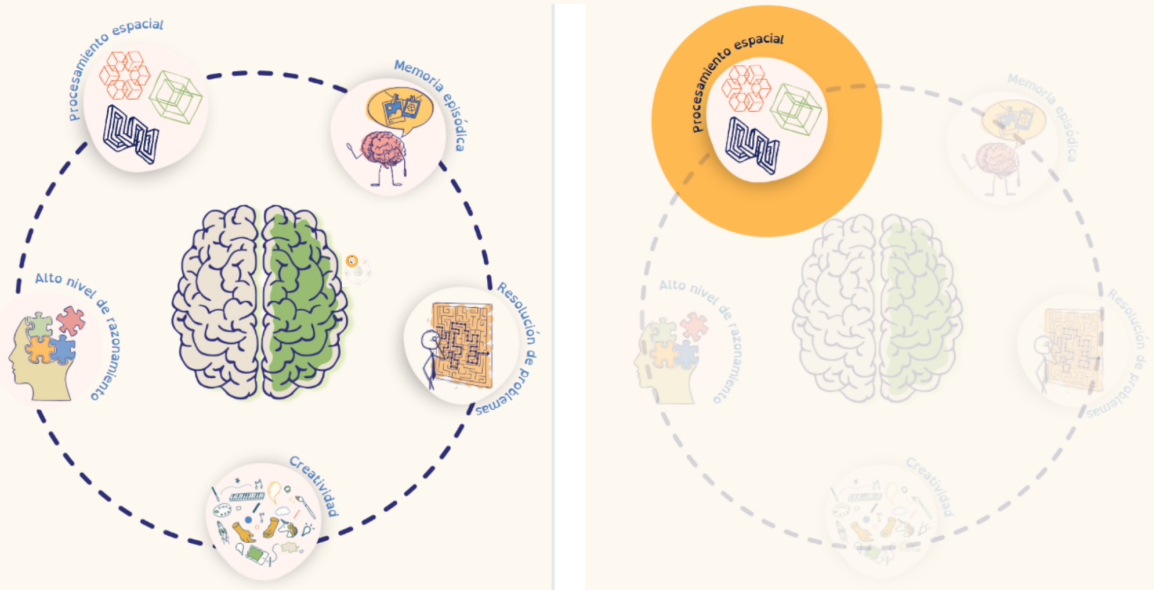


Figura 6.18. Las animaciones de RA se activan al posicionarse sobre el cartel. Cuando el usuario se encuentra sobre el elemento, este se ilumina y comienza la animación correspondiente, que sigue la narración.

6.6.3. Aplicaciones de RV

En esta fase también se iniciaron los primeros acercamientos al diseño de experiencias en RV. Se comenzó con la definición y selección del tipo de información más adecuada para ser presentada mediante esta tecnología. Como resultado, se desarrollaron los primeros prototipos de las actividades “Conoce la historia de...” e “Imagen 360°: Síntomas de la dislexia”, enfocadas en aprovechar las características inmersivas de la RV para fortalecer la comprensión de los contenidos.

6.6.3.1. “Conoce la historia de...”

Esta actividad está distribuida a lo largo de las salas de la exposición. En cada sala se presentan historias con animaciones creadas para representar las experiencias de Víctor Beller, delegado en Disfam y diagnosticado con dislexia; Luz María, madre de un estudiante con dislexia; y Paco Flores, un estudiante también diagnosticado con esta condición. Cada animación complementa visualmente los relatos de los entrevistados, ilustrando sus experiencias de manera inmersiva.

Las imágenes fueron generadas mediante inteligencia artificial con el propósito de representar visualmente a las personas entrevistadas sin exponer directamente su identidad. De este modo, a medida que cada participante relataba su historia, las narraciones eran acompañadas e ilustradas por estas imágenes, creando una representación visual simbólica y respetuosa de sus testimonios.



Figura 6.19. Fragmentos del video de RV de la historia de Melu de Alba

6.6.3.2. Imagen 360°: Síntomas de la dislexia

Esta actividad brinda una experiencia inmersiva mediante una infografía interactiva en 360°, que permite al visitante-participante explorar el contenido disponible al mirar a su alrededor. Su objetivo es complementar la información presentada en el cartel "Observa todas las señales", centrado en los síntomas de la dislexia. Para interactuar con esta experiencia, el visitante debe colocarse los lentes de realidad virtual y desplazarse visualmente por la escena, identificando los distintos elementos informativos. La infografía combina texto explicativo e imágenes ilustrativas que facilitan la comprensión de los síntomas y fortalecen el impacto educativo de la actividad.



Figura 6.20. Fragmento de la imagen 360°. La imagen funciona como un complemento de información adicional al cartel infográfico de esa misma sección.

6.6.4. Diseño consolidado de carteles

La redefinición de estilo se realizó de acuerdo con los 4 lineamientos resaltados desde nuestro análisis inicial (véase diagrama 1). Para esta segunda prueba, adoptamos otra estrategia con el tamaño de carteles, ya que la composición de tamaños fue más variada. Así, además de los formatos clásicos de 90 x 60 cm, decidimos trabajar con tamaño doble carta, con formatos horizontales de 60 x 45 cm y con formato A4. La **Figura 6.21** muestra algunos de los tamaños.



Figura 6.21. Diferentes tamaños de carteles. La infografía (izquierda) y los carteles narrativos tuvieron una medida de 90 x 60. Los carteles con RA (derecha arriba) fueron dispuestos en horizontal, en un tamaño de 60 x 45. Los carteles instruccionales (derecha, abajo) quedaron en un tamaño A4.

La justificación detrás de esta combinación radicó en dos motivos:

1. Observaríamos la claridad de la tipografía y los gráficos en diferentes tamaños con el fin de determinar su idoneidad para los participantes.
2. Dinamizar el espacio y contrastar la adecuación al elegir diferentes tamaños o reproducir los materiales en un único tamaño.

6.6.4.1. Rediseño de carteles infográficos

La **Figura 6.22** muestra el diseño anterior de los carteles infográficos y el diseño propuesto para la segunda prueba. El primer elemento modificado fue el tratamiento de la paleta de colores. En el primer cartel, se aplicó el color azul (#6a9dd9) con escasas transparencias a prácticamente toda la superficie. En el nuevo cartel se exploró más con la opacidad y la combinación de otros colores que conforman nuestra paleta. Este rasgo se aplicó a márgenes, título principal, gráficos y algunos subtítulos.

Otro aspecto sujeto a modificaciones fue el estilo de las imágenes. En el primer recorrido se usaron imágenes que algunos participantes calificaron como “corporativas”. Para corregir esta impresión, se incluyeron imágenes de un estilo que se asemejara a los bocetos hechos a mano, parecidos a dibujos escolares simples y de líneas desenfadadas. También, experimentamos con los tamaños de las imágenes para atraer la atención de los participantes. Este estilo fue combinado con gráficos iconográficos para señalar información organizada en otras partes del cartel.

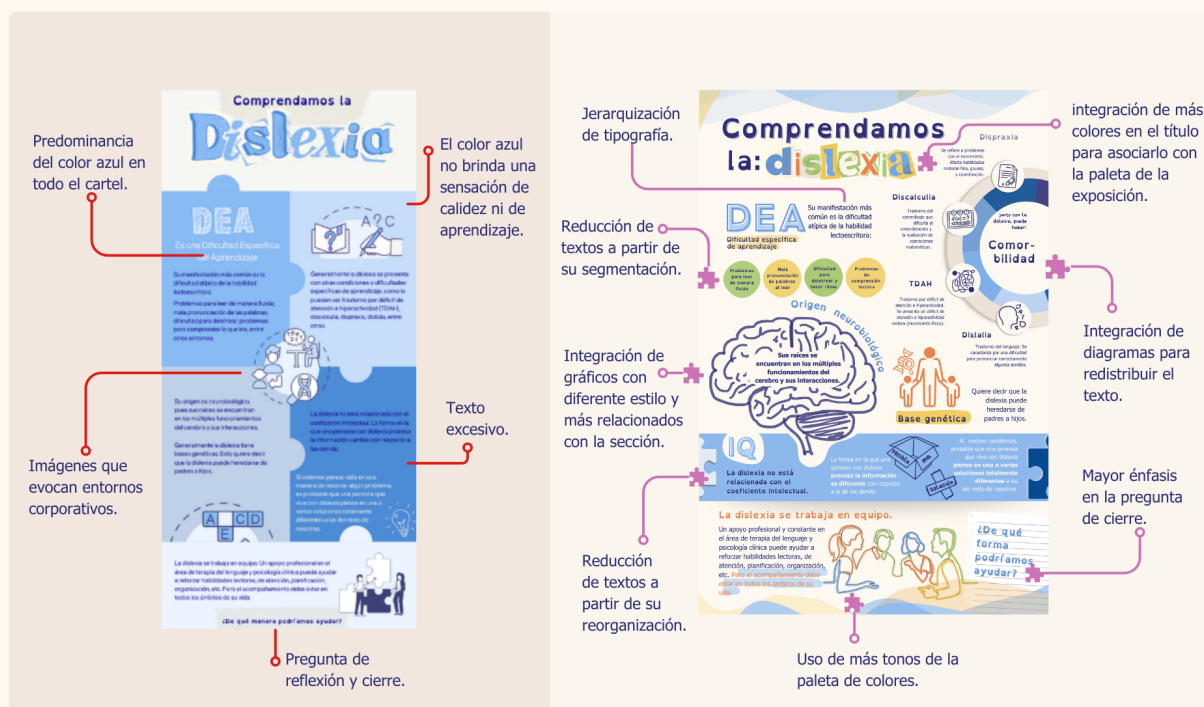


Figura 6.22. Algunos elementos clave en el rediseño de los carteles infográficos. A la izquierda, el cartel presentado en el primer recorrido y el señalamiento de áreas de mejora. A la derecha, el cartel rediseñado con detalle de algunas de sus adecuaciones.

6.6.4.2. Información y disposición del espacio en los carteles

Los gráficos también contribuyeron a reorganizar la estructura del cartel. Inicialmente el texto y los gráficos funcionaban como un organizador gráfico simple. Para el segundo recorrido, se propuso reestructurar la información a fin de que fuera más dinámica y atractiva para los participantes. De acuerdo con nuestro modelo de divulgación de la ciencia, de Burns y O'Connor (2003), después de hacer que el participante perciba el fenómeno o el contenido a divulgar, éste pone en práctica otras habilidades fundamentales en el proceso de divulgación: el Disfrute (*[Enjoyment]* y otras emociones afectivas hacia la ciencia) e Interés. Para ayudar al participante a experimentar estas fases optamos por disponer la información en diagramas u otros apartados. Con esto, buscábamos replicar la distribución parecida a infografías más complejas y visualmente más dinámicas y atractivas.

Así, por ejemplo, para la sección dedicada a las comorbilidades (otras neurodivergencias o DEA) que son susceptibles de aparecer junto con la dislexia, integramos un organizador circular para evidenciar sus asociaciones. Junto con las definiciones, el diagrama incluía una imagen representativa de cada condición para ser identificada con mayor facilidad. Asimismo, en otra sección dispuesta de manera horizontal, incluimos datos importantes sobre la dislexia. Para la pregunta con el que se cerraría el cartel, decidimos aislarla en la última parte del cartel, en la sección inferior; de esta forma sería percibida como el mensaje final que deseábamos transmitir.

Finalmente, el acomodo textual y de estilo estuvo sujeto a cambios importantes. En primer lugar, aumentamos y disminuimos el tamaño de la letra para resaltar subtítulos y datos importantes. Consideramos que una de las razones por las que los participantes encontraron dificultades para comprender el texto fue debido a su extensión, por esta razón reducimos considerablemente la extensión. La información secundaria fue eliminada de las ideas principales, mientras que la información principal fue segmentada para que en el cartel contuviera únicamente sentencias cortas. También, procuramos eliminar el léxico académico y términos que pudieran resultar difíciles de comprender para el lector.

6.6.4.3. Rediseño de carteles narrativos

Los carteles textuales que servirían para introducir a los participantes a cada sección también sufrieron cambios importantes. La [Figura 6.23](#) muestra algunos de los más significativos. Comenzamos por ajustar los marcos y la paleta de colores al estilo del cartel infográfico, lo que implicó reducir la saturación de los colores, combinar la paleta y añadir las formas decorativas en las partes superior e inferior.



Figura 6.23. Correcciones del primer cartel narrativo y el segundo cartel narrativo.

La mayor área de oportunidad en la narración radicó en extender un gancho narrativo que incentivara al lector a introducirse en los contenidos de la sala, al mismo tiempo que despertara su atención y conducirlo a la experiencia o *Enjoyment*, sin requerir la lectura una cantidad excesiva de texto. Para lograrlo, decidimos eliminar ideas complementarias, y acomodar el texto en una sola columna para dar prioridad a las imágenes e integrarlas. Con el fin de dirigir la atención del participante, resaltamos oraciones o frases clave que consideramos importantes y detonadoras para la continuación de la lectura del cartel. Finalmente, las preguntas de cierre se acomodaron al segundo gráfico para integrar los elementos.

6.6.4.4. Diseño de SIP

Previo al diseño de las SIP para segunda evaluación, realizamos ejercicios de bocetaje con el fin de visualizar lo que deseábamos transmitir y cómo íbamos a disponer de la información. En la [Figura 6.24](#) se exponen algunas imágenes de estos bocetos para los ejercicios: "Video 360° con RV" y "Visuales con palabras". Estas tres SIP se eligieron porque eran ejercicios representativos de cada tecnología.

La composición de estos bocetos fue útil para observar cuestiones como la disposición del espacio, el número de viñetas necesarias para explicar las fases de las tareas, el ajuste de colores, los títulos, la tipografía a emplear, el grado de texto que debía incluirse en cada icono, etc. Por ejemplo, en la figura 22 observamos que los títulos no se identifican claramente debido a que su tamaño es igual a la tipografía de las instrucciones y están enmarcadas en un área muy limitada. Asimismo, definimos el estilo y la dirección de las imágenes, las cuales quedarían con un estilo intermedio entre el esquemático y el estilo dibujo, según las posibilidades del equipo.

Después de identificar visualmente aspectos que deseábamos incluir o excluir, se desarrolló un primer diseño de sistema de instrucciones para dar a conocer al usuario el funcionamiento de los ejercicios con RA y RV. Ambas instrucciones fueron explicadas en un solo documento para que el usuario relacionara sus funciones en paralelo y recibiera la misma cantidad de información para cada una. Esta decisión también buscó evitar saturar al participante con múltiples documentos.

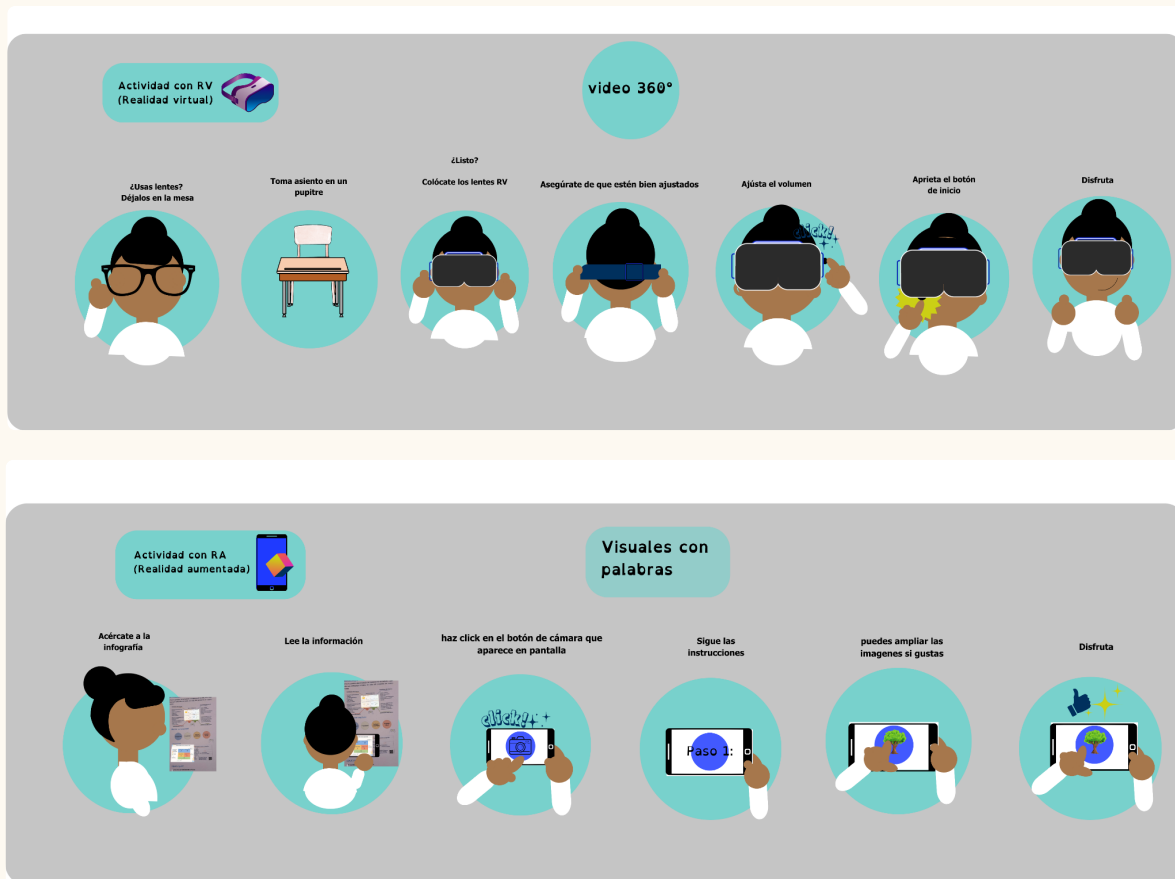


Figura 6.24. Bocetaje previo de las SIP. El primer boceto corresponde al video con lentes de RV, mientras que el boceto inferior hace referencia al uso de palabras que pueden visualizarse con RA.

Como se puede observar en la **Figura 6.25**, cada tecnología se diferenció con un color específico de nuestra paleta de colores. Para la RV, elegimos el color naranja, mientras que la RA, se utilizó el verde. En cuanto a la iconografía de las instrucciones, Spinillo (2010) recomienda que las imágenes sean lo más acorde a la realidad (estilo fotográfico o de dibujo), especialmente cuando las operaciones que debe realizar el participante sean más complejas.

Para familiarizar al participante con la iconografía que se iba a utilizar para representar las acciones propias de las actividades con tecnología, inicialmente colocamos los íconos acompañados de un breve párrafo explicativo sobre su representación y lo que simbolizaba. Posteriormente, incluimos, a manera de subtítulo, una frase introductoria “Para iniciar la experiencia en RA /RV”, según la sección correspondiente. Acto seguido, desplegamos en el resto del documento los pasos a seguir para cada una de las tecnologías. Procuramos integrar los textos para evitar ambigüedades, así como guiar la lectura de las instrucciones de manera explícita mediante el uso de números ordinales.



Figura 6.25. Instrucciones para conocer e interactuar con los dispositivos de RV y RA

Además de las pautas ya referidas, durante la redacción de las instrucciones textuales también seguimos los criterios de referencia de Carla Spinillo, explicadas en su manual *Diseño de instrucciones visuales*. Acordamos que podíamos acotar las acciones más importantes a cuatro pasos fundamentales para los ejercicios con RV, y tres instrucciones para la RA. Algunos de los criterios más relevantes a considerar en la elaboración de nuestros instructivos fueron:

- Proporcionar únicamente instrucciones relevantes. Incluir sólo las necesarias.
- Comunicar la instrucción con una oración. Máximo dos.
- Redactar la instrucción en modo imperativo.
- Incluir palabras acorde al registro de nuestros participantes. Evitar términos científicos.
- Acercar la indicación a su icono correspondiente.

El número de la tipografía para estas instrucciones fue más grande, de acuerdo con los autores como Luz Rello (2018) y el manual de Disfam (2010). Por tratarse de textos que demandan particular atención del participante, todas las instrucciones las escribimos en letra Tahoma, cuya rectitud en serifas, pies y remates son rectas o nulas, facilita una lectura fluida. Por último, Finalmente, verificamos la optimización del contraste entre el color del texto (#13235e) y el fondo del documento (#fdf9f1).

6.6.4.5. Diseño de carteles para RA y RV

A diferencia de los carteles narrativos y expositivos cuyos diseños ya habían pasado por dos procesos de bocetaje, el diseño de carteles para las actividades de RA y RV comenzó apenas en esta segunda prueba. La razón de este desfase radicó en que, antes de definir el estilo, era necesario comprobar la funcionalidad de los carteles con respecto a la tarea que pretendían realizar. En otras palabras, necesitábamos diseñar la aplicación y verificar su funcionalidad antes de diseñar los materiales gráficos para ellos.

Los carteles debían de ser reconocidos adecuadamente por el dispositivo a través del cual se visualizarían. Para lograr esta tarea, propusimos cambiar el cartel de vertical a horizontal, en un tamaño de 45 x 60 cm. Las [Figura 6.26](#) y la [Figura 6.27](#) muestran los primeros prototipos de los carteles.

Además, debíamos tener en cuenta que los carteles de RA tenían una doble función: el de apoyos gráficos y el de marcadores de realidad aumentada (véase [Primer prototipo de RA](#)). Como se mencionó en el capítulo de Desarrollo Tecnológico del sistema, los marcadores deben cumplir con las siguientes características: deben tener puntos de referencia claramente distinguibles, contener suficientes detalles para una localización rápida y contar con una distribución adecuada que mejore la tolerancia a errores.

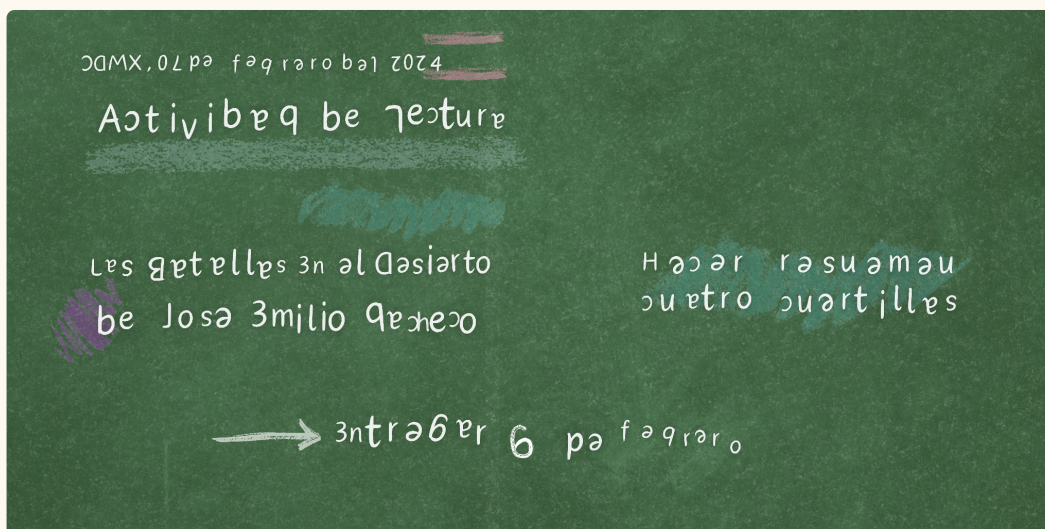


Figura 6.26. Ejemplo del cartel *Salón de clases: pizarrón* con la información que se verá una vez que se observa a través de la aplicación con RA. El tamaño elegido para este cartel fue 45 x 60 cm en tamaño horizontal.

Cartel "Salón de clases: Pizarrón"

Como puede observarse en la [Figura 6.26](#), el cartel que despliega el ejercicio es un pizarrón tradicional. Aunque no sigue los lineamientos gráficos de los otros carteles, era necesario que la imagen funcionara como activador, es decir, que fuera una imagen que el celular pudiera procesar para proyectar la animación. Este cartel se ubicaría en el módulo uno "De letra en letra, ¿qué es la dislexia?".

Carteles de audios "Conoce la historia de..."

Los primeros carteles que activaron el audio fueron diseñados en tamaño A4 a manera de folleto y se muestran en la [Figura 6.27](#). Nótese que, aunque el diseño es moderado, intentamos relacionarla con el estilo propio de la exposición. En estos carteles deseamos enfatizar que el audio que se desplegaba con RA correspondía a experiencias reales de nuestros entrevistados, por ello, la portada del folleto tenía impresa la frase "Conoce la historia de..." y, al momento de abrirlo, el lado izquierdo destacaba el nombre del protagonista de cada historia. El lado derecho era el que contenía el marcador para activar el audio. Utilizamos la misma tipografía de mayor tamaño que en el título de la exposición y en los carteles en general. Estos carteles estarían presentes en todos los módulos de la exposición.



Figura 6.27. Primer boceto del cartel con RA, el cual activaba el audio con las historias de algunos de nuestros actores clave.

Carteles “Salón de clases: Así se siente tener dislexia”

El cartel que desplegaría el ejercicio que muestra cómo leen las personas con dislexia según el nivel de profundidad, se presenta en la [Figura 6.28](#). Nuevamente utilizamos el icono determinado para representar la RA, con el fin de generar un indicador mnemotécnico y que los participantes comenzaran a automatizar las acciones al ver dichos iconos.



Figura 6.28. Cartel para el ejercicio “Así se siente tener dislexia”. El cartel funcionaba como marcador para el dispositivo con RA

El marcador inicial es el cartel con la frase “La casa estaba a una hora de la playa”, acompañado de un dibujo que representaba la oración. Ahora bien, parte de las herramientas gráficas que acompañan este cartel, son los códigos QR en forma de letra que también van de forma impresa. Dichos códigos serían de un tamaño más pequeño que el cartel marcador, ya que jerárquicamente sería más fácil reconocerlos como parte del ejercicio con RA, y no abarcaría un espacio excesivo.

Cada marcador activaría una animación que mostraría la leyenda “La casa estaba a una hora de la playa” escrita de forma diferente. El primer marcador, representado por la letra **L**, activaba en pantalla la animación correspondiente a una persona con dislexia leve. El segundo marcador, representado por la letra **D**, activaba la animación correspondiente a la dislexia intermedia. Finalmente, el tercer marcador, representado por la letra **A**, activaría una animación de la dislexia en un nivel más profundo.

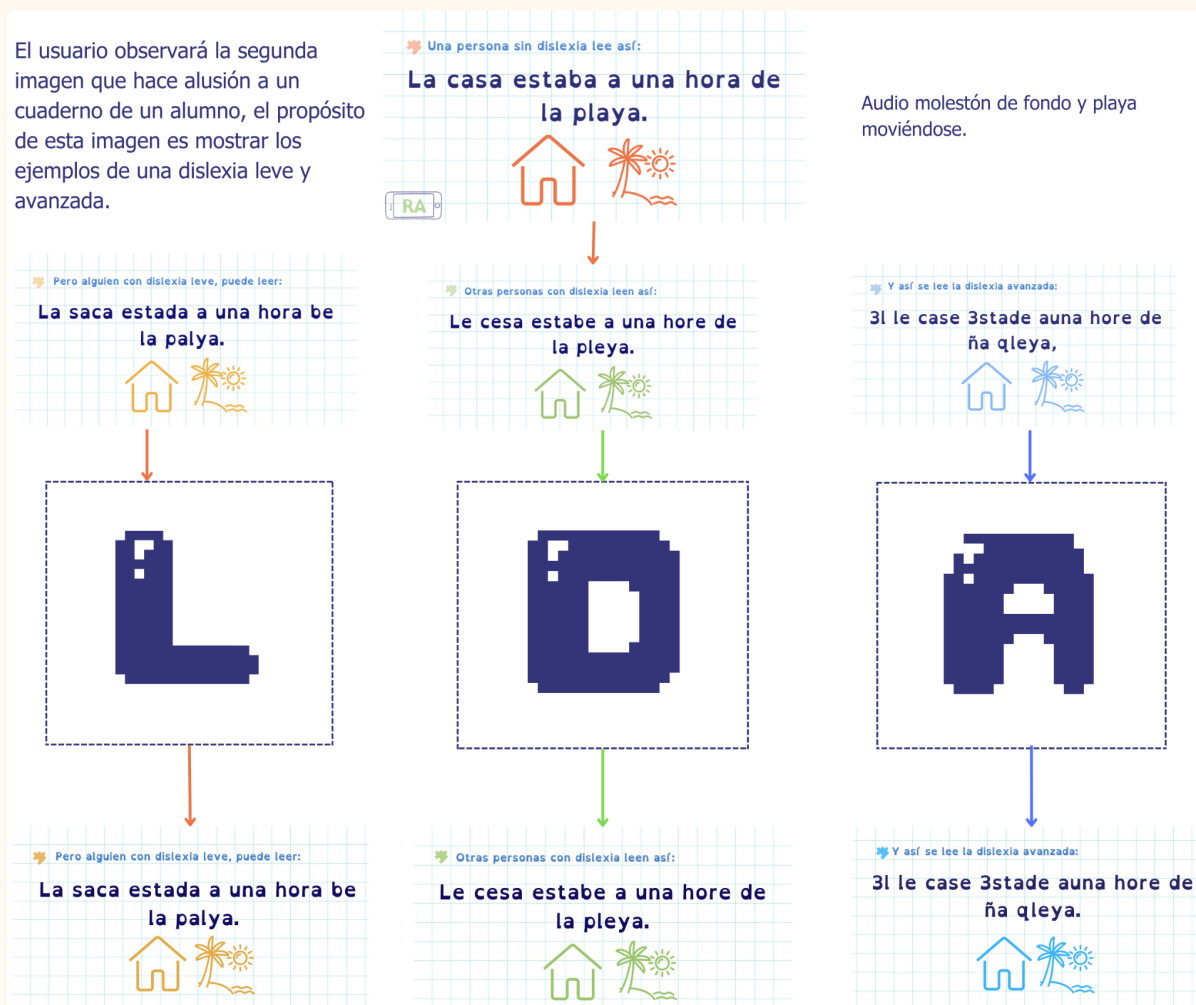


Figura 6.29. Detalle del cartel principal y los marcadores impresos. El cartel superior, de 45 x 60 cm se exhibiría y, debajo de éste, se colocarían los marcadores de letras. Cada uno tendría una medida A4. Las animaciones que activaba cada uno, están ubicadas en la parte inferior de la imagen.

Cartel "Observa todas las señales" con RV

El cartel con RV utilizado para este recorrido fue de carácter infográfico. A diferencia de los carteles con RA, este cartel contenía información sistematizada de las habilidades que una persona diagnosticada con dislexia podría presentar. Dado este contenido, fue que se decidió ocupar una medida más grande, acorde con los carteles narrativos e infográficos de 90 x 60 cm.

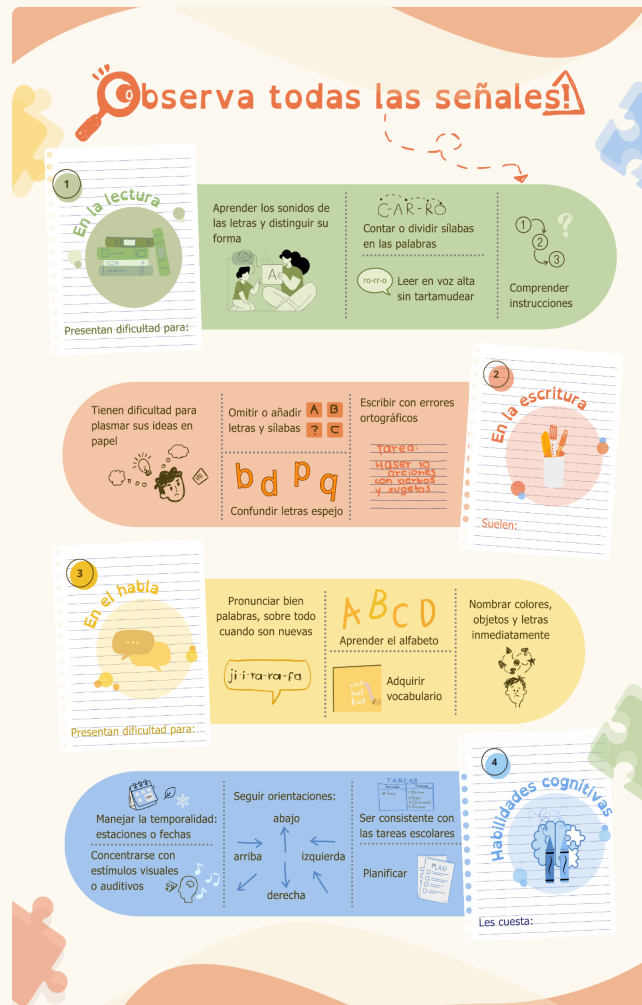


Figura 6.30. Diseño del cartel con RV. Por tratarse de material infográfico, su tamaño es de 60 x 90 cm. El contenido expuesto es complementario a la animación que se verá con los lentes de RV.

Las características gráficas de este material se alinearon más con la identidad preestablecida definida en el primer módulo. Por ejemplo, nuevamente nos aseguramos de utilizar *OpenDyslexic* en los títulos, así como nuestra paleta de colores. Dado que este cartel correspondía a la sala dos, el color predominante fue el naranja #ea7648, al que le añadimos el resto de los colores para complementarlo. La disposición de la información se realizó en forma de un organizador gráfico, tal y como se acordó desde la planificación de las salas (véase [Criterios de legibilidad y estilo](#)).

6.7. Evaluación del segundo recorrido

Una vez modificados los carteles informativos y las SIP (secuencias Ilustradas de Procedimiento) en cuanto a su diseño, procedimos a montar un recorrido con los carteles del primer módulo y parte del segundo, en un ambiente controlado. Utilizamos un salón iluminado y amplio para esta exposición con el fin de que los participantes realizaran las actividades sin interferencias. Consideramos únicamente los dos primeros módulos basándonos en la metodología *OpenUP*, la cual busca replicar la información de manera iterativa en los módulos consecuentes. Además, el segundo módulo incluye actividades diversas con realidad virtual y realidad aumentada que no están presentes en el primer módulo; específicamente, la actividad interactiva con marcadores que permite al participante apreciar los diferentes tipos de dislexia (leve, moderada y avanzada) (Shaywitz, 2003).

Los carteles empleados durante este recorrido incluyeron:

- 6 carteles de 60 x 90 cm.
- 1 cartel de 15 x 21 cm.
- 1 cartel de 21 x 27 cm.
- 2 carteles de 60 x 40 cm.
- 4 carteles con instrucciones.

Cartel de la entrada:

- Título de la exposición.

Primer módulo:

- Sopa de letras.
- Comprendamos la dislexia.
- Cartel de pizarra.
- Así se siente tener dislexia.

Segundo módulo:

- Dislexia y lectura.
- Una persona sin dislexia lee así / Así lee una persona con dislexia.
- Observa todas las señales.
- Conoce la historia de...

Este recorrido lo grabamos para analizar las acciones espontáneas de los participantes, así como la intuitividad de las actividades; además, continuamos evaluando la comprensión de los textos con base en el diseño realizado. Para este recorrido consideramos a docentes de los siguientes perfiles:

1. Docentes de escuelas públicas.
2. Docentes familiarizados con el uso de tecnologías.
3. Docentes no familiarizados con el uso de tecnologías.
4. Expertos en diseño, tecnología y comunicación.

Buscamos a estos participantes considerando el objetivo principal de evaluar la intuitividad de las tecnologías. Para el primer módulo el tiempo promedio en terminar el recorrido fue de 10 minutos. Colocamos los carteles de bienvenida y las SIP en la entrada del espacio utilizado, mientras que los carteles informativos se colocaron a la altura promedio de los participantes, principalmente en la pared izquierda.



Figura 6.31. Cartel con RV, invitando al participante a formar parte de la experiencia de una persona con dislexia. Todas las actividades de realidad virtual con el título de "Conoce la historia de..." fueron tomadas de fragmentos de audios de entrevistas.

Para el uso de las aplicaciones de RA, utilizamos la Tablet Galaxy Tab S6 Lite y el teléfono Samsung A52. Nos apoyamos en la plataforma Glitch para ver las aplicaciones ejecutándose en la web. Además, empleamos dos gafas de RV con audífonos y la aplicación VR Player para visualizar los videos en las gafas de RV.

Nuevamente, grabamos el recorrido en su totalidad, tanto en video como en audio, para capturar los comentarios realizados por los participantes, incluidos los expertos en el tema. A partir de esta información, identificamos diversos comentarios, los cuales clasificamos en tres áreas principales: el diseño de los carteles, la información plasmada (el mensaje) y la tecnología.

6.7.1. Diseño consolidado de carteles

Después de la segunda evaluación, consideramos viable unificar todos los carteles gráficos que conforman la exposición. Con ayuda del guion expositivo y las puntualizaciones obtenidas durante la segunda evaluación fue posible estandarizar los carteles que activaban las tecnologías. Las [Figuras 6.32-6.34](#) exponen ejemplos de carteles con el estilo gráfico aplicado, así como el tamaño que éstos tendrían.

Para los textos narrativos, cambiamos el tipo de animaciones con el fin de hacerlas más sencillas. También reorganizamos el texto en una sola columna, procurando integrar de manera orgánica con los gráficos. En los carteles puede apreciarse con mayor detalle la selección de colores según la sección en la que estarían colocados.



Figuras 6.32-6.34. Rediseño final de carteles narrativos correspondientes a diferentes módulos

Para los carteles infográficos, nos enfocamos en diversificar más la presentación de los organizadores gráficos. Cada sección contiene información específica, lo que nos llevó a elegir o diseñar diagramas según el tipo de datos. Por ejemplo, el primer cartel abordaba datos diversos que no necesariamente tenían que mostrar una secuencia, podían tratarse como unidades separadas. Sin embargo, en el módulo tres, la información se centraba en funciones y procesos cerebrales, es decir, la información estaba orientada hacia determinada temática. Por lo tanto, el organizador y el diseño debían relacionar y evidenciar esta orientación. Las [Figuras 6.35-6.37](#) muestran ejemplos de los organizadores en cada sección.



Figuras 6.35-6.37. Ejemplos de carteles infográficos.

Se decidió que todos los carteles tanto narrativos, como infográficos, y aquellos que tuvieran marcadores para ejercicios de RA o RV, tuvieran un tamaño estándar de 90 x 60 cm. Unificar estas medidas proporcionó mayor estructura a los elementos gráficos en general y a su acomodo.

Finalmente, como parte de la retroalimentación recibida, acordamos que el tamaño de los carteles más pequeños, como las instrucciones, los carteles de audios (los cuales no incluyen información científica o textos extensos), el título de las salas y los agradecimientos fueran reducidos de manera proporcional, en múltiplos.

Dado que nuestro tamaño estándar era de 90 X 60 cm, y que estos carteles debían ser de un tamaño menor para no acaparar más atención que los materiales principales, los carteles debían tener un tamaño de 45 x 30. Sin embargo, eran evidentes los posibles problemas o imprecisiones al imprimir los formatos en estas dimensiones. Por ello, optamos por una medida estandarizada y lo más cercana posible a la proporción deseada. Decidimos que el formato A3 (42 x 29 cm) era la medida más práctica y eficiente para imprimir el resto de los carteles. Las [Figuras 6.38-6.40](#) muestran los elementos gráficos finales impresos en este tamaño.



Figuras 6.38-6.40. Detalle de los carteles de tamaño A3: Estos consistieron en señalizaciones de sección (izquierda), SIP (en medio) y nombre de ejercicios con RV (derecha).

6.7.2. Áreas de oportunidad en las aplicaciones con RA y RV

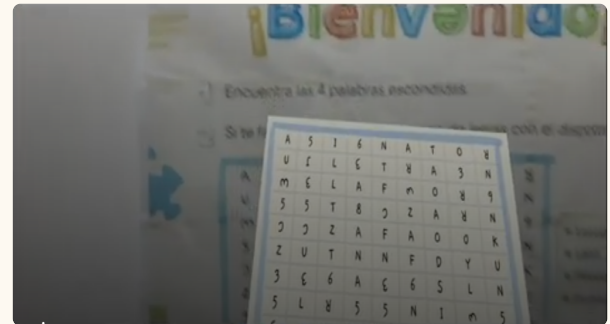
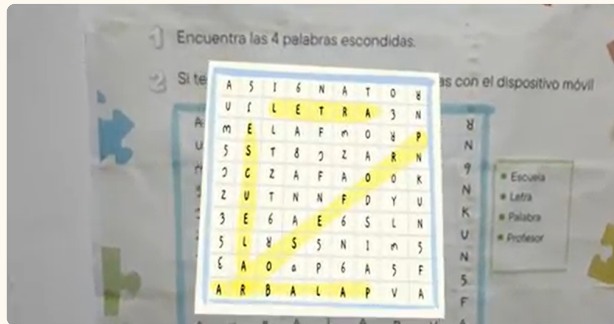
En cuanto a la tecnología RA se encontró que al realizarse en un ambiente controlado, adecuadamente iluminado y con buena conexión, no se encontraron fallas en relación con la interacción del participante con el sistema, sin embargo cabe destacar que al realizar ciertas actividades -en específico la sopa de letras- al momento en que aparece el cuadro con la leyenda **así se siente tener dislexia** este se movía de manera constante, lo que dificulta la lectura.



Figura 6.41. Carteles del segundo módulo *el laberinto de la dislexia*. Estos contrastan con cómo lee una persona sin dislexia. Tamaño 21 x 27 cm. Contienen un marcador que lleva al participante a visualizar los diversos tipos de dislexia. Algunos de los carteles no cuentan con el ícono RA en ellos.

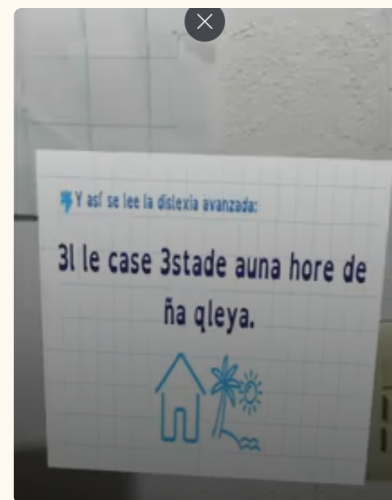
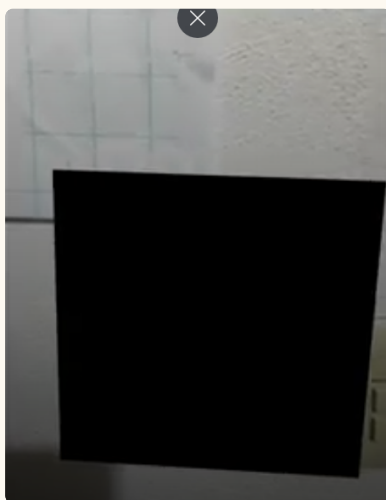
Como se aprecia en las **Figuras 6.42 y 6.43** el cuadro que aparece encima del cartel es la realidad aumentada. No obstante, éste requería un grado más de estabilidad ya que al girar la tableta digital el cuadro gira de igual manera, lo que dificultaba en cierta medida el grado de legibilidad.

De igual forma, en las actividades relacionadas con los diversos tipos de dislexia, observamos que, al elevar la tableta digital, la imagen pasaba de ser completamente legible a un cuadro oscuro durante unos segundos. Esto obligaba al participante a elevar la tableta digital en un ángulo específico y mantenerla estable para poder visualizar correctamente la información.



Figuras 6.42 y 6.43. Imágenes del primer módulo y la actividad *sopa de letras*. Nótese el cambio en la posición del cuadro desplegado al frente. Este cambio sucedía al girar la tableta digital en distintos ángulos.

En la actividad del cartel interactivo, identificamos un error: el lugar donde debía colocarse la cámara para activar la RA necesitaba ser más específico. El problema que encontramos fue que la información se superponía, por lo que era necesario reconsiderar el diseño del cartel o de la actividad para garantizar que la información se mostrara de manera más clara y efectiva.



Figuras 6.44 y 6.45. del módulo 2 nombrado "Salón de clases". Para las actividades con realidad aumentada, se descubrió que en ciertos ángulos el cuadro con la imagen se veía negro, comprometiendo la visibilidad y experiencia del participante.

De igual forma, en la actividad del *Cartel interactivo*, observamos un error importante que consideramos necesario resolver para facilitar su uso por parte de los usuarios. Las imágenes que funcionan como activadores de la realidad aumentada (RA) están muy cerca unas de otras dentro del cartel, por lo que, si el usuario mueve ligeramente la cámara, se activan múltiples experiencias de RA al mismo tiempo.

Esto representa un problema, ya que impide escuchar o visualizar correctamente la información. Notamos que los usuarios se desconcentran, se frustran y, en algunos casos, abandonan la actividad. Por lo tanto, identificamos un área de oportunidad en modificar el diseño del cartel o replantear la forma de interacción de esta actividad para mejorar la experiencia del usuario.

Dentro del área de oportunidad para las aplicaciones de realidad virtual (RV), identificamos la necesidad de adaptar el diseño de la actividad “Conoce la historia de...”, ya que observamos que las animaciones presentes en los videos no corresponden con la identidad visual de la exposición. Además, como solo se presentaban imágenes, consideramos que era necesario hacer la experiencia más interactiva para evitar que los usuarios perdieran el interés. Por lo tanto, el área de mejora se centra en rediseñar los elementos que acompañan la narrativa de la historia presentada.

En cuanto a la actividad que complementa el *Cartel de síntomas*, está pareció generar interés y fue bien recibida por los usuarios. Sin embargo, observamos que era necesario delimitar con claridad dónde iniciaba y dónde terminaba el recorrido, ya que al explorar la imagen 360°, los usuarios no sabían en qué punto concluía la experiencia. Por lo tanto, esta es otra área de oportunidad que debemos corregir.

Esta evaluación nos permitió analizar las modificaciones necesarias para optimizar la interacción del participante con las actividades ya realizadas y contemplar estas mismas acciones para la réplica en el resto de los módulos. Una vez considerado esto, procedimos a la reestructuración y mejora de las aplicaciones con el objetivo de iniciar una nueva fase de evaluación del sistema.

6.7.3. Diseño final de las actividades con RA, RV y la implementación de la página web

A continuación, presentamos el rediseño final de las aplicaciones de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA), así como la introducción de la página web del proyecto. Mantuvimos el modelo general del sistema, cuyo diseño y desarrollo se describen con mayor detalle en el capítulo de **Desarrollo Tecnológico**.

Esta página web funciona como un repositorio de todo nuestro material, permitiendo el acceso directo a las aplicaciones de RA y RV sin necesidad de instalar aplicaciones adicionales. Además, está diseñada para que la exposición pueda replicarse, ya que deja disponible en línea todo el material, las aplicaciones y la descripción del montaje.

Además de esto, la página web también cumple una función clave como herramienta de acceso centralizado a las experiencias de RA y RV, eliminando la dependencia de plataformas de terceros. De esta manera, todo el contenido se consulta directamente desde el servidor asignado al proyecto, el cual fue proporcionado por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Durante el desarrollo y las pruebas iniciales, utilizamos servidores externos —como *Glitch*— para implementar y probar nuestras aplicaciones de RA y RV. Sin embargo, optamos por unificar todo nuestro trabajo en un solo espacio funcional y accesible, surgió la idea de desarrollar una página web propia para el proyecto. Esto nos permitió integrar y probar de manera más eficiente todas las aplicaciones en un entorno controlado y representativo del producto final.

6.7.3.1 Página web

En el desarrollo de la página web, incorporamos la paleta de colores utilizada en el diseño para dar coherencia con la identidad visual del proyecto. La elección de la paleta de colores para la web estuvo alineada con la paleta general del proyecto, pues mantuvimos la misma lógica de diferenciación cromática aplicada en la exposición física. En la muestra presencial, cada sala está identificada por un color específico, y este principio se trasladó a la web, donde cada sala conserva su tonalidad distintiva. Además, los íconos, imágenes y logotipos de cada sala fueron diseñados siguiendo esta estética, con lo que garantizamos una integración visual armoniosa con el diseño global de la exposición.

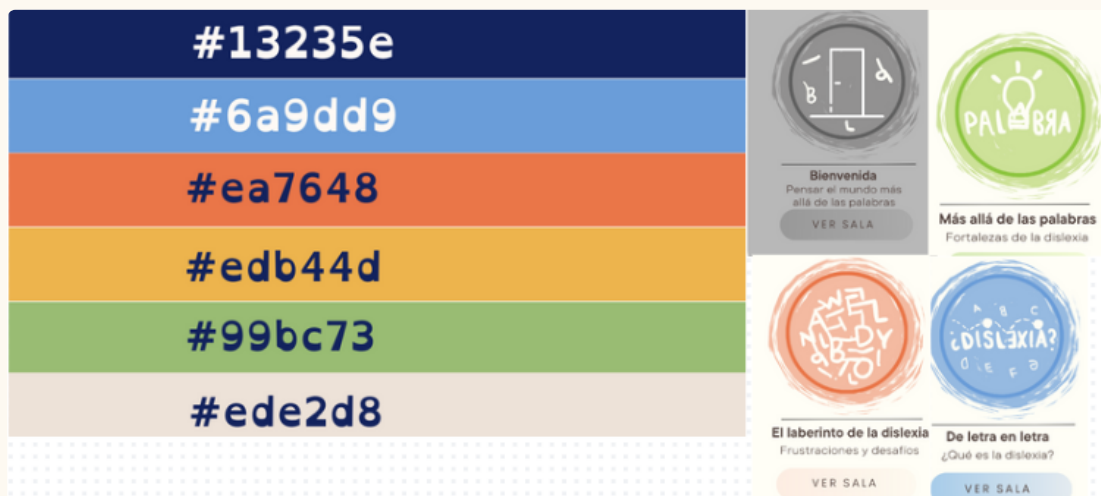


Figura 6.46. Paleta de colores e iconos para la señalética

Finalmente, la página web fue desarrollada utilizando HTML, JavaScript y CSS. Para su alojamiento, se utilizó el servidor proporcionado por la universidad, en la dirección **<https://dislexia.cua.uam.mx>**. En su implementación, consideramos aspectos clave como la disponibilidad continua del sitio y su contenido, la adaptación a distintos tamaños de pantalla para garantizar una experiencia óptima en diversos dispositivos, y el acceso seguro a las aplicaciones de RA y RV a través del protocolo HTTPS. También habilitamos la descarga de los materiales de la exposición para su uso fuera de línea.



Figura 6.47. Pantalla de inicio de la página de internet.



Figuras 6.48 y 6.49. A la izquierda se muestra una captura de pantalla de la página web, donde se pueden ver la visualización y los botones de descarga del material. A la derecha, se muestra cómo la página se adapta de manera responsiva a diferentes tamaños de pantalla, asegurando un fácil acceso desde distintos dispositivos.



Figura 6.50. Pantalla de pestaña Nuestro trabajo

En la página web, las actividades de realidad aumentada se presentan según la sala correspondiente. En cada sección, incluimos las instrucciones para utilizar las aplicaciones, junto con el enlace directo a las mismas, lo que permite el acceso inmediato desde la web.

Descripción general de las aplicaciones de realidad aumentada

1. Para las actividades de realidad aumentada (RA), es necesario contar con un teléfono móvil Android o iOS y una conexión a Internet.
2. La conexión a Internet es esencial, ya que las aplicaciones de realidad aumentada están en línea y su rendimiento depende de la calidad de la señal.
3. En la exposición encontrarás el siguiente ícono, que indica que puedes interactuar con una aplicación de realidad aumentada.



Aplicación de Realidad Aumentada (RA)

Aplicación de realidad aumentada sopa de letras



Aplicación de Realidad Aumentada (RA)

Nota:

Para ingresar a la aplicación de realidad aumentada, es importante que aceptes los permisos de uso de la cámara para que la aplicación funcione correctamente.

[Aplicación Realidad Aumentada](#)

Figuras 6.51 y 6.52. Del lado izquierdo se muestran las instrucciones para el uso de RA, en el lado derecho link a la aplicación de RA

En la página, las actividades de realidad virtual se organizan según la sala correspondiente. En cada sección, proporcionamos las instrucciones para utilizar la RV, junto con los enlaces a las imágenes en 360° y videos, lo que permite el acceso directo desde la web.

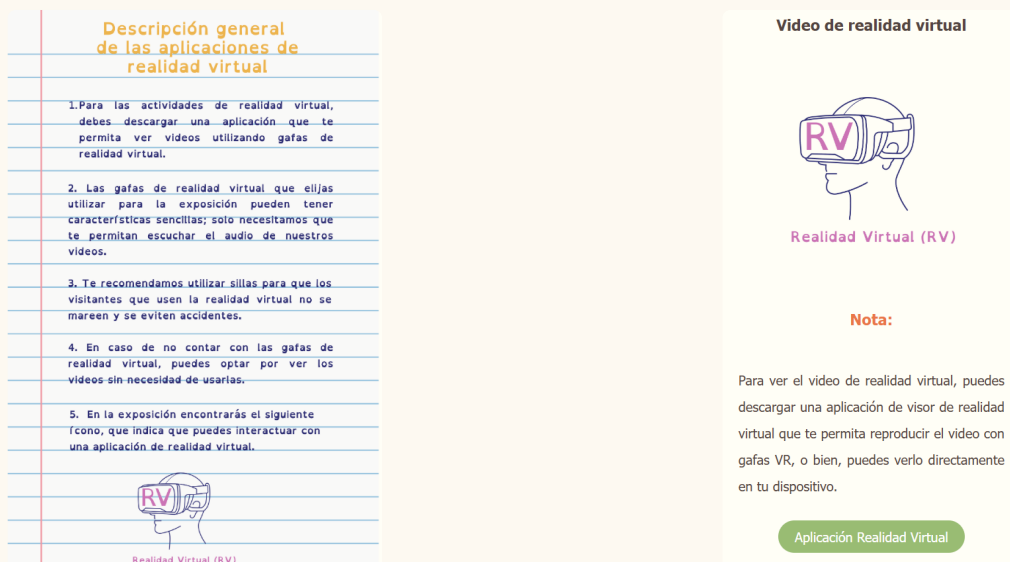


Figura 6.53 y 6.54. Del lado izquierdo se muestran las instrucciones para el uso de RV, en el lado derecho el enlace al material de RV

6.7.3.2. Implementación actividades RA

Al abrir las aplicaciones, primero debemos otorgar permisos de acceso a la cámara para que puedan funcionar correctamente y activar la realidad aumentada (RA). Luego, veremos que la aplicación está lista para escanear el marcador cuando aparezca el escáner con el logo.

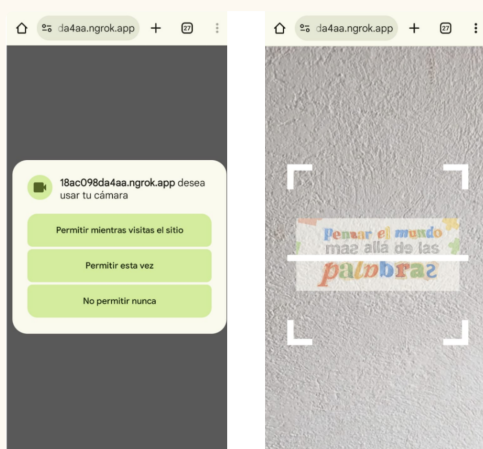
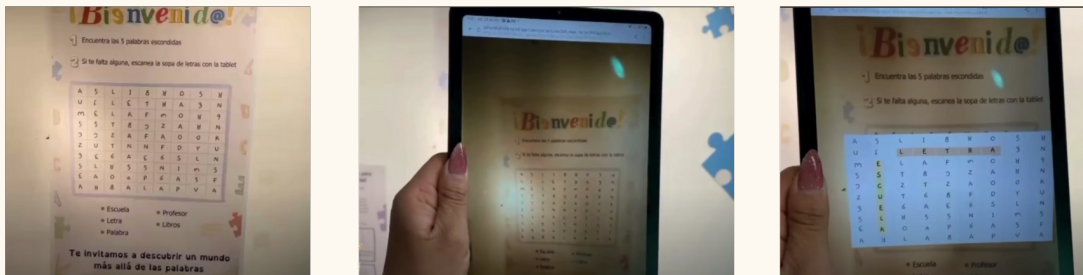


Figura 6.55. Permisos de cámara y escáner con logo de la exposición

6.7.3.3. Actividad sopa de letras

La actividad de *sopa de letras* está ubicada en la sala de bienvenida. En la página web, se encuentra disponible el material necesario para acceder tanto a la aplicación como al marcador. Esta actividad se conserva tras las reestructuraciones realizadas en las iteraciones anteriores.



Figuras 6.56- 6.59. En la primera imagen se muestra el material de la sopa de letras disponible en la página web, listo para su descarga y uso. En la imagen izquierda inferior se observa el cartel marcador de la sopa de letras. En la parte inferior central se muestra la interacción con la aplicación de RA y, en la parte inferior derecha, el resultado visual de la experiencia en realidad aumentada.

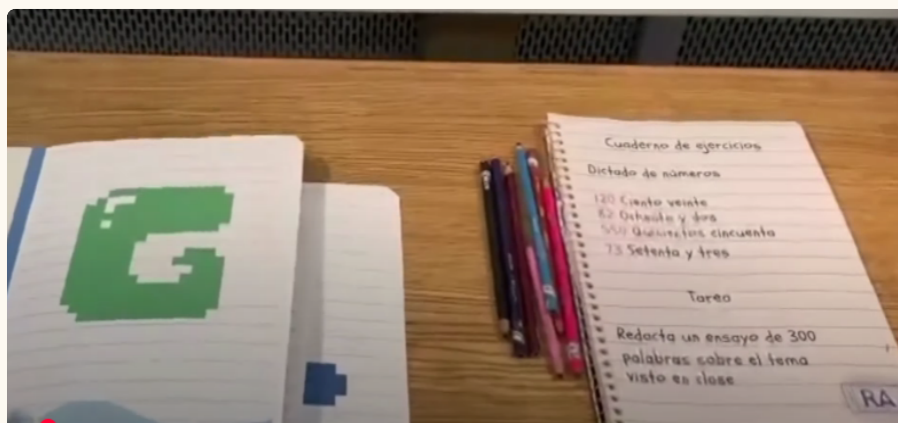
6.7.3.4. Actividad salón de clases

La actividad *Salón de clases* se encuentra en la sala *De letra en letra: ¿Qué es dislexia?* En la página web está disponible el material necesario para acceder tanto a la aplicación como al marcador correspondiente.

Esta actividad fue reestructurada por dos razones principales. En primer lugar, anteriormente cada experiencia tenía su propia aplicación: por un lado, *Pizarrón de clases*, y por otro, *Así se siente tener dislexia*. Sin embargo, observamos que esto requería el uso de varios dispositivos, lo cual resultaba poco práctico y costoso.

Por ello, decidimos integrar todas las experiencias en una sola aplicación, a la que nombramos *Salón de clases*, permitiendo interactuar con todos los elementos desde un mismo entorno.

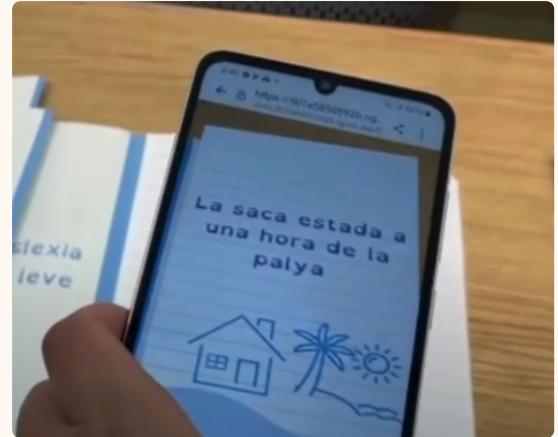
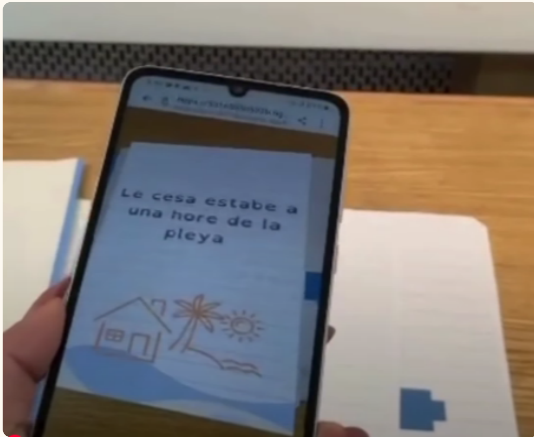
Además, para hacer esta actividad más interactiva, añadimos un tercer elemento para la interacción: un cuaderno, que complementa la experiencia y enriquece la dinámica de participación.



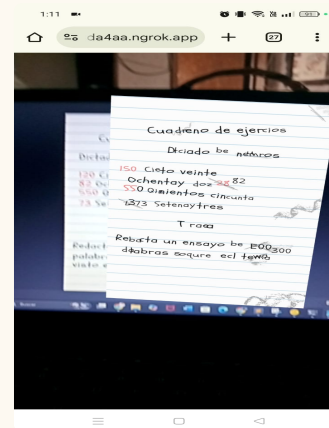
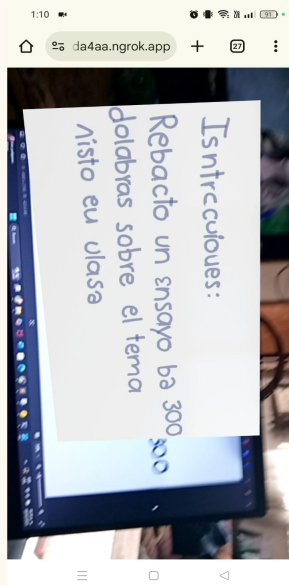
Figuras 6.60 y 6.61. En la imagen se presenta el material de la actividad *salón de clases*, disponible para su descarga y uso. A la derecha se muestran los marcadores finales diseñados para la experiencia de realidad aumentada.

También rediseñamos el pizarrón, adaptándolo a la paleta de colores de la exposición y asegurando que funcionara correctamente como marcador de RA. Además, reemplazamos los marcadores originales, que eran códigos tipo QR, y los integramos dentro de libros, creando una experiencia más conectada con la temática de un salón de clases.

Por último, agregamos una nueva actividad: un cuaderno con un dictado y una tarea. Al escanearlo con el teléfono, la RA muestra esa misma información, pero alterada, representando cómo una persona con dislexia la podría percibir. Con esto, la actividad se vuelve más dinámica, inmersiva y ofrece una interactividad en dos niveles al permitir al usuario contemplar y manipular los objetos físicamente y, al mismo tiempo, hacer uso de ellos para acceder a otra información dispuesta virtualmente. Las [Figuras 62-63](#) y [64-65](#) muestran el funcionamiento de la actividad.



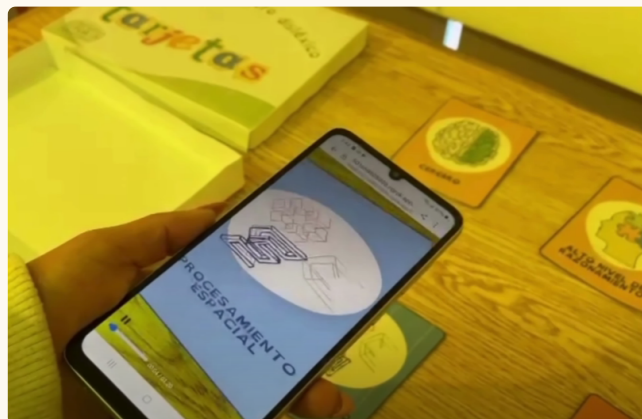
Figuras 6.62 y 6.63. En la imagen se muestra la interacción de los libros con RA. Los libros estarán dispuestos físicamente, como parte de la recreación del salón de clases y el usuario podrá manipularlos.



Figuras 6.64 y 6.65. En la imagen se muestra la interacción del pizarrón y el cuaderno de texto con la RA

6.7.3.5. Actividad tarjetas

La actividad de tarjetas se encuentra en la sala 'Más allá de las palabras: Fortalezas de la dislexia'. En la página web, está disponible el material necesario para acceder tanto a la aplicación como al marcador.



Figuras 6.66 y 6.67. En la imagen se muestra la sección de descarga del material de las tarjetas y de la aplicación para su uso desde la página web. A la derecha, se observa un ejemplo de una tarjeta activada con realidad aumentada.

Esta actividad también se concretó a partir de una reestructuración de las actividades iniciales. Originalmente, la aplicación estaba diseñada para interactuar directamente desde el cartel interactivo. Sin embargo, durante las pruebas, identificamos un problema: la información de la RA se sobreponía si la cámara no se colocaba en puntos muy específicos, lo que dificulta su correcta visualización.

Para solucionar el inconveniente, simplificamos la actividad y la transformamos en una experiencia más dinámica, utilizando tarjetas físicas. Cada tarjeta representa uno de los temas originalmente mostrados en el cartel: procesamiento espacial, memoria episódica, cerebro, resolución de problemas, creatividad y alto nivel de razonamiento.

La interacción se mantiene al enfocar cada tarjeta con la aplicación, lo que activa una animación acompañada de una narración que amplía la información. Además, añadimos botones en la interfaz para reproducir la animación y mostrar su duración, lo que facilita el control de la experiencia para el usuario.

Durante la etapa final de desarrollo e implementación, identificamos una serie de recomendaciones para asegurar el uso adecuado y el correcto funcionamiento de las aplicaciones de realidad aumentada.

- **Iluminación de los marcadores:** Es importante asegurarse de que los marcadores de RA estén correctamente iluminados, ya que esto facilita que la aplicación identifique los puntos clave y determine el lugar exacto donde debe mostrarse la RA.
- **Ubicación de los marcadores:** Los marcadores deben estar ubicados de manera accesible para los visitantes, de modo que puedan interactuar con ellos sin problemas.
- **Conectividad:** Dado que las aplicaciones de RA han sido desarrolladas para su uso en la web y están alojadas en la página, el rendimiento de la aplicación dependerá de la calidad de la señal de internet.
- **Permisos de acceso:** Es necesario verificar que los dispositivos con los que se interactúa tengan habilitados los permisos correspondientes, como el acceso a la cámara, para asegurar que la RA funcione correctamente.

6.7.3.6. Implementación de actividades con RV

Si bien en este segundo recorrido preparamos el cartel con realidad virtual *Observa las señales*, cuyo resultado fue favorable en términos técnicos y en experiencia, con el guion visual (véase el apartado [guion visual](#)) replanteamos el resto de actividades que funcionaban con esta tecnología. Así, decidimos que las actividades pertenecientes a *Conoce la historia de*, iban a funcionar con RV y que, en vez de audios, desarrollaríamos en formato audiovisual las historias de nuestros actores clave.



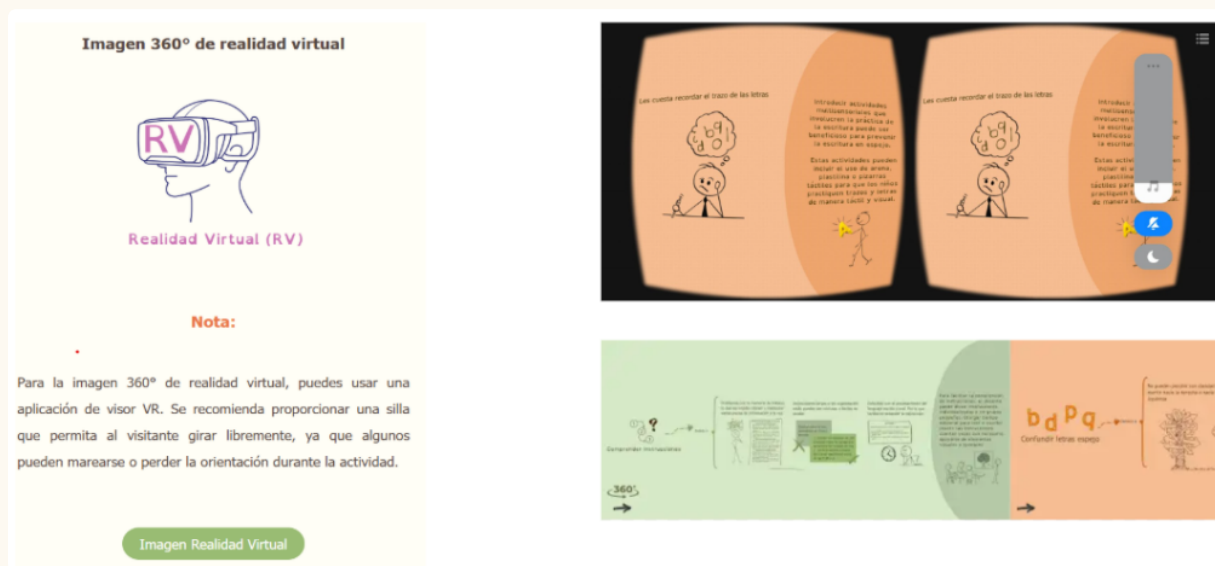
Figuras 6.68. y 6.69. La imagen muestra la sección de descarga del material y el video de realidad virtual disponible en la página web. A la derecha se incluyen capturas de distintos momentos de los videos de RV correspondientes a la actividad "conoce la historia de..."

Los videos creados para realidad virtual fueron adaptados al estilo visual del proyecto, incluyendo animaciones sincronizadas con el audio que narra la historia de una persona con dislexia (véase **Figuras 68 y 69**, las cuales permiten realizar mejoras a las áreas de oportunidad que habíamos encontrado anteriormente. El mismo proceso se aplicó a la imagen 360° de realidad virtual. Esta reestructuración del material de RV permitió mantener la identidad visual, el estilo y la paleta de colores de la exposición, para una presentación más coherente y unificada dentro del conjunto de la experiencia.D

Las animaciones fueron creadas para representar las historias de Víctor Beller, delegado en Disfam y diagnosticado con dislexia; Luz María, madre de un estudiante con dislexia; y Paco Flores, un estudiante también diagnosticado con esta condición. Cada animación complementa visualmente los relatos de los entrevistados, ilustrando sus experiencias de manera inmersiva.

Es importante resaltar que, así como las actividades anteriores, todo el material está disponible tanto para su visualización en realidad virtual como en formato de video estándar, lo que permite el acceso incluso sin visores de realidad aumentada. En la página web se encuentra disponible todo el material necesario para acceder a los videos y las imágenes 360°, junto con indicaciones específicas para cada actividad.

Por ejemplo, en el caso de la imagen 360°, se observó que algunos usuarios experimentaron mareo y necesitaban apoyo para visualizarla correctamente. Por ello, en la página recomendamos el uso de una silla giratoria que facilitara la exploración del contenido. Además, se modificó la visualización para indicar claramente dónde inicia y dónde termina la imagen, y evitar que el usuario se confunda o siga girando sin rumbo dentro de la imagen, de acuerdo con lo que observamos en áreas de oportunidad delimitamos donde iniciaba la información y donde terminaba.



Figuras 6.70 - 6.72. La imagen muestra la sección de descarga del material y la imagen 360° de realidad virtual disponible en la página web. A la derecha se incluyen capturas de distintos momentos de los videos de RV correspondientes a la actividad *Imagen 360°*.

6.7.3.7. Especificaciones técnicas para la RV

Para la implementación de los videos e imágenes 360° de realidad virtual se propone hacer uso de la aplicación VR Jugador, la cual es una plataforma para la ejecución de entornos virtuales interactivos. Entre su ficha técnica destacamos los siguientes elementos:

- Aplicación VR JUGADOR.
- Versión: 5.8.2.
- Disponibilidad: Android 8.0, IOS 18.3 y versiones posteriores.
- Lanzamiento: 17 de agosto de 2021.
- Aplicación gratuita con venta de funciones avanzadas.
- Métodos de control admitidos: Mango del control remoto Bluetooth, el mouse Bluetooth, botones de las gafas VR y el control de permanencia sin botón.

Como mencionamos, RV Jugador, es una aplicación diseñada para el sistema operativo Android e IOS, que permite explorar entornos virtuales de manera intuitiva mediante unas gafas de realidad virtual. De acuerdo con la descripción que proporciona el desarrollador:

"Este es un software específico para gafas 3D/VR (Metaverse) profesional sin precedentes para ver álbumes de fotos locales. Puede convertir vídeos/imágenes normales en videos/imágenes panorámicas para su visualización y admite videos o imágenes panorámicas o panorámicas de realidad virtual. Sus funciones también incluyen: simulación de escenas de cine con varias personas mirando, escenas de plazas de ciudades, modo de reproducción de realidad mixta sin precedentes, modo de realidad mixta que elimina inteligentemente fondos de retratos y coloca a las personas que te gustan en tu habitación". (RV Jugador, 2021)."

Esta aplicación fue elegida porque su interfaz está diseñada para ser sencilla y fácil de navegar, especialmente en un entorno de exposición, donde los usuarios pueden estar interactuando por primera vez con RV. En otras palabras, esta aplicación permite explorar entornos virtuales de manera intuitiva mediante unas gafas de realidad virtual.

6.7.3.8. Instalación y configuración

A continuación describiremos los pasos para instalar y configurar correctamente la aplicación:

Paso 1. Instalación de la aplicación: Para comenzar con la instalación del software, primeramente es necesario descargar la aplicación desde la tienda Google Play en el dispositivo Android; se requiere de conexión a internet para realizar este paso.

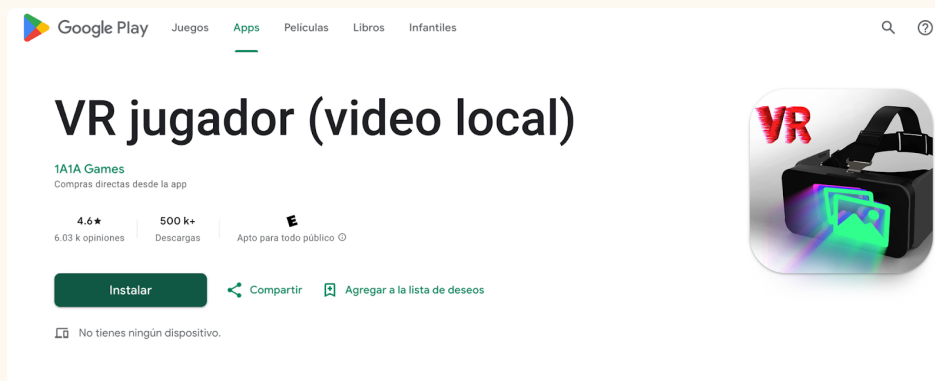


Figura 6.73. Aplicación en Google Play

Paso 2. Configuración de la aplicación: Al ingresar a la aplicación, se muestra un menú de configuración para el método de control, en este caso se debe configurar de acuerdo con las características de las gafas. Si las gafas de realidad virtual que se van a utilizar tienen controles manuales, se selecciona la opción 2, de lo contrario se selecciona la primera opción. Después es necesario presionar el texto “finalizar”.

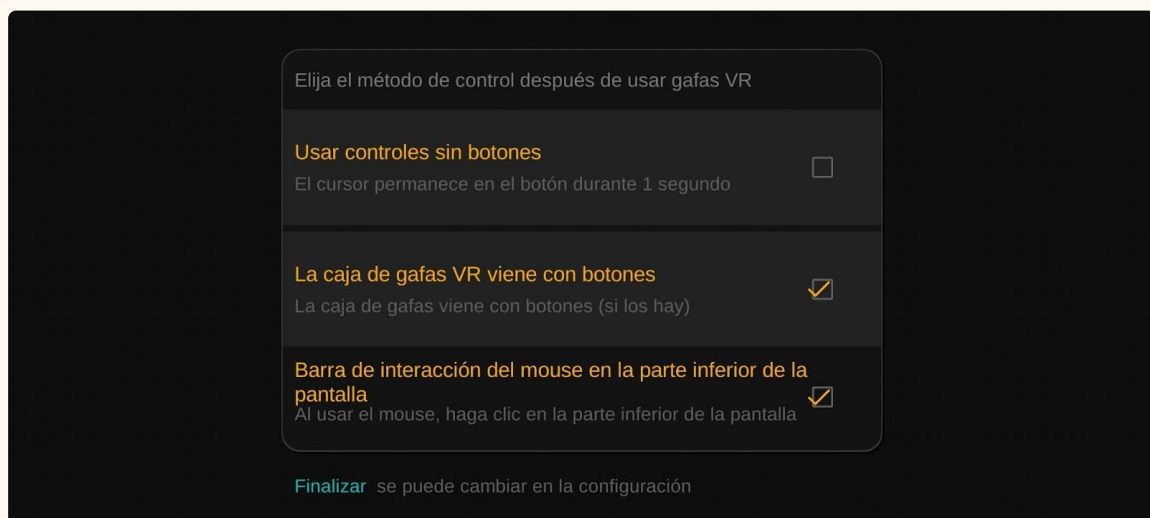


Figura 6.74. Detalle del menú de configuración de controles

Paso 3. Iniciar experiencia de realidad virtual: Antes de iniciar con la experiencia RV, es necesario guardar el contenido que se va a presentar en la galería del celular. Una vez que están listos, se ingresa a la aplicación y selecciona el formato de archivo a presentar: video, imagen o video/imagen.

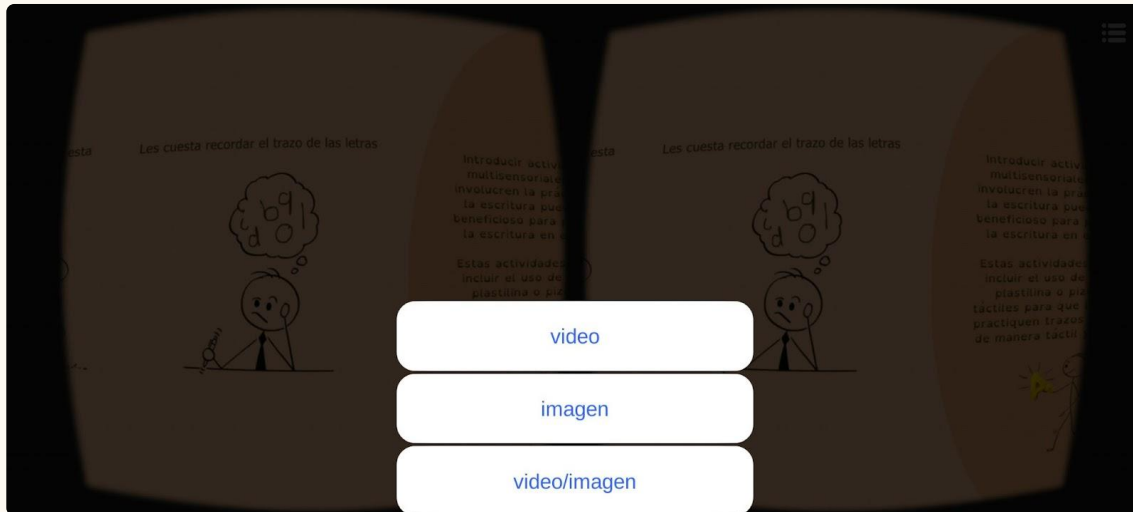


Figura 6.75. Selección de contenido

Después, se selecciona el archivo en el dispositivo Android. Al hacerlo, se abrirá la pantalla con la realidad virtual. Se debe ajustar el volumen en caso de tener audio y, finalmente, se coloca el teléfono móvil dentro de las gafas de realidad virtual de tu preferencia. De ser necesario, se ajustan las lentes, los audífonos o las correas de las gafas.

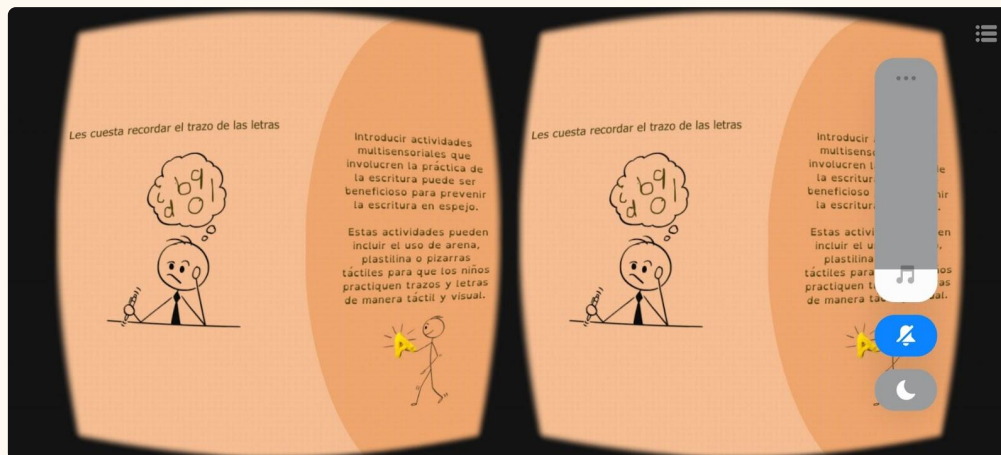


Figura 6.76. Imagen en el visor de RV

Durante la etapa final de desarrollo e implementación, identificamos una serie de recomendaciones para asegurar el uso adecuado y el correcto funcionamiento de las aplicaciones de realidad virtual.

- **Espacio adecuado:** Contar con un espacio de exposición amplio y libre de obstáculos para permitir a los usuarios moverse con seguridad mientras usan los dispositivos VR, de ser necesario incluir sillas para mejorar la comodidad del participante.

- **Monitorización y supervisión:** Durante la exposición, es importante contar con apoyo para ayudar a los usuarios a poner y quitar los dispositivos VR, calibrar la configuración y resolver problemas técnicos rápidamente.
- **Tiempo de uso:** Es recomendado limitar el tiempo de uso para evitar la fatiga visual o mareos. Se recomienda que el contenido dure de 1 a 3 minutos.
- **Instrucciones claras:** Proporcionar instrucciones claras sobre cómo usar las gafas de RV, ya sea mediante señalización en la exposición o guías virtuales dentro del propio entorno de VR, es óptimo para evitar problemas o dañar las gafas.

6.8. Reestructuración de criterios de evaluación

Cuestionario de evaluación

En el marco de la evaluación del presente proyecto, y en consonancia con las puntualizaciones que Grack y Cohn (2015) sobre los criterios de evaluación en museos, hemos diseñado un instrumento de evaluación capaz de capturar tanto información cualitativa (opiniones, experiencias y percepciones de los participantes) como datos cuantitativos (frecuencia, experiencia docente y exposición a estudiantes neurodivergentes). Esta elección responde a la necesidad de determinar el grado de consecución de los objetivos propuestos (véase **capítulo 1**), tales como la inmersión interactiva de los participantes en la exhibición museológica y su consecuente aprendizaje.

Asimismo, buscamos obtener información que sustente el consenso decisorio informado en relación con la optimización del recorrido museístico. Dicha aproximación se alinea con la última fase de la metodología *OpenUP*, caracterizada por la evaluación y adaptación del proyecto. En este sentido, entre los múltiples instrumentos ya revisado según la literatura existente sobre evaluación en museos (véase [Figura 4.1](#)), hemos optado por aplicar un cuestionario estructurado, principalmente por su potencial para evidenciar los aprendizajes de los participantes, sus formas de pensar y las experiencias vividas durante el recorrido (2015).

El objetivo de realizar cuestionarios de evaluación llega a ser, por un lado:

Para conocer cómo se establece el proceso de comunicación entre dos estructuras sumamente variadas, como lo son la múltiple oferta expositiva, con la distinta tipología de los visitantes, incluidos aquellos que nunca, o rara vez han acudido a ellos. Aun cuando se reconoce, en concordancia con Casanova (1993, p. 259), la naturaleza utópica de una exposición universalmente atractiva, con nuestros cuestionarios sopesamos la viabilidad de implementar estrategias de mejora orientadas a incrementar la percepción positiva de la experiencia museística entre la mayoría de los participantes.

Con este planteamiento en mente creamos un cuestionario con preguntas cerradas -es decir, preguntas que admiten respuestas con sí/no o previamente designadas- y preguntas abiertas o de opinión. En total diseñamos treinta preguntas divididas en tres secciones: la primera sección integra preguntas sobre información demográfica y de información personal, para familiarizarnos con el docente y su trayectoria con la docencia. La segunda parte tiene como objetivo principal conocer la opinión acerca del mensaje que deja el cartel y la claridad de este, al cual denominamos "Carteles: tu opinión cuenta". En la tercera parte se encuentra la sección que evalúa el contenido de los carteles, al cual nombramos *Experimenta, interactúa y ¡Cuéntanos tu experiencia!* El objetivo era evaluar la comprensión de los carteles y del mensaje.

Para ejemplificar lo anterior, tomaremos tres preguntas, una de cada sección, para explicar su intención y estructura. Así, de la sección número 1 *Información personal* que parte de la pregunta 1 a la 16, tomamos como preguntas clave los incisos 9, 11 y 13 que constan de las siguientes preguntas o aseveraciones. Para cada una de ellas, el participante tiene tres opciones como respuesta, por lo que se trata de preguntas cerradas.

9. He tenido alumnos neurodivergentes en mis clases como alumnos con autismo, dislexia, TDAH, etc. (en caso negativo, pasa a la pregunta 13)

- ☐ sí
- ☐ no
- ☐ no sé

Figura 6.77. Pregunta cerrada en el cuestionario, sección 1.

Como observamos en la Figura 77, se aclara a manera de ejemplo el tipo de alumno que se está solicitando que identifiquen. Se busca, por un lado, conocer si en su experiencia han tratado con alumnos de esta índole. O si han investigado por su cuenta acerca de estos alumnos.

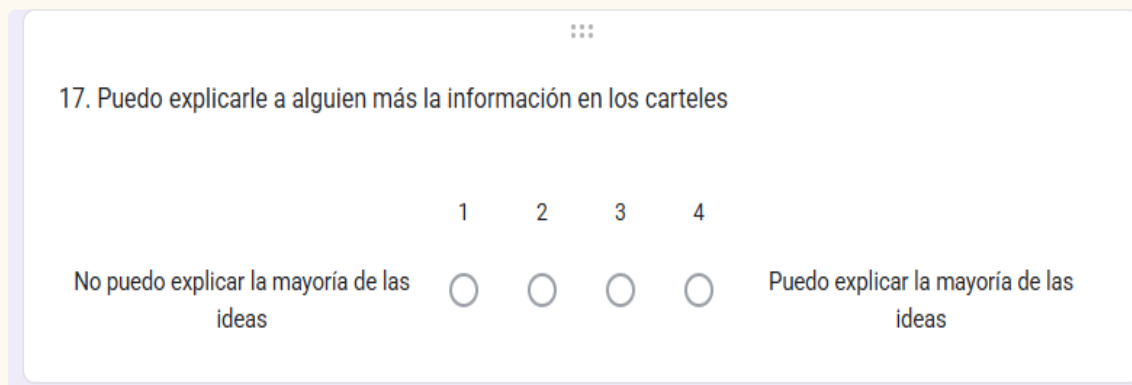
11. Conozco métodos para adaptar mis clases a los alumnos neurodivergentes.

Esta oración da tres opciones que oscilan entre "Sí, y los aplico", hasta "No conozco ningún método", lo que nos indica el nivel de preparación del docente en cuanto a la adaptación de sus clases y conocer, a su vez, la necesidad percibida, en caso de existir.

13. La escuela me ha proporcionado información (panfletos, páginas web, archivos PDF, libros, etc.) para adaptar mis clases a alumnos neurodivergentes.

Esta pregunta nos indica si los profesores están informados sobre las diversas estrategias en el aula y su nivel de conocimiento sobre métodos para adaptar clases. Aunque dichas estrategias podrían no ser adaptadas a casos particulares, responderían parcialmente a las necesidades de los alumnos con los que trabajan.

La segunda sección, que parte de la pregunta 17 a la 25, "Tu opinión cuenta" tiene como objetivo conocer el nivel de internalización de la información recibida. En esta sección, tomamos como preguntas clave los incisos 17, 19 y 23.



The screenshot shows a survey question within a light blue rounded rectangle. At the top center, there are three small dots. The question text is "17. Puedo explicarle a alguien más la información en los carteles". Below the question, there is a horizontal scale with four radio buttons. Above the first radio button is the number "1", and above the last is "4". The text "No puedo explicar la mayoría de las ideas" is positioned to the left of the first radio button, and "Puedo explicar la mayoría de las ideas" is to the right of the last radio button. The radio buttons are currently unselected.

Figura 6.78. Para esta sección, algunas de las preguntas vienen en escala de Likert, donde el participante indica su nivel de conformidad con la oración presentada.

Consideramos clave si el docente:

- 17. Puede explicar la información de los carteles a alguien más.
- 19. Los carteles contienen información relevante.
- 23. Utilizaría la información de los carteles en el aula.

Para estas preguntas clave se añade una pregunta de seguimiento cuyo objetivo es ahondar más en el motivo de su selección. Usando por ejemplo la siguiente pregunta: "Los carteles contienen información que es relevante para mí", la pregunta de seguimiento es "Si contestaste sí a la última pregunta, ¿qué información resultó más relevante?", ésta última se complementa con ejemplos para mayor claridad. Estos reactivos en particular nos indican si perciben que han internalizado la información, y si les es útil pero además la encuentran lo suficientemente clara como para aplicarla en el aula.

Por último, para la sección 3, "Experimenta, interactúa y icuéntanos tu experiencia!", que va de la pregunta 26 a la 30, se buscó conocer la percepción de la persona, y su interacción entre el aprendizaje, la comunicación y la tecnología. Aquí se busca primordialmente recopilar información adicional o sugerencias al mismo tiempo que revele aspectos que no hayamos considerado inicialmente.

6.9 Evaluación final

6.9.1. Montaje de la exposición

La tercera evaluación comprendió la integración de todos los materiales gráficos y las aplicaciones de cada módulo. En otras palabras, esta etapa abarcó el montaje de la exposición, que implica el “estudio y ordenación de los espacios, la ambientación de las salas, señalización a resaltar por medio de las alturas, la luz, el color, los soportes [...], el estudio de los medios idóneos de comunicación (carteles, gráficos, mapas); formatos, tipos de letras, colores, etc.” (García Blanco, 1981: 422). Por tanto, podemos aseverar que sólo cuando concretó el proceso de montaje es cuando pudimos fomentar propiamente el diálogo visual e intelectual entre el sujeto y el objeto que “culmine en la interpretación de lo que la obra comunica” (López Barbosa, 1993:16).

Para esta última prueba, el equipo decidió aprovechar los espacios expositivos disponibles en el plantel, con el fin de visualizar y experimentar la exposición en diferentes escenarios. Cabe recordar que las pruebas anteriores se realizaron en salones de clase, con el objetivo de replicar lo más fielmente posible el entorno en el que se montaría la exposición. Sin embargo, para esta última prueba, buscamos contar con un entorno controlado que nos permitiera aplicar de manera efectiva nuestros instrumentos de evaluación.



Figura 6.79. Fotografías del espacio expositivo donde se montó la exposición. Se trata de pabellones creados por la universidad para exposiciones, los cuales fueron solicitados al Departamento de Difusión Cultural.

El primer paso consistió en solicitar al departamento de Difusión Cultural de la unidad los corredores expositivos de las plantas B2-B3. Ambos espacios poseían superficies, iluminación, enchufes y espacios idóneos para colocar materiales de exposición. Antes de proceder a la instalación, realizamos mediciones y prototipos de colocación del espacio (véase [Guion visual](#)). La [Figura 6.79](#) muestra fotografías con medidas del espacio.

El pabellón tiene aproximadamente 50 metros de largo, y una anchura de casi 3 metros. A los extremos se encuentran dos cubículos de almacenaje separados por una cortina. A lo largo del pasillo, hay tres pilares estructurales recubiertos con paneles de Tablaroca que funcionan como paredes, lo que proporciona uniformidad al entorno. Parte de la iluminación es movable, con focos que pueden rotarse 360°, aunque también hay iluminación central estática. Tanto las paredes como el techo se encuentran equipados con enchufes para conexión eléctrica. Los extremos del pasillo colindan con las rutas de salida de la universidad. A la izquierda se encuentran las escaleras y, a la derecha, colinda con los elevadores.

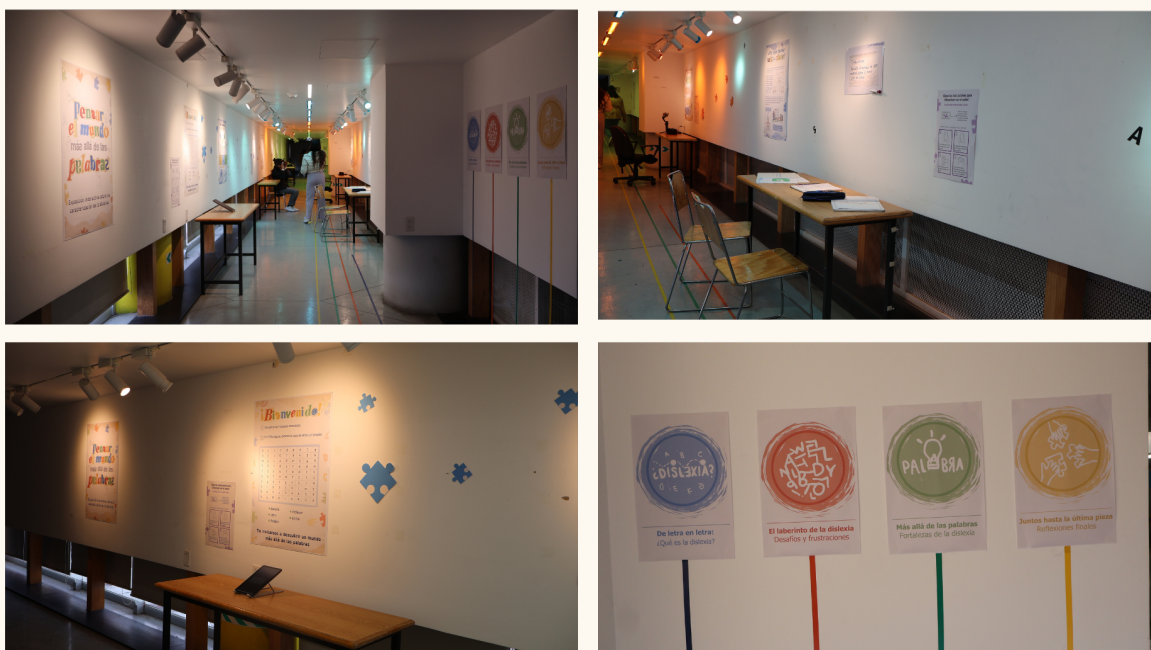


Figura 6.80. Detalle de la ambientación de la exposición. Como se aprecia en las fotos, se utilizaron diversos componentes de bajo costo como vinil, papel celofán y mobiliario de la escuela.

Previamente habíamos perfeccionado la colocación de los elementos dados por el guion museográfico. De modo que, colocados los carteles, realizamos otras adecuaciones para la ambientación museográfica. Tal y como señala Miranda Martinelli (2017) la ambientación refuerza los contenidos de la exhibición, al tiempo que la ayuda a destacar el estilo de cada temática. La ambientación es parte de la presentación final y en ella deben aplicarse los conceptos y las tecnologías que se habían acordado. Si la ambientación resulta adecuada, contribuirá junto con el espacio y los materiales a educar, informar y ampliar el conocimiento (2017).

Utilizamos diversidad de materiales y recursos para la ambientación, considerando en todo momento dos propósitos principales: el primero era ocupar materiales de bajo costo y alta disponibilidad; el segundo consistió en tomar materiales que se pudieran conseguir en cualquier escuela. Así, modificamos las luces con ayuda de papel celofán para cambiar la tonalidad de éstas. Utilizamos cintas de vinilo para indicar la llegada a nuevas secciones; también, imprimimos piezas de rompecabezas en papel cartulina y las pegamos a lo largo de los pasillos para completar la ambientación. En cuanto al mobiliario, éste consistió en sillas y mesas escolares. Para la proyección del último módulo utilizamos un cubo de madera y proyectamos la animación sobre una pared del pasillo, con luces apagadas.

Para la interacción con las actividades de RA y RV, utilizamos una Tablet Samsung Galaxy S6 Lite, tres teléfonos móviles con sistema operativo Android, así como cinco gafas de RV: dos con audífonos integrados y tres únicamente con visor.

El proceso de montaje tomó 2 días. La evaluación se llevó a cabo el 20 de diciembre del 2024. Previamente habíamos invitado a docentes de educación básica y estudiantes con dislexia para que completaran el recorrido, el cual duró un aproximado de veinte minutos. La [Tabla 6.2](#) muestra el nombre y ocupación de los participantes presentes en el recorrido.

Ximena Jiménez	Estudiante y tutora estudiantil	No conoce nada sobre el tema
Patricia Guerrero	Psicóloga	Conoce sobre el tema
Ma. del Pilar Meza	Psicóloga, con experiencia en docencia	Conoce sobre el tema y la situación escolar
Aidé Orozco	Estudiante	No tiene experiencia en el tema
Alethia Martínez	Comunicóloga, diagnosticada con dislexia	Tiene noción sobre el tema
Montserrat Trejo	Comunicóloga y estudiante	No tiene conocimiento sobre el tema
Sergio Quiñonez	Docente	No tiene conocimiento sobre el tema

Tabla 6.2. Visitantes participantes del tercer recorrido.

Las técnicas de evaluación que utilizamos fueron la observación, y dos cuestionarios de evaluación, los cuales ya han sido explicados previamente (véase el apartado [Cuestionario de evaluación](#)). Adicionalmente, parte del ejercicio que diseñamos para la última sala, “Rompecabezas” podía revelarnos datos adicionales, ya que se también se considera una técnica de escucha (Schneider y Cheslock, 2003).

A continuación, expondremos las observaciones realizadas durante el seguimiento de los participantes. Sección por sección, se comentarán las reacciones, acciones y los hallazgos más sobresalientes de cada uno de los participantes a los cuales se les denominó con sus nombres reales para evitar ambigüedades.

6.9.2. Entrada a la Exposición

Al ingresar a la exposición, las participantes Ximena, Patricia y María del Pilar entran como un grupo en conjunto. A pesar de que cada una entró de manera individual, sin ser organizadas previamente como grupo, permanecieron juntas en los primeros carteles. Al comienzo del recorrido, las participantes se encontraron con un cartel que presentaba el título de la exposición. Junto a este, aparecía un cartel interactivo de bienvenida, con una sopa de letras que es una actividad de realidad aumentada. A la derecha, se encuentra el nombre de los cuatro módulos que componen la exposición, y unas líneas en el suelo que guían a los visitantes hacia cada módulo. Todos los participantes leen atentamente el cartel, al igual que el ejercicio de sopa de letras.

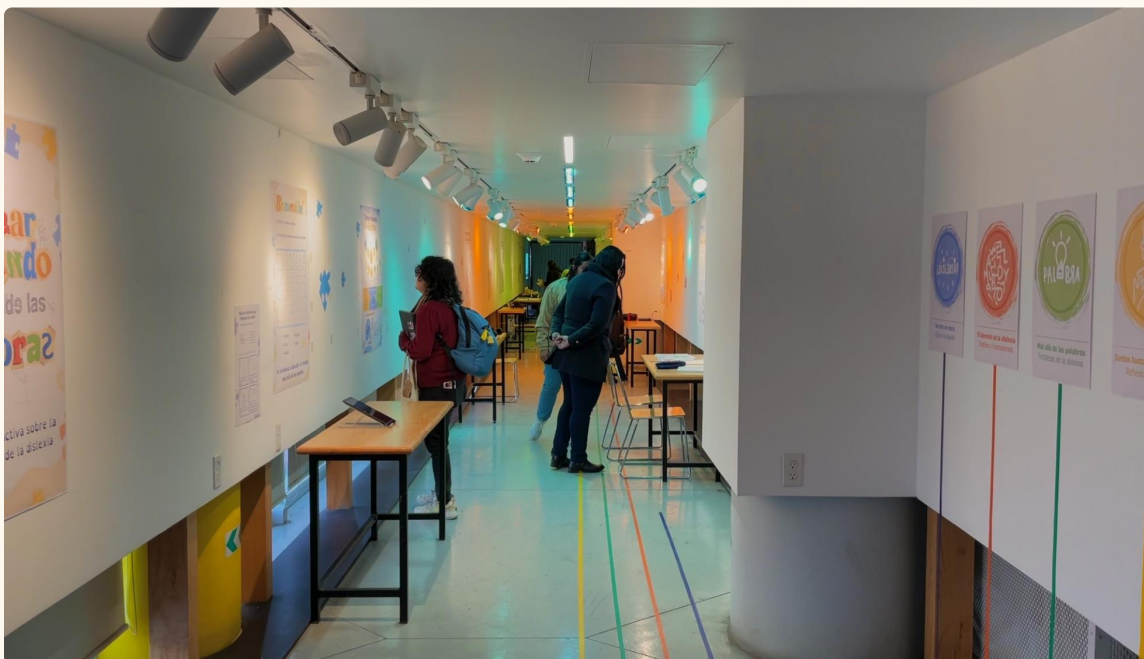


Figura 6.81. Detalle de la exposición visitada por los participantes vista desde la entrada.

La participante Aidée y el participante Sergio, también entraron ordenadamente y no titubearon sobre la dirección que debían seguir el recorrido. Por el contrario, las participantes Alethia y Monserrat, prefirieron desde el inicio, un recorrido menos riguroso. No observaron detenidamente el cartel del inicio y su recorrido fue menos ordenado.

Actividad con realidad aumentada: Sopa de letras

Las participantes comenzaron la actividad de la sopa de letras, en la que debían encontrar varias palabras relacionadas con la dislexia. La lectura de las instrucciones tomó entre dos y tres minutos. Esta fase fue crucial, ya que los tres participantes pusieron particular atención y concentración en la lectura de las SIP. Luego de leer las instrucciones, dedicaron unos cuarenta a cincuenta segundos para encontrar las palabras en la sopa de letras. Pudimos observar que en determinado momento, esta tarea se volvió colectiva pues, tras completar la lectura y observación, Ximena tomó la tableta digital ubicada frente al cartel y, con la ayuda de Patricia y María del Pilar, comenzaron a interactuar con éste, utilizando la realidad aumentada. La duración de la animación en esta actividad es de ocho segundos, sin embargo, se prolongó varios segundos más, debido a la repetición para comprender el contenido, y para familiarizarse con el ejercicio.

Contrario a los primeros participantes, la participante Alethia se dirigió primeramente a la tableta digital para utilizar la RA. Previamente leyó la SIP por unos momentos y se dispuso a manipular la tableta digital con la aplicación de RA. Dado que Monserrat y Alethia entraron juntas, mientras Alethia interactuaba con la sopa de letras, Monserrat leyó los primeros carteles narrativos.

A diferencia de estos participantes, Aidée decidió leer los carteles narrativos e infográficos antes de decidirse a interactuar con las aplicaciones con RA y RV. De manera que sólo interactuó con la sopa de letras una vez que el primer grupo pasó y ella pudo observar los ademanes de los participantes.

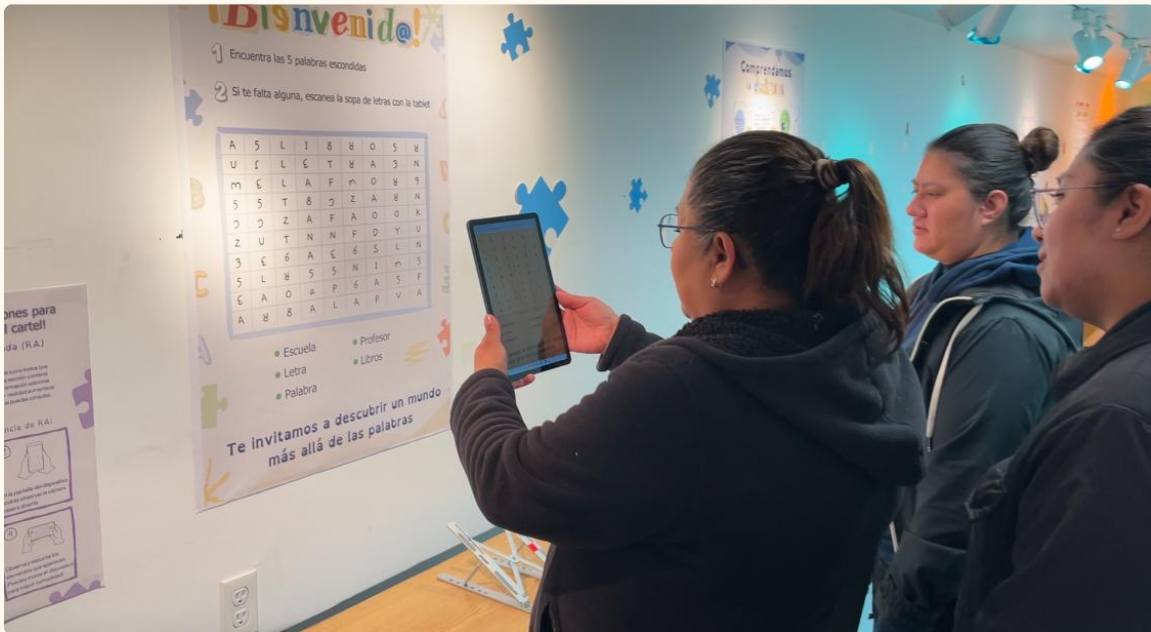


Figura 6.82. Uso de Tableta digital para el cartel *Sopa de letras* por un grupo de participantes.

6.9.3. Módulo 1: De letra en letra. ¿Qué es la dislexia?

En este módulo, las participantes se dirigieron hacia un cartel infográfico que explicaba qué es la dislexia. La lectura del cartel les llevó aproximadamente un minuto con seis segundos. Pudimos observar, en prácticamente todos los participantes, que la forma en cómo leían el cartel variaba: algunos leían todo completamente, sin embargo, otros leían características de manera aleatoria, según los puntos que les parecían visualmente más atractivos.

Hasta este punto, el primer grupo siguió realizando las mismas actividades de forma muy sincronizada. En el caso de Aidée y Monserrat, ellas también prestaron atención al cartel infográfico atentamente.

Otra constante importante en este cartel fue la orientación trazada por los participantes. Como lo señalamos en el guion visual (véase [el guion visual como herramienta de diseño](#)), nuestra exposición se realizó pensando en un recorrido simple en *zig zag*, así que el acomodo de los elementos siguió un orden preestablecido para asegurar que los usuarios se moverían hacia esa dirección. Con el recorrido real de los participantes, nos dimos cuenta de que se movían en zigzag de acuerdo con nuestra ruta. Este mismo patrón de recorrido lo realizó la participante Aidée, quien siguió rigurosamente el orden zigzag para el resto del recorrido. Contrariamente, si bien las participantes Monserrat y Alethia iban siguiendo esta ruta, en ocasiones, se movían derecho, siguiendo el material de la pared donde se encontraban.



Figura 6.83. Vista del cartel infográfico por los participantes.

6.9.3.1. Actividad de realidad aumentada: Salón de clases

En esta actividad, las participantes leyeron las instrucciones antes de comenzar. María del Pilar tomó el celular que se encontraba sobre la mesa, pero tuvo dificultades para encontrar los elementos que debían ser escaneados. Ximena se ofreció a ayudarla y juntas lograron escanear los elementos correctamente. La actividad duró dos minutos y treinta segundos en total. Esta tarea también se hizo de forma colaborativa entre las tres participantes.

En esta actividad había múltiples elementos con RV: el pizarrón y varios cuadernos eran marcadores de RA. La disposición y variedad de elementos que conformaban el escenario hizo que en general, Aidée, Alethia, Monserrat y Sergio pensaran más en el elemento para enfocar con el dispositivo móvil, lo que ocasionaba mayor demora al completar el ejercicio. Sin embargo, la actividad no perdía el atractivo debido a su ambientación. La visualización menos vista en general, fue el pizarrón.



Figura 6.84. Detalle del uso del celular para la actividad del salón de clases.

Otro aspecto importante es que, una vez que el grupo aprendió a interactuar con el cartel, comenzaron a independizar su recorrido. Ximena y Patricia se dirigieron al siguiente cartel, el cual explicaba la relevancia de simular un salón de clases para comprender la dislexia. Mientras tanto, María del Pilar regresó a la actividad de realidad aumentada para explorar los elementos físicos sobre la mesa, y luego leyó el cartel correspondiente.



Figura 6.85. Detalle de la observación del cartel narrativo, el cual justificaba la dinámica de la actividad del salón de clases.

En el caso de Aidée, ésta estuvo más tiempo observando los elementos e interactuando con ellos. Junto con Sergio fueron los únicos participantes que vieron las animaciones en RA completas, sin omitir la que desplegaba el pizarrón.

6.9.3.2. Actividad de realidad virtual: “Conoce la historia de Víctor Beller”

Para estas actividades de RV había solo unas gafas, por lo que Patricia fue la primera en leer las instrucciones y colocarse los lentes. Ximena le ofreció una silla cercana para que pudiera sentarse. La duración del video en esta actividad es de un minuto y veinticinco segundos, pero se demoró un poco más, ya que comentó que la imagen se veía borrosa y se mareaba ligeramente. Para solucionar esto, la compañera Frida hizo algunos ajustes en las lentes de las gafas y la imagen en la aplicación de RV hasta que Patricia confirmó que no tenía ningún problema. Mientras tanto, Ximena y María pasaron al siguiente módulo.

En el caso de Pilar, ésta se sentó inmediatamente y se colocó las lentes de RV sin problema, luego de leer brevemente las SIP. Aidée tampoco tuvo problemas para colocarse las gafas y acceder a la animación, si bien, podemos señalar que sí presentó un ligero mareo. La actividad fue repetida del mismo modo por Alethia y Monserrat, quienes no reportaron ningún problema para realizar el ejercicio. En conclusión, estos comportamientos nos permitieron deducir que los lentes como objeto no ofrecen mayor complejidad para los participantes y que, en general, la animación con audio en RV, no tuvo mayor problema para visualizarse.



Figura 6.86. Detalle del uso de la actividad audiovisual con gafas de RV.

6.9.4. Módulo 2: El laberinto de la dislexia

Al ingresar al segundo módulo, las participantes encontraron un cartel que explicaba la relación entre la dislexia y la lectura. La lectura de este cartel les llevó entre dos y tres minutos. Luego, se acercaron al siguiente cartel infográfico sobre los síntomas de la dislexia, acompañado de una actividad de realidad virtual.



Fig. 6.87. Detalle de la realización del ejercicio con RA "Síntomas de la dislexia".

6.9.4.1. Actividad de realidad virtual: Síntomas de la dislexia

La primera participante en interactuar con esta actividad fue María del Pilar, quien se encargó de tomar las gafas de realidad virtual. Se sentó en la silla giratoria y no tuvo problemas para colocarse las gafas o iniciar la actividad. La duración de esta actividad es de aproximadamente cuatro minutos, dependiendo de la velocidad de lectura de cada participante. Mientras tanto, Patricia esperó su turno para realizar el ejercicio, y Ximena pasó a la siguiente actividad.

Pudimos observar que la posición de la silla giratoria era más obvia e invitaba a los participantes a sentarse en ella como parte integral de la actividad. En el caso de Alethia y Aidée, ambas tomaron un promedio de cuatro minutos para observar la animación proyectada en las gafas. Monserrat no realizó esta actividad en el orden establecido, sino después de Alethia; cuando usó el dispositivo, no hubo inconvenientes.

6.9.4.2. Actividad de realidad virtual: “Conoce la Historia de Luz María”

Por tratarse de una actividad con la que ya se había tenido contacto, el audiovisual de Luz María, no tuvo problemas con la visualización para ningún participante. Ximena no tuvo dificultades para colocarse las gafas de realidad virtual, aunque al principio se acomodaba constantemente los audífonos. Patricia, por otro lado, decidió avanzar al siguiente módulo mientras los demás participantes hacían el ejercicio. Igualmente Pilar llegó a la actividad después de las dos primeras participantes y observó la animación con los lentes sin ninguna dificultad y sentada.



Figura 6.88. Participantes realizando las actividades. Pilar observaba la animación en realidad virtual correspondiente al módulo “Características de la dislexia”, mientras que otra usuaria observaba el audiovisual de “Conoce la historia de Luz María”.

Por su parte, Monserrat también visualizó la animación atentamente y sin ningún problema; únicamente, en su caso decidió pasar ese ejercicio, observar los demás carteles y volver a él después. A diferencia del primer ejercicio, la participante realizó la actividad con mayor soltura, al igual que Aidée y Sergio, quienes se tomaron el tiempo para ver la animación completa.

Dado que ésta se repetía indefinidamente, algunos tenían que visualizar de nuevo el inicio para completar toda la historia. El video de esta actividad duró un minuto y cincuenta y dos segundos.

6.9.5. Módulo 3: Pensar más allá de las palabras

El primer cartel de este módulo explica las fortalezas de las personas con dislexia. Patricia leyó este cartel en tres minutos. Para este punto, todas las participantes se encontraban en actividades y módulos diferentes. El cartel fue leído por todos los participantes sin ningún problema.



Figura 6.89. Una participante leyendo el cartel infográfico correspondiente a la sección 3 de la exposición.

6.9.5.1. Actividad de realidad aumentada: El pensamiento disléxico

En esta actividad, los participantes debían escanear tarjetas ubicadas sobre una mesa cercana al cartel. Sin embargo, las instrucciones no especificaban este detalle. Para compensar esta omisión, una integrante del equipo explicaba a cada integrante, cómo debían de interactuar con las tarjetas. Así, por ejemplo, Patricia, que estaba comenzando a interactuar con la actividad, no entendía qué debía hacer. Sin embargo, una integrante la asesoró mientras ella volvía a leer las instrucciones.

Una vez que entendió la tarea, se acercó a la mesa y no tuvo problemas para escanear los elementos. Sin embargo, tenía dificultad en escuchar todos los audios porque movía el celular entre las tarjetas. Al ver esto, Ximena se acercó para ayudarla, turnándose el celular entre ambas para completar la actividad. La duración total de esta actividad fue de siete minutos y treinta segundos.

En el caso de Alethia, Monserrat y Aidée, ambas recibieron asesoría inmediata, por lo que realizaron el ejercicio de manera más segura, y pudieron tomar iniciativa para repetir el ejercicio sin ayuda de alguien del equipo. Ambas observaron cada una de las tarjetas, aunque por lo menos en una ocasión, tuvieron que repetir el ejercicio debido a que se movía la animación. A pesar de ello, se mantuvieron absortas en el ejercicio.



Figura 6.90. Participantes interactuando con el ejercicio de tarjetas con RA.

A diferencia de estas participantes, Sergio y Pilar interactuaron menos con este ejercicio. Sergio estuvo atento a las instrucciones de una de las integrantes del equipo e interactuó con alguna de ellas, sin embargo, no escuchó la información de todas las tarjetas y después de tres minutos, pasó a la actividad con realidad virtual. Por su parte, María del Pilar, al observar que la dinámica del ejercicio tomaba tiempo, pasó directamente a la actividad de realidad virtual de este módulo. Posteriormente regresó y observó la información de algunas tarjetas, mas no todas.

6.9.5.2. Actividad de realidad virtual: “Conoce la historia de Paco”

El video de esta actividad tiene una duración de un minuto y once segundos. Pilar fue la primera en hacer uso del dispositivo, ya que Ximena y Patricia estaban interactuando con el ejercicio de RA anterior, y no tuvo ningún inconveniente para colocarse los lentes, ni para ver el video; además, hizo uso del mobiliario para sentarse y contemplar mejor la animación.

Patricia no presentó dificultades para colocarse las gafas. Después de ella, Ximena tomó las gafas y también completó la actividad sin problemas. Dado que la dinámica para visualizar el video en los lentes 360° era idéntica a la de los dos módulos anteriores ninguno de los participantes siguientes (Aidé, Sergio, Alethia y Monserrat) tuvo problemas para contemplar el video.

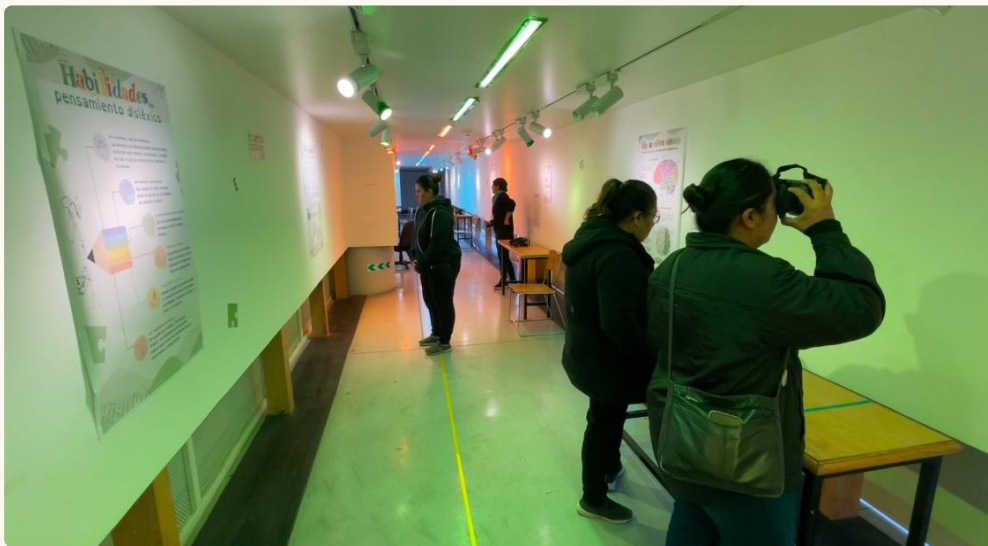


Figura 6.91. Participantes interactuando con la actividad “Conoce la historia de Paco”

6.9.6. Módulo 4: Juntos Hasta la Última Pieza

Este módulo estaba compuesto por otras actividades para interactuar. Esta vez, se optó por integrar un modelo interactivo mecánico, con el fin de que todos pudieran dejar comentarios y extender sus opiniones de manera libre y creativa. También, hacia el final del recorrido, integramos la visualización de estrategias de aprendizaje con una proyección.

En este módulo, Patricia y María del Pilar pasaron directamente a la actividad del rompecabezas, sin leer primero el cartel. Ximena, en cambio, pasó primero a leer el cartel y luego comenzó la actividad. En el caso de Monserrat y Aidée, ella realizó primero la actividad con el rompecabezas para luego, leer el cartel, no fue así con Sergio ni Alethia. En realidad, a esta altura de la exposición, los participantes tenían la soltura de decidir si querían leer el cartel antes o después de la actividad, o si deseaban omitir determinados carteles durante el recorrido.

Actividad de Rompecabezas

En esta actividad, los participantes podían expresar lo que aprendieron durante la exposición mediante dibujos, textos, recortes, etc. Patricia y María del Pilar trabajaron juntas en esta actividad, cada una tomó una pieza del rompecabezas, Patricia terminó en dos minutos y treinta segundos, mientras que María del Pilar tardó cuatro minutos y tres segundos en completar la actividad.



Figura 6.92. Participantes realizando la actividad "Juntos hasta la última pieza"

Monserrat leyó brevemente las instrucciones y observó el trabajo de sus compañeras. Acto seguido, se dedicó a tomar una figura de rompecabezas para dibujar su opinión. Lo mismo ocurrió con Alethia. Ambas estuvieron concentradas en completar la pieza de rompecabezas. A pesar de que observó los carteles realizados por otros participantes en esta sección, tanto Aidée como Sergio prefirieron no realizar el ejercicio. En su lugar observaron las piezas que habían colocado otros participantes en el mural, los carteles y la proyección que restaba del módulo.



Figura 6.93. Participantes leyendo la proyección "Docente: ayuda a tu alumno con dislexia"

Mientras ellas terminaban, Ximena se adelantó al final de la exposición, donde encontró un cartel que decía: "Docente, ayuda a tu alumno con dislexia", acompañado de la proyección de un mapa que mostraba el protocolo de actuación y detección de la dislexia en el aula.

Cuando Patricia y María del Pilar concluyeron con el rompecabezas, pasaron a leer el cartel final y observar la proyección, mientras que Ximena regresó para completar la actividad del rompecabezas. Alethia también observó un tiempo más prolongado la animación, ya que quería leerla completa. Monserrat y Sergio prestaron más atención a los carteles impresos que a la animación.

6.9.7 Observaciones generales al final del recorrido

- El recorrido completo por los cuatro módulos tuvo una duración de dieciocho minutos y cincuenta segundos. Sin embargo, las participantes regresaron para interactuar nuevamente con algunas actividades que no habían completado, y también aprovecharon para hacer preguntas y observaciones sobre el funcionamiento de las aplicaciones de realidad aumentada y realidad virtual.
- Tras la experiencia de Patricia al momento de interactuar con la RV, preguntó: ¿Cómo funcionan las lentes de las gafas para adaptarse a diferentes tipos de visión?, cabe señalar que Patricia llevaba puestos sus lentes durante el recorrido.
- María del Pilar señaló que en las actividades de realidad aumentada tuvo dificultad para comprender el funcionamiento de la aplicación debido a que las instrucciones no eran muy claras.
- Aidée señaló que fue un acierto el orden de las actividades. Mencionó que el recorrido tiene mucha información y, en determinado momento, leer la información de los carteles impresos puede parecer demasiado. Sin embargo, cuando se ofrecían los ejercicios con realidad virtual y aumentada, éstos ofrecían una especie de descanso que la hacía distraerse y poder continuar con los demás carteles. Ella también sintió un ligero mareo al colocarse las gafas 360°.
- Hubo un consenso general en cambiar la velocidad de la proyección o la dinámica de la animación, ya que no se podía leer con claridad, y el tiempo de observación se prolongaba, ocasionando al mismo tiempo una fatiga visual y una eventual distracción.

6.10. Resultados

6.10.1. Resultados del cuestionario de evaluación

6.10.1.1. Experiencia previa y datos socioeducativos

Como se especificó en la sección anterior, la primera parte de nuestro cuestionario comprendió datos sociodemográficos y conocimientos previos acerca de la dislexia; si se ha recibido capacitación o investigado sobre el tema; el impacto de la institución escolar en su práctica, etcétera. La [infografía 6.1](#) muestra las respuestas más significativas de la encuesta. En esta primera parte de la encuesta consideramos preguntas como las siguientes: “He tenido alumnos neurodivergentes en mis clases como alumnos con autismo, dislexia, TDAH, etc.”; “Conozco métodos para adaptar mis clases a los alumnos neurodivergentes”; “La escuela me ha proporcionado información (panfletos, páginas web, archivos PDF, libros, etc.) para adaptar mis clases a alumnos neurodivergentes” (véase Gráfico 6.1).

La motivación detrás de estas preguntas es conocer si los docentes que participaron en el recorrido habían tenido alumnos neurodivergentes en el aula, si conocían métodos para adaptar clases para dichos alumnos y si la escuela les proporcionó herramientas para adaptar las clases. De nuestra muestra, aproximadamente más de la mitad desconocía si había tenido alumnos con dislexia, lo cual era una cifra esperada; sin embargo, alrededor de un 40% afirmó sí haber contado con herramientas para tratar a esta población, aunque no necesariamente debido a la escuela.

De igual manera, aunque mínimamente, por lo menos uno de nuestros siete participantes, sí recibió apoyo en la escuela cuando manifestó contar con alumnos con dificultades en el aprendizaje, así como consideró que la información brindada en la escuela sí fue de utilidad y sí la han aplicado en su práctica diaria.

EXPERIENCIA LABORAL Y CONOCIMIENTOS PREVIOS

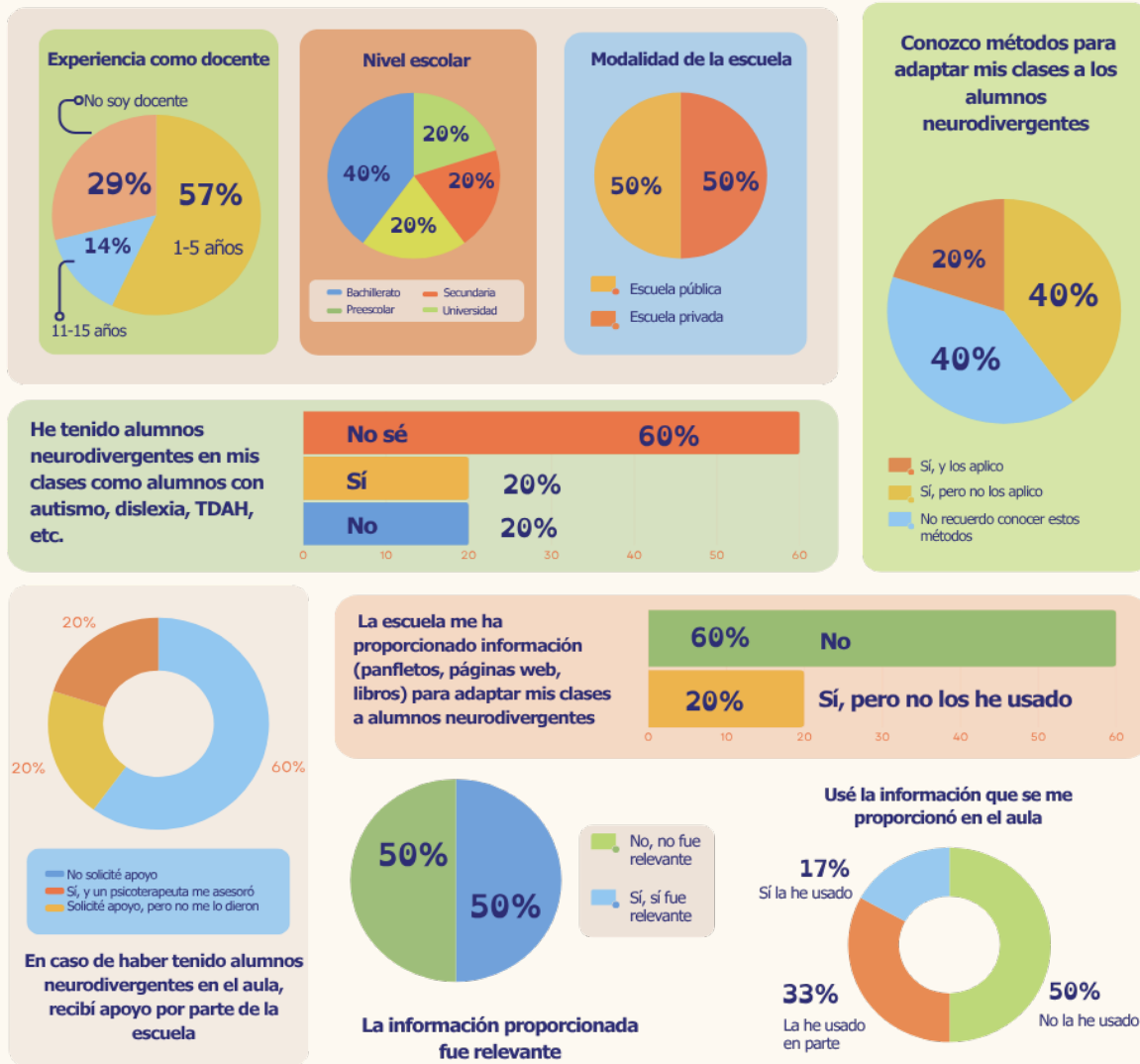


Gráfico 6.1. Pastel gráfico en donde se observan los resultados de la pregunta número nueve y sus correspondientes porcentajes.

6.10.1.2. La importancia de la legibilidad y relevancia en los carteles

Para la segunda sección *tu opinión cuenta* nuestro objetivo fue conocer si comprendieron el propósito general de la información presentada; si la información les resultó relevante, y si utilizarían el conocimiento adquirido en el aula. Los resultados arrojaron que, en primer lugar, todos los participantes comprendieron la idea general del material mostrado en la exposición.

Además de la comprensión general, esta breve sección inquirió por la comprensión del propósito comunicativo particular de cada cartel, así como la claridad del léxico utilizado. En ambos rubros, el 72%, comprendió completamente. El resto de los participantes, sin embargo, entendió tanto el propósito de cada cartel como el vocabulario satisfactoriamente. Por añadidura, concluimos que la comprensión fue plenamente satisfactoria. Cumplir con este objetivo es de suma relevancia, ya que de acuerdo con nuestro modelo sobre la divulgación de la ciencia (Burns, O'Connor, & Stocklmayer, 2003), una vez cumplidas las etapas de *awareness* y *engagement* (apreciación y compromiso respectivamente), el participante está listo para pasar a procesos más complejos, entre los que se encuentra la comprensión.

COMPRENSIÓN Y RELEVANCIA DEL TEMA PRESENTADO

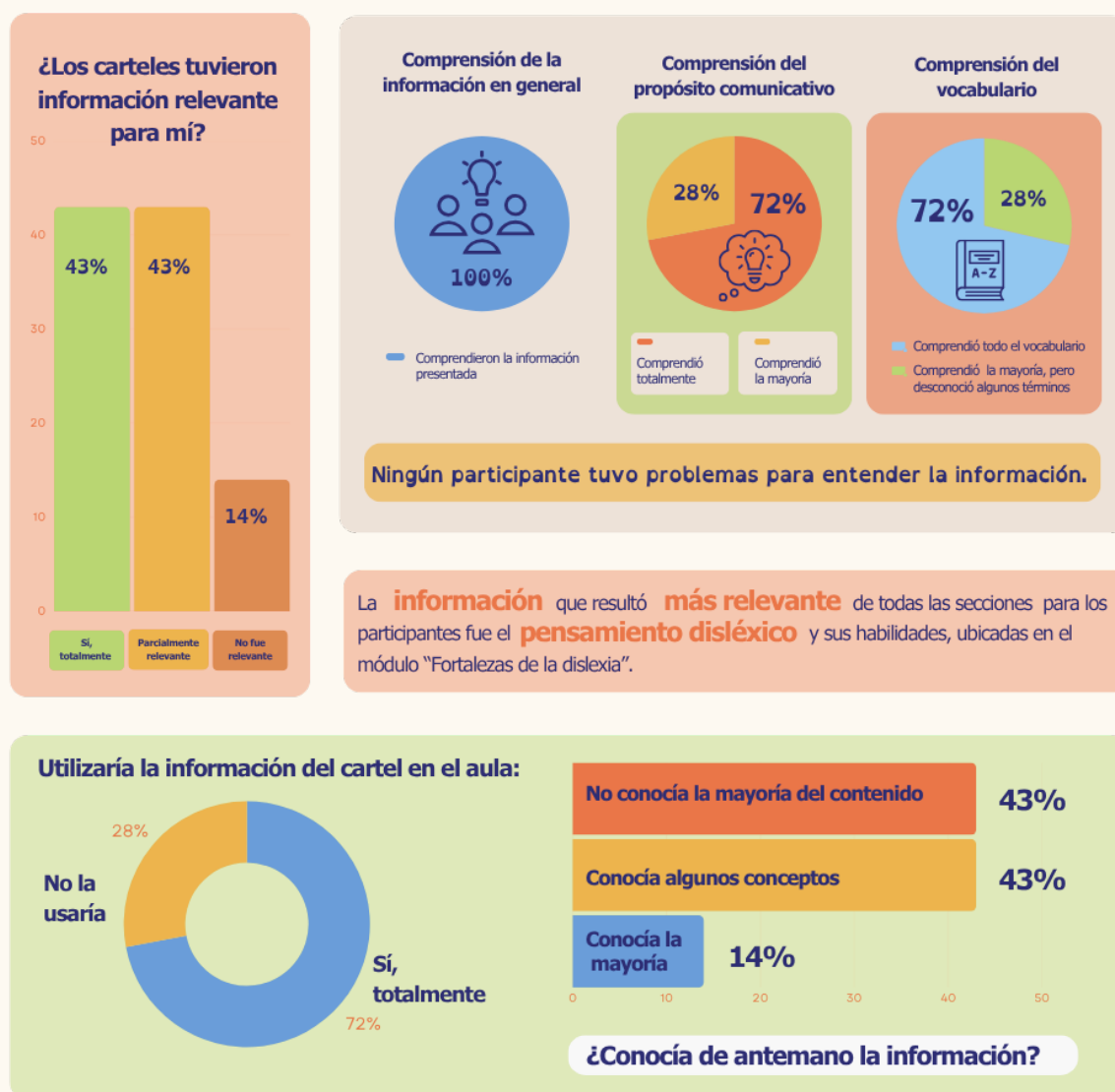


Gráfico 6.2. Resultados en porcentajes de la primera parte de la encuesta.

Sin embargo, es importante afirmar que tenemos en cuenta que las implicaciones y los valores relativos de las respuestas también implican ciertas áreas de oportunidad; por ejemplo, aunque el 75% de las personas mencionaron que comprenden “todas las palabras que aparecen en el cartel”, dicha respuesta revela que un pequeño porcentaje tuvo dudas en términos que pudieron haber sido clave; por tanto, la claridad del mensaje puede mejorarse.

Lo mismo sucede con la pregunta 19, que pretendía indagar la claridad del propósito de los carteles. El Gráfico 6.3 muestra a detalle la pregunta y las opciones de respuesta. En una escala de 1 a 4, donde 1 significa 'no es claro' y 4 significa 'es claro', el 50% de los participantes calificó la claridad como un 4, mientras que la otra mitad la calificó como un 3. En este punto, verificamos que aunque los participantes pueden explicar la información de manera global en la pregunta 19, todavía es necesario refinarla para mejorar el porcentaje de personas que entienden todas las palabras del cartel (pregunta 18), así como la legibilidad y la claridad dentro de estas visualizaciones didácticas.

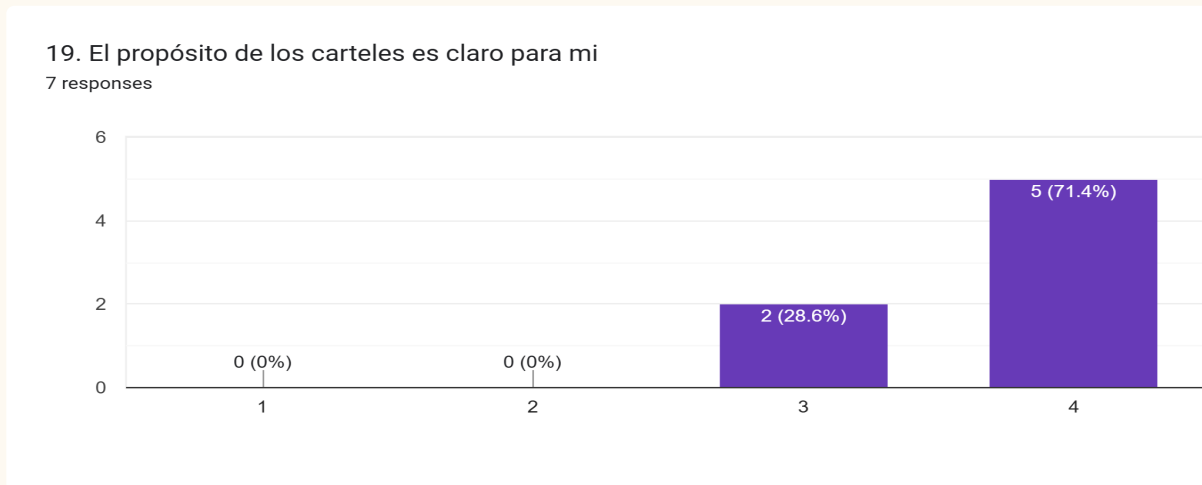


Gráfico 6.3. Muestra de la pregunta 19 del cuestionario, usando una escala de Likert.

Teniendo como referencia el grado de comprensión, conviene reparar en la segunda característica de este segundo bloque: la utilidad de comprender el contenido de la exposición. En este mismo contexto, se determinó que el 72% de los encuestados percibe que los carteles contienen información relevante para ellos, y esa misma proporción consideró utilizar los carteles en el aula con sus alumnos.

Un último aspecto enfocado al grado de relevancia que percibieron de los carteles fue la elección personal del cartel más importante. Si (véase Gráfico 6.2) Para casi la mitad de los alumnos, el cartel más relevante fue “Fortalezas de la dislexia”, ya que desglosa y explica las facultades que generalmente un estudiante con dislexia puede desarrollar y hacer de esa habilidad una verdadera vocación.

6.10.1.3. Comprensión y relevancia del tema

El Gráfico 6.4. muestra aspectos relacionados con la literacidad y la experiencia de usuario. Recordemos que por literacidad, nos referimos a su acepción amplia de la construcción receptiva y productiva de textos, el conocimiento y uso de las funciones y los propósitos del género discursivo, así como los roles que adoptan el lector y el autor, y los valores asociados con estos roles (Cassany y Castella, 2010). Aunque la literacidad incluya múltiples parámetros para su evaluación, nosotros únicamente preguntamos características puntuales, como el uso de encabezados, uso de diagramas gráficos y una presentación visual atractiva, como se sugiere en la guía de Cassany sobre el lenguaje ciudadano (2004).



Gráfico 6.4. Principales resultados de la segunda parte del cuestionario virtual, enfocado a medir aspectos de literacidad y percepción general de la exposición en general.

Para la tercera sección, consideramos los objetivos de percepción de los participantes en un bloque de preguntas que en cuestionario se llamó “Experimenta, interactúa y ¡Cuéntanos tu experiencia!”. El objetivo era evaluar la comprensión de los carteles y del mensaje, así como la convergencia armoniosa entre el aprendizaje, la comunicación y la tecnología.

Un aspecto que resultó positivo en general fue la pregunta “¿Qué cartel preferiste?”, ya que las respuestas arrojaron que hubo un interés variado por los carteles de todas las secciones, por tanto, la atención de los visitantes por éstos fue proporcionada y no decayó conforme avanzó el recorrido. Únicamente hubo una ligera ventaja en el cartel “Observa todas las señales”, el cual mostraba todos los posibles indicadores que una persona con dislexia podría presentar.

En cuanto a las imágenes, la mayoría concordó en que ayudaban a comprender la idea general de los carteles. Esta mejoría en la valoración es resultado directo de evaluaciones previas (véase [Evaluación de recorrido y primeros resultados](#)). Aun así, un visitante recalcó que, pese a que comprendía la imagen, ésta no se relacionaba del todo con el contenido.

Un efecto más o menos similar ocurrió con los títulos. Un 15% de los visitantes declaró que algunos de ellos les causaron confusión respecto al contenido que abordaría el cartel. El resto de ellos no tuvo ningún problema con los mismos. Una primera hipótesis que surge de esta observación es que, mientras más fácil y directo se pueda asociar el título al contenido, mejor efecto tendrá en el usuario, inclusive más que si se prioriza la función poética del encabezado.

El único aspecto evaluado acerca de las tecnologías en el cuestionario virtual fue su facilidad de uso. Todos los encuestados estuvieron de acuerdo en que usarlos no presentó problema. La razón por la cual sólo incluimos una pregunta fue porque se diseñó una encuesta adicional específicamente dedicada a conocer exclusivamente el desempeño de las tecnologías empleadas (véase [Cuestionario aplicado a las tecnologías y sus resultados](#))

Para finalizar la tercera sección, se pidió a los participantes que proporcionaran un comentario general sobre la exposición. Algunos de los comentarios se muestran en el [Gráfico 6.4](#). La mayoría de las opiniones fueron positivas, algunos haciendo énfasis en el equilibrio en alternar ejercicios de RV/RA con la información a lo largo del recorrido; otros comentaron que toda la exposición les resultó muy satisfactoria. Entre las áreas de oportunidad, destacaron que el uso del internet no ayudaba al correcto funcionamiento de las aplicaciones, lo que interfería con la interactividad.

6.10.2. Cuestionario aplicado a las tecnologías y sus resultados

6.10.2.1. Funcionalidad de las tecnologías

Para la evaluación de las tecnologías utilizadas, diseñamos un cuestionario aparte, el cual se proporcionó al final del recorrido a cada uno de los participantes. El cuestionario evaluaría cuatro aspectos principales: funcionalidad de los dispositivos, la comunicación o propósito comunicativo, su accesibilidad y la experiencia de usuario al interactuar con cada uno de ellos.

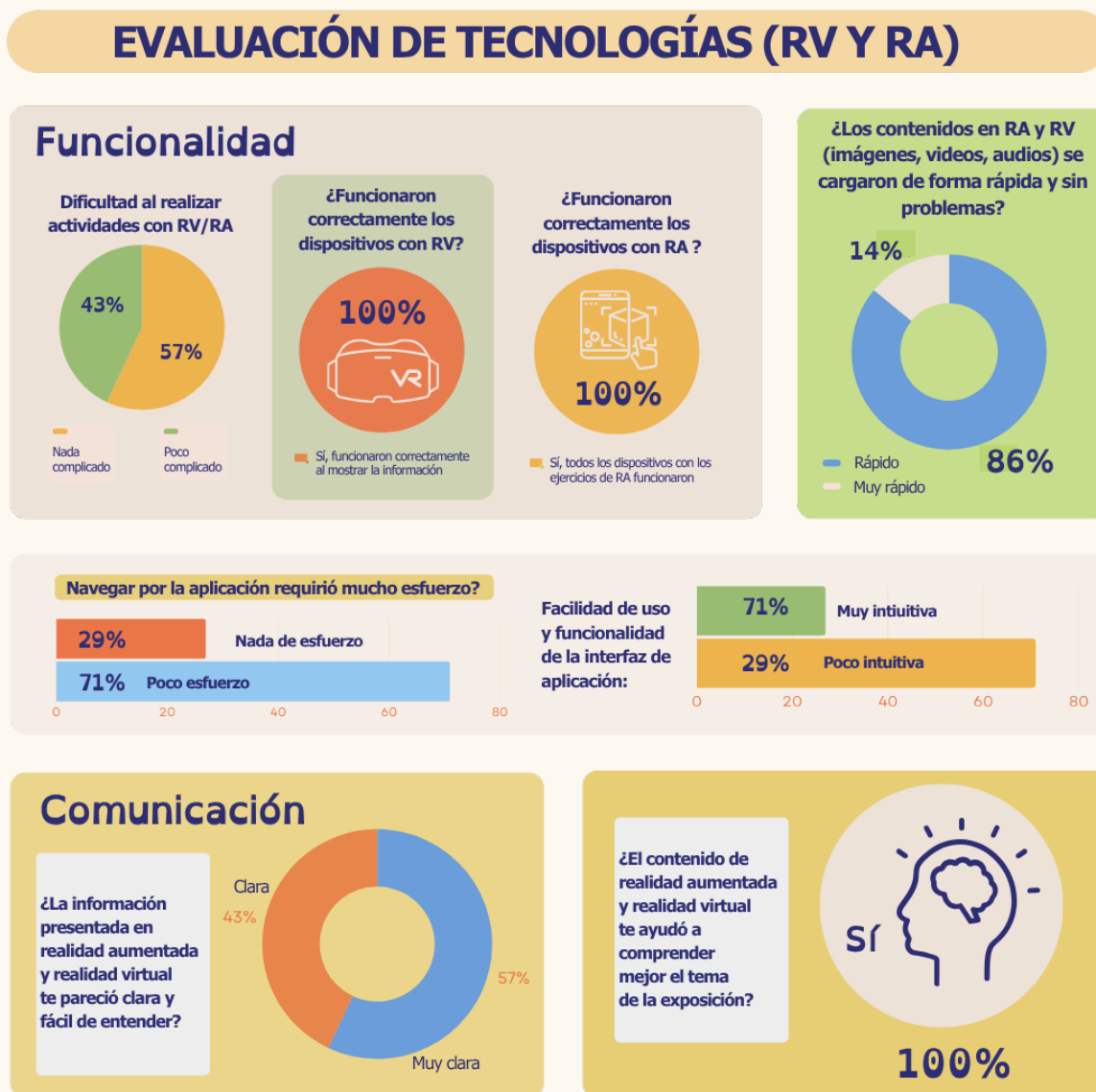


Gráfico 6.5a. Principales resultados del cuestionario de evaluación para las actividades de RV y RA.

Así, en el Gráfico 6.5a muestra los principales resultados de los participantes, los cuales examinaremos brevemente. La primera sección evaluaba la funcionalidad de las aplicaciones, es decir, si las funciones del dispositivo satisfacen las necesidades explícitas o implícitas de los participantes de acuerdo con las condiciones de uso. El total de los participantes declaró que los dispositivos tuvieron una función óptima: las aplicaciones de RA funcionaron, no hubo un error abrupto, con audios o gráficos. Lo mismo aplicó para los ejercicios con RV: los lentes funcionaron correctamente, no se interrumpió el video debido a algún error de formato ni incompatibilidad y pudo reproducirse correctamente.

En cuanto a la complejidad para realizar actividades con ambas tecnologías, casi la mitad (43%) enfatizó que, pese a que no fue imposible o muy complejo interactuar y utilizar fácil y eficazmente los ejercicios, no pudieron sentirse plenamente seguros al ejecutarlos. Al respecto, podemos afirmar estas respuestas con nuestras propias observaciones: es cierto que una gran parte de los visitantes dudó, repensó y reflexionó por segundos antes de decidirse a utilizar los dispositivos. De hecho, la táctica de varios de ellos fue trabajar en equipo durante las primeras aplicaciones. Pese a estas percepciones, más de la mayoría constató que no fue difícil utilizar las actividades. Esta respuesta favorece el carácter simple y directo de la interfaz de nuestras tecnologías, incluso si al principio no se sintieran cómodos con el uso de los dispositivos.

En lo que concierne al contenido (audio, video, gráfico) de cada ejercicio, el equipo concluyó que prácticamente la mayoría no tuvo problema con los gráficos y audios, lo cual fue sumamente positivo, dado que muchas aplicaciones se componían de elementos audiovisuales en su totalidad, como los ejercicios "Conoce la historia de...". Otra decisión oportuna que ayudó a prever inconvenientes con estos formatos fue almacenarlos previamente en el dispositivo móvil.

La facilidad de uso, la navegación y lo intuitivo de la interfaz también fueron parámetros valorados positivamente. Al igual que las imágenes, la simplificación de las interfaces fue un área en la que trabajamos previamente, por ejemplo: anteriormente teníamos dos botones para iniciar el funcionamiento del ejercicio con RA, sin embargo, en la segunda iteración, se nos recomendó que elimináramos por lo menos un botón con el objetivo de retener la atención y el interés. Así, las aplicaciones con esta tecnología se dejaron con la cámara a manera de interfaz y un escáner con nuestro logo. Esta última forma de presentar el ejercicio era directa (pues se sabía que funcionaba como una cámara) y sólo tenía un botón de activación.

6.10.2.2. Propósito comunicativo

Dado que evaluar la comprensión y la finalidad de los textos fue uno de los pilares del cuestionario pasado, para esta evaluación únicamente se quiso profundizar en dos aspectos: si las instrucciones para acceder a la información, como SIP, recomendaciones, títulos de botones etc., eran claros, y si el contenido de cada actividad se comprendía y ayudaba a entender el propósito general del tema.

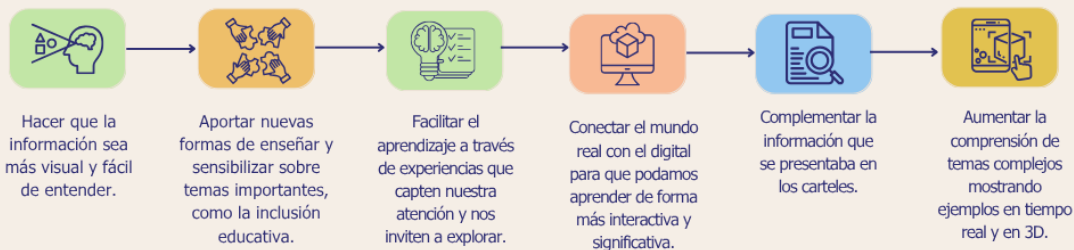
Los hallazgos de esta primera pregunta muestran que un 43% entendió la información general a grandes rasgos, pero tuvo ciertas dudas o no alcanzó a comprender con facilidad todas las instrucciones. Una primera hipótesis podría ser que previamente al uso directo con los lentes de RV, o antes de la aplicación del celular con RA, no se incluyó información adicional, de ahí la confusión por entender parte de lo que rodeaba al ejercicio. En su lugar, el equipo optó por colocar carteles físicos justo al lado de los dispositivos. La justificación detrás de nuestra decisión fue que incluir más información directamente en los videos o en la pantalla de los dispositivos podría despertar el efecto contrario a los participantes y cansarlos o distraerlos de antemano.

Contrario a esta cifra, la segunda pregunta, que busca conocer si el contenido discursivo de las animaciones audiovisuales o visuales fue comprendido (los videos, los audios, las transcripciones de las actividades con RA) tuvo muy buena aceptación. Todos nuestros hablantes aseguraron haber entendido todo el contenido y que dicha información complementa la del resto de la exposición.

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS (RV Y RA)

Comunicación

¿Cuál es el objetivo principal de las aplicaciones de realidad aumentada?



¿Cuál es el objetivo principal de las aplicaciones de realidad virtual?

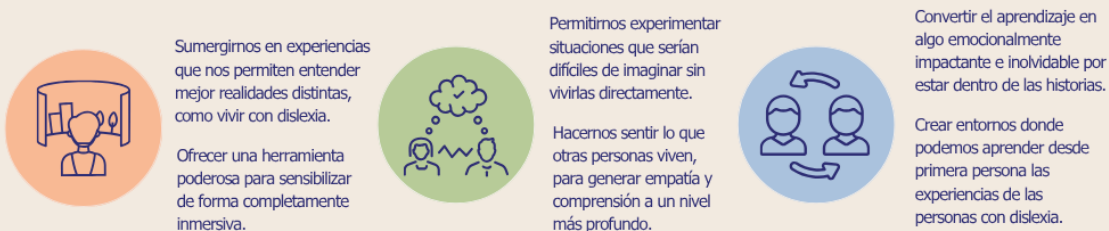


Gráfico 6.5b. Principales resultados del cuestionario de evaluación para las actividades de RV y RA.

Para cerrar esta parte del cuestionario, decidimos profundizar más en la anterior pregunta solicitando al participante proporcionar su opinión sobre el propósito de utilizar RV y RA durante el recorrido. Con esta pregunta pretendíamos obtener más información indirecta, por ejemplo, si de verdad se comprendieron los contenidos (a los que previamente habían respondido de forma afirmativa); de qué forma relacionaron esa información con el resto y, si desde su perspectiva no funcionó detallar qué cambios podría haber.

Algunos de los comentarios se pueden ver en el [Gráfico 6.5](#). Analizando las opiniones respecto a las tecnologías con RA, podemos concluir que el común denominador de todos ellos fue el aprendizaje y el entendimiento. La mayoría de nuestros participantes considera el uso de la realidad aumentada como una herramienta para llegar a comprender mejor el tema o para mejorar la enseñanza. Estas opiniones, se alinean con nuestro objetivo principal que, aunque no llegó a un nivel de enseñanza, pero sí al entendimiento de esta DEA.

En cuanto a la RV, la mayoría de los participantes coincidieron en que su propósito estaba encaminado a la inmersión de vivencias y la sensibilización. Dichos fines también van en la misma dirección que nuestro proyecto: recordemos que necesitábamos recrear momentos clave dentro de la vida de una persona con dislexia a través de desarrollos con realidad virtual. Si la inmersión era experimentada en cierto grado por los usuarios, luego entonces los participantes podrían empezar a sentir empatía o comenzarían a sensibilizarse sobre el contenido expuesto. Estos objetivos son precisamente los que nos encontramos expresados en los comentarios proporcionados por nuestros participantes, por lo que consideramos un acierto.

A modo de conclusión, podemos comentar que, si bien no todos los propósitos comunicativos se cumplieron totalmente, la gran mayoría estuvo satisfecha con los mensajes proporcionados, más aún, se pudo establecer un diálogo y recrear experiencias con ayuda de la RA y RV que sumaran al entorno integral de la exposición. No solo se transmitieron los contenidos necesarios para invitar a la reflexión y conocimiento, sino que las personas consideraron las tecnologías como parte crucial de la exposición, como una herramienta (en palabras de nuestros propios usuarios), no como dispositivos externos e innecesarios para el entorno expositivo.

6.10.2.3. Accesibilidad y experiencia de usuario

En términos de accesibilidad, el apartado “Funcionalidad” del segundo cuestionario (véase [Gráfico 6.5](#)) ya evaluó algunas características como la capacidad de operación de nuestros dispositivos para que pudieran interactuar con los participantes; la claridad en el funcionamiento del software en general, etc. En esta sección nos dedicamos a inquirir aspectos relacionados con el diseño visual accesible y aspectos cognitivos: tamaño de texto y colores, nivel de audio y videos óptimos, y, en un aspecto más general, el grado de dificultad que tuvieron al navegar por cada aplicación. El [Gráfico 6.6](#) muestra los resultados de estos parámetros.

Todos los participantes declararon que el tamaño de las letras en las aplicaciones, los colores, el volumen de los audios y videos, y la facilidad de movimiento funcionaron correctamente y ninguno de ellos tuvo dificultades. Los resultados fueron discutidos y confrontados con las observaciones de cada miembro del equipo; podemos mencionar, por ejemplo, que por lo menos un ejercicio con RA, no tenía la misma calidad de audio que el resto, ya que no se utilizaron auriculares para su ejecución. De igual manera, aunque la paleta de colores funcionaba para los materiales físicos, es posible que éste necesite ajustarse cuando se proyectan a través de dispositivos como lentes o el celular.

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS (RV Y RA)

Accesibilidad

¿El tamaño de las letras y textos en las aplicaciones te pareció adecuado para su lectura?



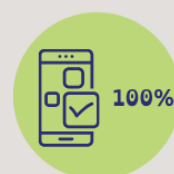
¿Los colores utilizados en las aplicaciones facilitaron la visualización de los contenidos?



¿El sonido y el volumen de los audios fueron claros y comprensibles durante la experiencia?

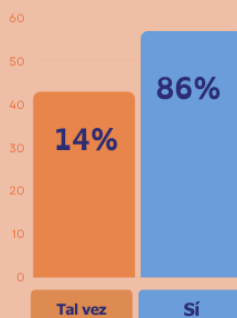
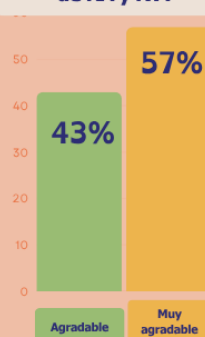


¿Pudiste navegar y utilizar las aplicaciones sin dificultad?



Experiencia de usuario

¿Qué tan agradable te resultó la experiencia de usar las aplicaciones de RA y RV?



¿Te gustaría volver a utilizar aplicaciones de RA o RV en futuras exposiciones?

Utilidad de la RA/ RV

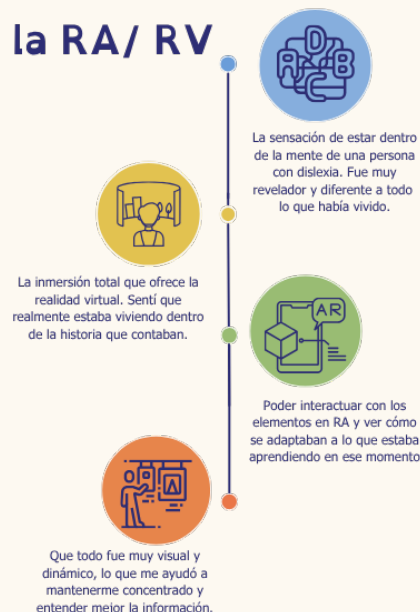


Gráfico 6.6a. Resultados de las últimas secciones del cuestionario de evaluación para las aplicaciones con RA y RV, que incluyen accesibilidad, experiencia de usuario y utilidad de RA y RV, así como comentarios finales.

Lo más relevante de la pregunta anterior es su vinculación implícita con el cuestionamiento siguiente. Para el reactivo “¿Te gustaría volver a utilizar las aplicaciones de RV/RA en futuras exposiciones?”, casi todos afirmaron que sí les gustaría. Esto es sumamente positivo para la valoración general de las tecnologías que decidimos utilizar. Aunque el uso de las aplicaciones con RV y RA en una exposición con estas características es poco frecuente, el desempeño de la experiencia en general los motivaría a seguir visitando exposiciones similares en caso de que montaran en un futuro.

Respecto a estos resultados, hipotetizamos que la impresión integral de todas las actividades fue más satisfactoria de lo que los participantes esperaban en un inicio, lo cual evitó que los éstos se concentraran en detalles específicos sobre los parámetros mencionados. Gracias a que se cumplieron las expectativas de la mayoría de los participantes, éstos desearían repetir la experiencia en contextos similares, lo cual habla de que la propuesta puede ser adaptada a otro tipo de contextos y problemáticas, y potencialmente captaría el interés de públicos específicos.

EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS (RV Y RA)



Gráfico 6.6b. Resultados de las últimas secciones del cuestionario de evaluación para las aplicaciones con RA y RV, que incluyen accesibilidad, experiencia de usuario y utilidad de RA y RV, así como comentarios finales.

Finalmente, al igual que la prueba anterior, incluimos una sección final de comentarios, los cuales ayudaron a respaldar los resultados anteriores. En general, las observaciones que los visitantes realizaron fueron positivas. Algunos de los aciertos que resaltaron fueron la integración de historias de personas con dislexia, ya que los acercaba a los contextos y desafíos reales.

Otro aspecto que resultó del agrado de la mayoría fue que les pareció “completa y clara”, lo cual fue un nuevo *insight* (hallazgo). Efectivamente y como lo habíamos señalado en el plan inicial, planificamos cuatro módulos para tratar diferentes aspectos que complementaban el perfil de la dislexia. Muchos trabajos enfocaban el perfil de la dificultad y la discriminación; otros desde el empoderamiento excepcional. Nosotras quisimos ofrecer ambos aspectos, además de la integración de estrategias para docentes; todo enmarcado en historias contadas por las mismas personas con dislexia.

Las recomendaciones finales con respecto a la exposición no siguieron una tendencia hacia algún aspecto en particular; esta vez se diversificaron en varios aspectos: fijar más tiempo para tener la oportunidad de interactuar con todas las aplicaciones, integrar aún más historias como las de Paco, Mariana y Luz María, diseñar más aplicaciones con RA, preparar una sección interactiva de preguntas y respuestas al final del recorrido para que el participante tenga una manera de poner sus conocimientos a prueba, entre otras.

Conclusiones



En este capítulo final, analizaremos y reflexionaremos sobre el proceso de investigación llevado a cabo, abordando las decisiones metodológicas, los avances, los hallazgos, los alcances, las áreas de mejora y las limitaciones de nuestro proyecto. Comenzaremos confrontando directamente nuestros objetivos iniciales y la hipótesis planteada, lo que nos proporcionará directrices claras para guiar la discusión hacia planos más generales.

7.1. Confrontando nuestras metas. ¿Cuál fue nuestro aporte?

El presente trabajo de investigación se enfocó en diseñar una exposición interactiva centrada en la divulgación, capaz de mostrar las habilidades cognitivas, las percepciones, las dificultades y, al mismo tiempo, las fortalezas del pensamiento disléxico, así como ofrecer herramientas aplicables para el cuerpo docente. La integración de estos elementos buscaba promover la inclusión y la comprensión de esta dificultad de aprendizaje entre los visitantes.

Consideramos que este objetivo se cumplió gracias a la combinación y equilibrio de elementos gráficos e interactivos, así como al riguroso trabajo de búsqueda y organización de la información. Ambos procedimientos (diseño del entorno físico y de sistemas, y diseño de información) fueron el resultado de una estrategia integral, minuciosa y exhaustiva por conocer a nuestros visitantes-participantes, sus necesidades, su entorno y, a partir de ello, desarrollar las características necesarias para conformar un entorno expositivo que los encaminara hacia un proceso de descubrimiento y de apropiación de conocimientos sobre la dislexia.

Inicialmente, se consideró dirigir la exposición a un público académico general (docentes, padres de familia, directivos, alumnos, etc.). Sin embargo, durante el proceso de desarrollo, nos percatamos de la necesidad de priorizar un tipo específico de visitante para enfocarnos más en sus necesidades, transmitir el mensaje de manera clara y efectiva y evitar ambigüedades en el tratamiento de la información.

Este proceso se diversifica en tres vertientes: por un lado, la recopilación documental exhaustiva; por otro, un trabajo etnográfico que desembocó, entre muchas otras cosas, en la inclusión de historias de vida que enriquecieron el contenido y aportaron datos reales expuestos por nuestros propios participantes. La tercera vertiente consistió en el desarrollo continuo y perfectible de aplicaciones, interfaces y la página de internet necesarias para brindar la estimulación cognitiva necesaria a nuestros usuarios, así como documentar y almacenar la información de todo nuestro proyecto en un entorno.

Las historias de vida desempeñaron un papel crucial en la construcción del discurso de la exposición, ya que permitieron a los participantes conectarse emocionalmente con las experiencias de estudiantes con dislexia, padres de familia y representantes de instituciones especializadas. De lo anterior, concluimos que establecer al usuario como centro de todo el proceso de diseño es fundamental para garantizar el éxito de cualquier proyecto pues es, a su vez, es un producto basado en sus necesidades, capacidades cognitivas y posibles expectativas. Este enfoque no solo humanizó la información, sino que también facilitó un intercambio de conocimientos basado en estrategias comunicativas, diseño de información y técnicas de desarrollo de software, como nuestro enfoque de pila *OpenUP*.

Al confirmar que el objetivo principal se cumplió, podemos reflexionar sobre la función de la exposición en sí y evaluar con más precisión nuestros avances y aportes. Coincidimos con los autores citados en este trabajo en que un participante no puede adquirir nuevos conocimientos o iniciar un proceso de aprendizaje en un contexto expositivo si no establece una narrativa coherente con los elementos presentados. Es esencial que, durante este diálogo (concepto abordado por teóricos de la experiencia museística), el visitante encuentre un significado que lo motive a profundizar en el tema. De ahí la importancia de que cada elemento de la exposición esté armoniosamente integrado con los demás.

En cuanto a los objetivos planteados adicionales, este proyecto también buscó conocer y sistematizar los signos, síntomas, habilidades y fortalezas cognitivas asociadas a la dislexia, nuevamente partiendo del conocimiento y experiencia de participantes cuyo papel se encuentra íntimamente ligado o fuera parte del conocimiento de esta DEA. Como resultado, logramos realizar un ejercicio de síntesis, jerarquización y organización de información, pero, sobre todo, presentarla de manera novedosa, y útil a través de una exposición interactiva y una página web que detalla nuestro proceso de ideación y se convertirá en un repositorio accesible de documentación abierto a todo el público que desee consultar el proyecto.

Otro de nuestros objetivos fue identificar el perfil de los participantes para diseñar actividades con tecnologías interactivas que fomenten un aprendizaje significativo. Este objetivo era crucial por los siguientes motivos: en primer lugar, existió el desafío de diseñar sistemas consistentes entre sí (teniendo en cuenta que los ejercicios de cada módulo fueron diferentes uno de otro) con los demás elementos físicos, y entre ellos. En segundo lugar, desarrollar actividades sin carga cognitiva extra que le permitiera al participante aprender del contenido y de la experiencia de interacción con la tecnología, en vez de saturarlo cognitivamente. El proceso experimentó ajustes a lo largo del proyecto, desde la redefinición del concepto de "visitante-participante", la selección de las tecnologías interactivas más adecuadas para ellos hasta la redefinición completa de actividades.

Por otro lado, definir las tecnologías interactivas también fue un proceso que se reformuló a lo largo del proyecto, ya que, aunque un criterio fuera conveniente para cierto fin, no necesariamente tenía que alinearse con otros al confrontarlos. Por ejemplo, si bien las aplicaciones eran una de las tecnologías más utilizadas por los profesores, no consideramos que lo fuera en un ambiente expositivo, pues no brindaría al usuario la interacción que esperábamos con el resto de los elementos. De igual manera, aunque la RV y la RA fueran tecnologías que no exigían demasiado conocimiento, es verdad que nuestros visitantes experimentaron cierta reticencia y acompañamiento para determinarse a usarlas.

Esto nos lleva al tercer objetivo particular: implementar dispositivos tecnológicos adecuados y funcionales para los entornos inmersivos de la exposición. En este aspecto, los desarrollos con RV y RA fueron planificados, reformulados y revisados en múltiples ocasiones, desde la creación de matrices de tecnologías hasta la elaboración de diagramas de flujo. Sin embargo, confirmamos que un desarrollo solo puede ser probado de manera efectiva cuando se somete a la interacción con los usuarios. Fue a través de las evaluaciones que identificamos áreas de mejora y aciertos en cada actividad, lo que nos permitió ajustar y optimizar las experiencias propuestas.

La creación, diseño y programación de la página web de la exposición también entró dentro de este objetivo y constituyó un hallazgo relevante durante el proceso de documentación y el desarrollo de los materiales, ya que permite que otras personas, asociaciones o equipos puedan replicar la exposición accediendo al material, los carteles y las aplicaciones de RA y RV. Consideramos que la página web constituye un medio que brinda oficialidad, credibilidad y difusión a proyectos de esta índole.

Un hallazgo clave durante el proceso fue la importancia de la simplicidad en los desarrollos tecnológicos. Concluimos que, en el caso de las actividades con RA y RV, a mayor simplicidad en la interfaz y en la interacción, mayor disposición por parte del usuario para utilizar estas tecnologías. Durante las primeras evaluaciones, observamos que los usuarios se confundían con interfaces sobrecargadas o innecesariamente complejas. Esto nos llevó a rediseñar las actividades, priorizando interfaces más intuitivas y sencillas, lo que permitió una interacción más fluida y una respuesta más rápida por parte de los participantes.

El objetivo final del proyecto consistió en diseñar un entorno expositivo que recreara experiencias multisensoriales relacionadas con la dislexia. En este sentido, coincidimos en que el montaje de una exposición requiere una planificación exhaustiva que va más allá de tener los materiales impresos o las aplicaciones listas. Aspectos logísticos y técnicos, como la altura de colocación de los materiales, la selección de colores y una señalización clara, son fundamentales para garantizar la confianza y la comodidad del participante durante el recorrido.

Durante el montaje, enfrentamos situaciones inesperadas relacionadas con la iluminación, la disponibilidad de mobiliario complementario (como soportes para celulares y lentes de RV), la distribución de materiales gráficos, la colocación de carteles y la conectividad a internet. Estas cuestiones, aunque aparentemente menores, tuvieron que resolverse antes de la apertura de la exposición para asegurar una experiencia fluida. Por ejemplo, durante la observación directa, notamos que los participantes percibían los detalles de iluminación más como elementos estéticos que funcionales. Asimismo, una estrategia de señalización que consistía en marcar el inicio de cada sección con un color diferente en el piso no fue comprendida por algunos visitantes, lo que evidenció la necesidad de un diseño más claro y accesible.

A partir de la información recopilada en las evaluaciones y la observación en tiempo real, confirmamos que el uso de tecnologías en un entorno articulado de manera orgánica, como el de esta exposición, logró involucrar más a los participantes al permitirles interactuar con ejercicios prácticos. Sin embargo, también fue un acierto integrar actividades de interactividad física, como el ejercicio final *Juntos hasta la última pieza* y el *Pizarrón de clases*, que incluían elementos manipulables por los usuarios. Estas actividades demostraron que la combinación de tecnologías digitales y experiencias táctiles puede enriquecer significativamente la experiencia del visitante.

La ejecución de la exposición, entendida como el recorrido de los participantes a través del espacio, permitió observar dinámicas únicas. Los visitantes no solo interactuaron individualmente con los materiales, sino que también formaron comunidades espontáneas de intercambio y reflexión. Este tipo de interacción social enriqueció la experiencia y generó un proceso de aprendizaje colectivo que difiere notablemente de otros formatos de difusión, como aplicaciones aisladas de RA o RV. Si bien estas tecnologías tienen un impacto significativo por sí mismas, consideramos que un recorrido expositivo bien diseñado ofrece un nivel de inmersión y reflexión más profundo. No obstante, sería necesario realizar estudios comparativos para evaluar el grado de aprendizaje y compromiso en cada método.

7.2. Pertinencia metodológica aplicada a nuestro problema

Para la ideación y construcción de nuestro proyecto, desde un inicio optamos por la integración interdisciplinar de dos metodologías: el diseño de exposiciones, específicamente la propuesta de García y Alonso, y *OpenUP*, ésta última procedente del desarrollo de software. Descubrimos que la adaptación de ambas era sumamente funcional y convergían en puntos que podían unificarse fácilmente. En general la metodología se adaptó a nuestros requerimientos y comprobamos su eficacia para propósitos que nos planteamos.

Cabe decir que dentro del diseño de exposiciones, valdría la pena integrar metodologías de otros autores (Locker, 2011; Matassa, 2014; Smithsonian Institution, 2002) y sincronizarlas a *OpenUP*. De esta forma, sería posible determinar la adaptabilidad de *OpenUP* en áreas diferentes que el mero desarrollo de aplicaciones. Por otro lado, nos permitiría deducir el grado de eficacia que cada metodología de exposiciones posee.

Por lo que respecta al modelo de divulgación de la ciencia, consideramos su pertinencia en este proyecto sobre otros enfoques comunicativos, por ejemplo, la comunicación educativa e incluso la comunicación científica, debido a que nuestro proyecto se encontraba justo en un punto intermedio entre lo educativo y la difusión científica. Elegir uno u otro campo suponía un desbalance con nuestros propósitos.

Si los dos marcos anteriores nos permitieron construir la estructura y, a través de continuas fases de evaluación, llegar a su término, la divulgación de la ciencia fue el soporte teórico que nos permitió delinear y aterrizar el problema. A lo largo de nuestro proceso de elaboración, continuamente tuvimos que comparar los productos terminados con el proceso de divulgación de la ciencia para seguir una secuencia gradual en complejidad y avance en cuanto a la forma en que se debe acercar el nuevo conocimiento a determinado público. Por esta razón, concluimos que, al igual que los dos marcos anteriores. La divulgación de la ciencia tuvo una justificación y un papel clave para este tipo de contenidos.

7.3. Limitaciones durante el proceso

Como todo proyecto de investigación, el desarrollo de este trabajo implicó una serie de desafíos que el equipo tuvo a bien resolver, comenzando por la recopilación de experiencias e historias. Dado que la dislexia no cuenta con estudios de identificación y censo en el área metropolitana, así como tampoco se cuenta con protocolos generales de diagnóstico para ella, en México, identificar estudiantes con esta DEA resultó sumamente complejo. Para poder contar con una muestra, debimos realizar pequeñas campañas de información en redes sociales como Facebook y Whatsapp y contar con informantes clave que nos pudieran acercar a otros contactos.

Pese a que en un inicio intentamos acercarnos a comunidades estudiantiles, las condiciones de confidencialidad y de protección, impidieron agilizar e invitar a más contactos, por ello, optamos por incluir a participantes con mayor edad y con diagnóstico de dislexia. Acercarnos a organizaciones y profesionales como Disfam y diferentes logopedas resultó una estrategia eficiente, pues podíamos conocer el lado y refinar información que no podíamos obtener a falta de más actores clave.

De igual manera, la disposición de equipo para RV y RA tuvo sus limitantes. A lo largo de la elaboración y planificación del proyecto, el equipo se vio obligado a sustituir, anular y replantear ejercicios para reducir los costos en equipo. Si bien es cierto que estas tecnologías requieren dispositivos básicos a diferencia de otras tecnologías, no se contaban con las gafas de RV ni tampoco con la cantidad de dispositivos móviles para recrearlos. Para subsanar esta carencia, el equipo compró poco a poco los lentes económicos requeridos de acuerdo con la cantidad de ejercicios que definimos. Los celulares también se reunieron poco a poco junto con el departamento de Tecnologías para la información.

Otra limitación en lo que respecta a las tecnologías fue el acceso a internet. Desde el inicio las aplicaciones fueron diseñadas para funcionar con internet y, aunque las pruebas iniciales con el espacio evidenciaron un nivel de internet adecuado, resultó insuficiente para todas las cargas de las aplicaciones con realidad aumentada en conjunto. Es importante detallar que fue la mala calidad del internet lo que ralentizó el correcto funcionamiento de algunas aplicaciones y no el desarrollo de la aplicación en sí. La solución implementada fue la precarga de las aplicaciones en los dispositivos móviles.

Finalmente, dentro de las limitaciones identificadas destacó de manera significativa la logística: sobre todo, la disponibilidad de tiempos y el periodo en el que se montó la exposición. Los permisos e impresiones, las cotizaciones finales, la disponibilidad de materiales impresos, el periodo de pruebas y montaje en general requirió más tiempo del esperado. Por ejemplo, una vez listos los materiales digitales se cotizó el tipo de papel, el cual al final, no pudo conseguirse. Esto nos llevó a imprimir los carteles en papel bond con el fin de optimizar el proceso.

Del mismo modo, el espacio expositivo necesitaba reservarse con antelación. Deliberamos un primer espacio utilizado para exposiciones, sin embargo, su disponibilidad estaba completa durante el resto del periodo escolar. Para nuestros siguientes espacios, solicitamos la ayuda de Difusión cultural. Desafortunadamente, no todas las exposiciones se avisaban con tiempo al departamento de difusión cultural y se solicitaba apoyo a otro departamento para realizarse, lo que ocasionaba que las exposiciones se montaran sin aviso previo a dicho departamento. Nuestra exposición fue pospuesta por dichas situaciones imprevistas, lo que ocasionó que no fuera posible abrirla a más público.

Otra de los obstáculos fue organizar al grupo representativo para el que fue pensada la exposición. Aunque el recorrido podría fácilmente hacerse para la comunidad estudiantil, para nosotras era de particular relevancia conocer la interacción y la experiencia directamente de los docentes de educación pública. Debido a las mismas fechas de montaje, la incompatibilidad en el calendario escolar de la SEP y la lejanía de la unidad, los docentes que se comprometieron de ir, al final no pudieron asistir, lo que bajó considerablemente los reportes de evaluación que teníamos previstos.

Pese a los retos ocurridos, creemos sin embargo, que es oportuno considerarlos como áreas de oportunidad que podría tener el trabajo para escenarios futuros.

7.4. Potenciales oportunidades de mejora al proyecto

Una de las áreas de mejora más importantes que *Más allá de las palabras* podría tener es ser exhibido en un entorno escolar en el que haya una variedad de actores clave y se recreen las condiciones y los recursos que hipotetizamos desde un comienzo. Esta propuesta no deja de ser viable y puede llevarse a cabo en caso de que las autoridades escolares proporcionen los espacios y el tiempo.

Adicionalmente la disponibilidad de equipos constituye un área de mejora a mencionar. Las gafas de RV utilizadas fueron muy económicas, e inferimos que la calidad audiovisual y la adaptación a la anatomía del participante puede hacer diferencias significativas en cuanto a la experiencia de usuario. Lo mismo se aplica con la realidad aumentada: es posible que el ejercicio experimente una calidad superior si se proyectara en tabletas digitales, en vez de celulares.

Tanto la metodología *OpenUP* como el diseño de exposiciones contemplan fases iniciales bien estructuradas y- si bien en el proyecto se cumplen los objetivos de diseño del espacio museográfico y divulgación del conocimiento adquirido, es, sin embargo preciso puntualizar que el proceso de aprendizaje derivado se desarrolló mediante un enfoque iterativo. El análisis crítico de las áreas de mejora, limitaciones y resultados obtenidos demuestra que la fase final no representa una conclusión definitiva, sino únicamente un componente cíclico que nos lleva a la optimización continua del proyecto.

Puntualmente, hay actividades que pueden mejorar, como las dos últimas. La sección de *Juntos hasta la última pieza* tenía por objetivo ser un mural interactivo (físicamente) para colocar e integrar opiniones y experiencias finales de los participantes". Es posible que se pueda hacer un ejercicio análogo que visualmente sea más atractivo y al mismo tiempo, integre más espacio. También la proyección final, que fueron estrategias de implementación en el aula, puede modificarse en términos de animación y diseño para ser más atractivo a los docentes.

A manera de cierre queremos destacar el potencial de este tipo de proyectos escolares para abordar temas relacionados con la inclusión. Aunque nuestro proyecto se centró en la divulgación de conocimientos sobre la dislexia, esta propuesta demuestra ser viable para contribuir a la visibilización de otras neurodivergencias y problemáticas sociales que requieren atención urgente. Creemos que iniciativas como esta pueden allanar el camino hacia una sociedad más inclusiva y consciente de la diversidad cognitiva y social.

En conclusión, este proyecto no solo cumplió con sus objetivos iniciales, sino que también nos permitió reflexionar sobre la importancia de la simplicidad en el diseño, la planificación exhaustiva de los espacios expositivos y el valor de combinar tecnologías digitales con interacciones físicas para crear experiencias significativas y transformadoras.

Referencias y anexos



-
- Ahmad, S., Yusoff, M. Y. B. M., y Mawar, M. T. (2014, enero). *Museum exhibition design: Communication of meaning and the shaping of knowledge* [Conferencia]. AMER International Conference on Quality of Life, The Pacific Sutera Hotel, Sabah, Malaysia.
- Alcíbar, M. (2015). Comunicación pública de la ciencia y la tecnología: una aproximación crítica a su historia conceptual. *Arbor*, 191(773), a242. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.773n1010>
- Alonso Fernández, L., y García Fernández, I. (2010). *Diseño de exposiciones: Concepto, instalación y montaje*. Alianza Editorial.
- Andre, L., Durksen, T., y Volman, M. L. (2017). Museums as avenues of learning for children: A decade of research. *Learning Environments Research*, 20, 47–76. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9222-9>
- ARTICKET BCR. (2010). *Diseño de exposiciones y accesibilidad: Recomendaciones para un diseño para todos*. ARTICKET BCR.
- Asociación Americana de Psicología. (2013). *Manual diagnóstico y estadístico de trastornos mentales* (5a ed.). American Psychiatric Publishing.
- Asociación Internacional de Dislexia. (2019). *Manual de dislexia: Lo que toda familia debe saber*. The International Dyslexia Association.
- Atencia, A. E., Correa, R. A., y Mendoza, M. (2021). Dislexia: Revisión de manifestaciones sintomatológicas y signos en etapas escolares. *Tempus Psicológico*, 4(2), 120–140.
- Belcher, M. (1991). *Exhibitions in museums*. Leicester University Press.
- Bjerregaard, P. (2020). *Exhibitions as research*. Routledge.
- Bhatti, Z., Bibi, M., y Shabbir, N. (2020). Augmented reality-based multimedia learning for dyslexic children. En *2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/iCoMET48670.2020.9073877>
- Bucchi, M., y Trench, B. (Eds.). (2021). *Routledge handbook of public communication of science and technology*. Routledge.
- Braun, K., y Schultz, S. (2010). "... a certain amount of engineering involved": Constructing the public in participatory governance arrangements. *Public Understanding of Science*, 19(4), 403-419. <https://doi.org/10.1177/0963662509335455>
- Bockholt, N. (2017). Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta. ¿Qué significa "inmersión" realmente? *Think with Google*. <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/es-es/canales-de-publicidad/tecnologia-emergente/realidad-virtual-aumentada-mixta-que-significa-inmersion-realmente>
- Bowie Archbold, S. L., Rozo Gasca, S. G., y Villegas de Brigard, M. L. (2022). *Realidades y retos de educación inclusiva frente a la población con dislexia* [Tesis de especialización en neuropsicología]. Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.

- Burns, T. W., O'Connor, D. J., y Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183-202. <https://doi.org/10.1177/09636625030122004>
- Cassany, D. (2004). Lenguaje ciudadano. *Un manual para quien escribe en la Administración Pública Federal*. Secretaría de la Función Pública.
- Cassany, D. y Castellá, J. M. (2010). Aproximación a la literacidad crítica. *PERSPECTIVA. Florianópolis*. 2(2), 353-374.
- Casanova, A. M. V. (1993). El uso de los cuestionarios en el museo: Encuestas, ¿para qué? *Boletín de la ANABAD*, 43(3), 257-262.
- Castañeda Arredondo, C. (s.f.). *Perfil persona* [Presentación de PowerPoint].
- Centro Virtual Cervantes. (2024). Texto narrativo. https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/txtnarrativo.htm
- Chen, C. A., y Lai, H. I. (2021). Application of augmented reality in museums—Factors influencing the learning motivation and effectiveness. *Science Progress*, 104(3), 1-18. <https://doi.org/10.1177/00368504211031905>
- Coll, C., Mauri, T., y Onrubia, J. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y la resolución de problemas. En C. Coll y C. Monereo (Eds.), *Psicología de la educación virtual* (pp. 123-145). Morata.
- Comas González, Z., Echeverri Ocampo, I., Zamora Musa, R., Vélez, J., Sarmiento, R., y Orellana, M. (2017). Tendencias recientes de la educación virtual y su fuerte conexión con los entornos inmersivos. *Espacios*, 38(55), 1-12.
- Cooper, A. (2004). *The inmates are running the asylum*. Pearson Education.
- Cruz Badillo, V. (2023, 2 de octubre). La inclusión desde la Nueva Escuela Mexicana: ¿Cuáles son sus implicaciones en materia de discapacidad y justicia social? *Media UAEP*. <https://upress.mx/desarrollo-humano-y-social/10939->
- Davallon, J. (1996). Nouvelle muséologie vs muséologie? En M. R. Shärer (Ed.), *Museum and Community II* (pp. 45-60). Icofom Study Series.
- Davallon, J., Gottesdiener, H., y Poli, M. S. (2003). The 'expert visitor' concept. *Museum International*, 52(4), 60-64. <https://doi.org/10.1111/j.1350-0775.2003.00423.x>
- Davies, S., McCallie, E., Simonsson, E., Lehr, J. L., y Duensing, S. (2009). Discussing dialogue: Perspectives on the value of science dialogue events that do not inform policy. *Public Understanding of Science*, 18(3), 338-353. <https://doi.org/10.1177/0963662507079760>
- Desvallées, A., y Mairesse, F. (2010). *Conceptos clave de museología*. ICOM.
- Dijk, T. A. van. (1992). *La ciencia del texto: Un enfoque interdisciplinario*. Paidós.

- Dirección de Educación Especial e Inclusiva. (2024). UDEEI. Marco técnico de operación. Primera parte. [Presentación en PDF]. Slideshare <https://es.slideshare.net/slideshow/marco-tecnico-operativo-udeei-16-agosto-24-vf-pdf/271458822#2>
- Disfam México. (2023, 17 de octubre). *Portada*. <https://disfam.org/mexico/>
- Durán, S., y Salamanca, A. (1993). Ciencia, comunicación y cultura. El caso SIDA, Colombia. *Ciencia y Tecnología*, 11(4), 14-18.
- East of England Museum Hub. (2008). *Evaluation toolkit for museum practitioners*. East of England Museum Hub.
- Elfakki, A. O., Sghaier, S., & Alotaibi, A. A. (2023). An efficient system based on experimental laboratory in 3D virtual environment for students with learning disabilities. *Electronics*, 12(4), 989.
- Elbert, M. J. P., Mendoza, B. M. Z., Aguirre, K. A. M., & Cárdenas, M. V. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 7(2), 74-88.
- Elizondo, R., y Melgar, M. F. (2015). Museos y la internet: contextos para la innovación. *Innovación Educativa*, 15(68), 17-32.
- Espinoza Santos, V. (2010). Difusión y divulgación de la investigación científica. *IDESIA*, 28(3), 7-8.
- Estrada, L. (1992, julio). La divulgación de la ciencia. *Ciencias*, 26, 69-76.
- EVE. (2018, noviembre). Diseño de exposiciones interactivas en los museos y centros de ciencia. *EVE Museos + Innovación*. <https://evemuseografia.com/2018/11/14/disenio-de-exposiciones-interactivas-en-los-museos-y-centros-de-ciencia/>
- EVE. (2020, abril). Modelos de evaluación en los museos. *EVE Museos + Innovación*. <https://evemuseografia.com/2020/04/02/modelos-de-evaluacion-en-los-museos/>
- EVE. (2020, diciembre). Exposiciones como función de los museos. *EVE Museos + Innovación*. <https://evemuseografia.com/2020/12/30/exposiciones-como-funcion-de-los-museos>
- EVE Museos e Innovación. (2021, febrero). Museos y comunicación en la era digital. *EVE Museos e Innovación*. <https://evemuseografia.com/2021/02/05/museos-y-comunicacion-en-la-era-digital/>
- Falk, J. H., y Dierking, L. D. (2013). *The museum experience*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315417899>
- Flores-Gallegos, R., Rodríguez-Leis, P., & Fernández, T. (2022). Effects of a virtual reality training program on visual attention and motor performance in children with reading learning disability. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 32, 100394.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica*. Ediciones Colihue.
- Fundación UNAM. (2019, 14 de agosto). En México, 7% de los niños sufren alteraciones del lenguaje. *Fundación UNAM*. <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/en-mexico-7-de-los-ninos-sufre-alteraciones-del-lenguaje/>

- Gandolfi, E. (2018). Virtual reality and augmented reality. En K. Kennedy y R. Ferdig (Eds.), *Handbook of research on K-12 online and blended learning* (pp. 545-561). ETC Press.
- García Blanco, A. (1999). *La exposición, un medio de comunicación*. AKAL.
- García Hernández, C., y Espinosa Meneses, M. (Coords.). (2015). *Contextos educativos no formales: El museo y la apropiación del conocimiento científico*. UAM.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.
- Grack Nelson, A., y Cohn, S. (2015). Data collection methods for evaluating museum programs and exhibitions. *Journal of Museum Education*, 40(1), 27–36. <https://doi.org/10.1179/1059865014Z.00000000072>
- Herrero, J. F., & Lorenzo, G. (2020). An immersive virtual reality educational intervention on people with autism spectrum disorders (ASD) for the development of communication skills and problem solving. *Education and Information Technologies*, 25(3), 1689-1722.
- Hooper-Greenhill, E. (2007). *Museums and education: Purpose, pedagogy, performance*. Routledge.
- Horst, M., Davies, S. R., y Irwin, A. (2017). Reframing science communication. En U. Felt (Ed.), *The handbook of science and technology studies* (pp. 881-908). MIT Press.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., y Zubek, R. (2004, julio). MDA: A formal approach to game design and game research. En *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (Vol. 4, No. 1, pp. 1722).
- INEE. (2015). *Directrices para mejorar*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://www.inee.edu.mx/directrices-para-mejorar/>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2015). *Los docentes en México. Informe 2015* (1a ed.). INEE.
- Intemann, K. (2023). Science communication and public trust in science. *Interdisciplinary Science Reviews*, 48(2), 350-365. <https://doi.org/10.1080/03080188.2023.2192478>
- Jeffery-Clay, K. R. (1998). Constructivism in museums: How museums create meaningful learning environments. *Journal of Museum Education*, 23(1), 3-7.
- Kessler, S. H., Schäfer, M. S., Johann, D., y Rauhut, H. (2022). Mapping mental models of science communication: How academics in Germany, Austria and Switzerland understand and practice science communication. *Public Understanding of Science*, 31(6), 711-731. <https://doi.org/10.1177/09636625221075723>
- Krug, S. (2016). *No me hagas pensar*. Pearson.
- Latif, J. J. K., Triputra, A. A., Kesuma, M. A., & Maulana, F. I. (2023). Design and Development a virtual planetarium learning media using augmented reality. *Procedia Computer Science*, 227, 726-733.
- Life. Art. Tech. (2017). Open Up. Parte 1: Introducción. *Life. Art. Tech.* <https://lifeartech.wordpress.com/2017/08/12/open-up-intro/>
- López Barbosa, F. (1993). *Manual de montaje de exposiciones*. Museo Nacional de Colombia.

- López Gil, E. (2019). *Accesibilidad en museos: Manual de buenas prácticas para profesionales e instituciones*. ULZAMA Digital.
- Locker, P. (2011). *Basic interior designs: Exhibition design*. AVA Publishing.
- López-Ferrero, C., Cassany, D., y Martí, J. (2000). La transformación divulgativa de redes conceptuales científicas: Hipótesis, modelo y estrategias. *Ciencia y Sociedad*, 2(2), 73-103.
- López Veneroni, F. (2019, 9 de enero). Comunicación y divulgación de la ciencia. *Revista Mexicana de Comunicación*. <http://mexicanadecomunicacion.com.mx/rmc/page/4/?s=lenguaje>
- Lorenzo-Lledó, A. (2018). *Innovación en el aprendizaje desde el diseño tecno-pedagógico*. Universidad de Alicante.
- Luna-García, H., Álvarez-Rodríguez, F. J., y Mendoza-González, R. (2015). Modelo de gestión para diseño curricular basado en prácticas de ingeniería de software. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(3), 61-78.
- Macique Sánchez, E. (2018). *¿Cómo enseñar una exposición?* CEATE.
- Martínez, A. (2023). Entrevista a la pedagoga Alejandra Martínez [Entrevista]. Entrevistada por Anayeli Paulino.
- Martínez Zamora, M., Henao López, G. C., y Gómez, L. Á. (2009). Comorbilidad del trastorno por déficit de atención e hiperactividad con los trastornos específicos del aprendizaje. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 38(2), 178-194.
- Matassa, F. (2014). *Organizing exhibitions: A handbook for museums, libraries and archives*. Facet Publishing.
- Maure, M. (1996). La nouvelle muséologie—qu'est-ce-que c'est? En M. R. Shärer (Ed.), *Museum and Community II* (pp. 61-70). Icofom Study Series.
- Mayan, M. (2001). *Una introducción a los métodos cualitativos: Módulo de entrenamiento para estudiantes y profesionales*. International Institute for Qualitative Methodology.
- McLean, K. (1993). *Planning for people in museum exhibitions*.
- MEJOREDU. (2022). *La USAER en voz de sus docentes. Evaluación diagnóstica del proceso de atención a escuelas primarias*. Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación.
- Miranda Martinelli, H. (2017). *Museología y museografía. Guía para diseño y montaje de exhibiciones*. UNAM.
- Morales Rojo, R. A. (2019). La ciencia que construimos: una lectura de niñas y niños de Jalisco sobre la ciencia en el museo interactivo. En L. Navarro Zamora (Ed.), *La comunicación de la ciencia. Miradas multidisciplinares con responsabilidad social* (pp. 110-130). Colofón.
- Navarro Zamora, L. (Ed.). (2019). *La comunicación de la ciencia. Miradas multidisciplinares con responsabilidad social*. Colofón.
- Olmedo Estrada, J. C. (2011). Educación y divulgación de la ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 137-148.
- OpenUp. (2019). EcuRed. <https://www.ecured.cu/OpenUp>

- OpenUP. (s.f.). Eclipse Process Framework Composer. <https://www.utm.mx/~caff/doc/OpenUPWeb/>
- Pąchalska, M., Bogdanowicz, K., Tomaszewska, K., Łockiewicz, M., y Bogdanowicz, M. (2009). The stimulation of creative activity in dyslexic adults. *Acta Neuropsychologica*, 7(2), 113-130.
- Peacock, D., y Brownbill, J. (2007). Audiences, visitors, users: Reconceptualising users of museum on-line content and services. En J. Trant y D. Bearman (Eds.), *Museums and the Web 2007: Proceedings*. Archives & Museum Informatics.
- Pearson, R. (2017). *Dislexia: una forma diferente de leer*. Paidós.
- Pontis, S. (2019). *Comprender la investigación de campo: Una guía práctica para diseñadores de información*. UAM.
- Pressman, R. S., y Troya, J. M. (1988). *Ingeniería del software*. McGraw-Hill.
- Ramírez Arcila, P., Penagos Muñoz, J., Cruz Pérez, Y., y Tavera Romero, C. (2018). *Sistematización de una experiencia de investigación entre la comunicación social y la ingeniería de software*. Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Ramón, C., y Serra, M. (2012). *El guion multimedia*. UOC.
- Rello, L. (2018). *Superar la dislexia: Una experiencia personal a través de la investigación*. Paidós.
- Rello, L., Ballesteros, M., Ali, A., Serra, M., Alarcón Sánchez, D., y Bigham, P. J. (2016). Dyetective: Diagnosing risk of dyslexia with a game. En *Proceedings of the 10th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare* (pp. 1-8). ACM. <https://doi.org/10.4108/eai.16-5-2016.2263338>
- Ríos, M. (2024, 24 de abril). *Entrevista sobre la dislexia, USAER y su práctica educativa en escuelas secundarias*. [Transcripción de entrevista]. Repositorio personal.
- Rodríguez-Cano, S., Delgado-Benito, V., y Ausín-Villaverde, V. (2022). Áreas de desarrollo para intervención en dislexia: Una propuesta de realidad virtual. *Ocnos. Revista de estudios sobre lectura*, 21(1), 1-12.
- Rodríguez, L., Flores, S., Landa, B., y Rubio, J. (2022). *El diseño técnico pedagógico: Aspectos conceptuales y metodológicos*. Universidad Particular Marcelino Champagnat.
- Rocha, M., Massarani, L., y Pedersoli, C. (2017). La divulgación de la ciencia en América Latina: Términos, definiciones y campo académico. En *Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académicos* (pp. 39-58). Fiocruz-COC.
- Romaní, F., Carreazo Pariasca, J., Aguilar Madrid, J., y Espinoza Herrera, E. (2018). La divulgación científica en el campo de la salud pública: La experiencia del Instituto Nacional de Salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(3), 515-522. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.353.3757>
- Runnel, P., Lepik, K., y Pruulmann-Vengerfeldt, P. (2014). Visitors, users, audiences: Conceptualising people in the museum. En *Democratising the museum: Reflections on participatory technologies* (pp. 219-240).
- Rubio Tamayo, J. L., Gertrudix Barrio, G., y García García, F. (2017). Immersive environments and virtual reality: Systematic review and advances in communication, interaction and simulation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(21), 1-20.

- Sánchez Mora, A. M. (2015). *La divulgación de la ciencia como literatura*. UNAM.
- Sánchez-Mora, C., Reynoso-Haynes, E., Mora, A. M. S., y Parga, J. T. (2015). Public communication of science in Mexico: Past, present and future of a profession. *Public Understanding of Science*, 24(1), 38-52. <https://doi.org/10.1177/0963662514546298>
- Santacana Imestre, J., y Martín Piñol, C. (Coords.). (2010). *Manual de museografía interactiva*. Ediciones Trea.
- Schneider, B., y Cheslock, N. (2003). *Measuring results: Gaining insight on behavior change strategies and evaluation methods from environmental education, museum, health, and social marketing programs*. Coevolution Institute.
- Seguí Simarro, J. M., Poza Luján, J. L., y Mulet Salort, J. M. (2015). *Estrategias de divulgación científica*. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Segura, M. Y., Fonseca, R. A., y Reyes, J. C. (2018). Ingeniería de requisitos para la construcción de software de realidad virtual inmersiva aplicando el diseño universal. En *Desarrollo e innovación en ingeniería* (pp. 105-111). Instituto Antioqueño de Investigación (IAI).
- Shaywitz, S. (2003). *Overcoming dyslexia*. Vintage.
- Shaywitz, S., y Shaywitz, B. (2020). *Overcoming Dyslexia* [Curso grabado]. Coursera. <https://www.coursera.org/learn/dyslexia/lecture/CXIaF/2-history-part-1>
- Smeds, K. (Ed.). (2019). *The future of tradition in museology: Materials for a discussion*. ICOM.
- Smithsonian Institution Office of Policy and Analysis. (2002). *The making of exhibitions: Purpose, structure, roles and process*. Smithsonian Institution.
- Spinello, C. (2010). *Diseño de información de instrucciones visuales*. CEAD.
- Stuchlíková, L., Kósa, A., Benko, P., y Juhász, P. (2017, octubre). Virtual reality vs. reality in engineering education. En *2017 15th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)* (pp. 1-6). IEEE.
- Thom, R. (1975). *Structural stability and morphogenesis*. Taylor and Francis.
- Toepfl, F. (2020). Comparing authoritarian publics: The benefits and risks of three types of publics for autocrats. *Communication Theory*, 30(2), 105-125. <https://doi.org/10.1093/ct/qtz033>
- Torres Aguilar, P., Zepeda Arias, N., y Ekdesman Levi, D. (2016). *Menú para visitar museos de una forma emotiva, lúdica, creativa y participativa*. NodoCultura.
- Torres-Samperio, G. A., de Jesús Gutiérrez-Sánchez, M., Suárez-Navarrete, A., Sánchez, D. H., & Anaya, A. C. (2022). *Realidad extendida gamificada en la enseñanza de las ciencias naturales*. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 10(Especial3), 69-79.
- Tremosa, L. (2023). Beyond AR vs. VR: What is the difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR? *Interaction Design Foundation*. <https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr>

- Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. En D. Cheng, M. Claessens, T. Gascoigne, J. Metcalfe, B. Schiele, y S. Shi (Eds.), *Communication science in social context* (pp. 119-135). Springer.
- Universidad de Valencia. (s.f.). Teorías, modelos. *Universidad de Valencia*. https://www.uv.es/webgid/Descriptiva/31_teoras_modelos.html
- Usaer. (2019). *Línea técnica operativa de los servicios de educación especial*. SEIEM-Gobierno del Estado de México.
- Valencia, L. E. P., Lazo, A. T., Vargas, J. L. A., y Franco, D. E. R. (2019). Ingeniería de software: El aseguramiento de la calidad de los requisitos en la industria del software en el Eje Cafetero colombiano. *INGE CUC*, 15(2), 110-122.
- van Mensch, P. (1992). Communication: The language of exhibitions. <http://vana.muuseum.ee/uploads/files/mensch22.html>
- van Mensch, P. (2003). The characteristics of exhibitions. *Museum aktuell*, 92, 3980-3985.
- Vinent, M., Martín, C., y Gustems, J. (2015). Museos y modelos de comunicación. *Educación Artística: Revista de Investigación*, 6, 129-141.
- Witker, R. (2000). *Los museos*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Yang, H., Tsung, L., y Cao, L. (2022). The use of communication strategies by second language learners of Chinese in a virtual reality learning environment. *SAGE Open*, 12(4). <https://doi.org/10.1177/21582440221121789>
- Yuen, S. (2025). *Mindar.org drive web augmented reality*. <https://www.mindar.org/>
- Zavala, L. (2012). *Antimanual del museólogo. Hacia una museología de la vida cotidiana*. UAM-INAH.
- Zuppardo, L., Serrano, F., y Pirrone, C. (2017). Emotional-behavioral profile in children and adolescent with dyslexia. *RETOS XXI*, 1, 88-104.

Anexos

Lista de figuras y Gráficos

- **Figura 1.1** Características, modo de operación y apoyos proporcionados por la USAER. Pg. 19
- **Figura 2.1** Vista de los términos asociados a los estudios sobre dislexia. Pg. 28
- **Figura 3.1** Diagrama con características de modelos de la divulgación de la ciencia. Pg. 42
- **Figura 3.2** Definiciones de la exposición de acuerdo con sus características y autores. Pg. 49
- **Figura 3.3** Clasificación tripartita de interactividad de acuerdo con su carácter mecánico, humano o informático. Pg. 54
- **Figura 3.4** Delimitación y descripción de nuestra exposición según sus características más sobresalientes. Pg. 59
- **Figura 4.1** Esquema metodológico general. Elaboración propia. Pg. 69
- **Figura 4.2** Diagrama de roles de proyecto de OpenUP. Pg. 72
- **Figura 4.3** Mapa de actores y sus relaciones en diversos ecosistemas. Al centro, están los cuatro actores principales: tutores (verde), alumnado (amarillo), psicoterapeutas (azul) y docentes (naranja). Pg. 76
- **Figura 4.4** Proceso de elaboración de entrevistas semiestructuradas. Pg. 77
- **Figura 4.5** Ejemplos de la transcripción de entrevistas semiestructuradas. Pg. 78
- **Figura 4.6** Perfil persona creado a partir del análisis de entrevistas. Se realizó un perfil por cada visitante-participante objetivo. Pg. 79
- **Figura 4.7** Idea general de la exposición y sinopsis, de acuerdo con la planificación de narrativas. Pg. 80
- **Figura 4.8** Primeros bocetos del recorrido. Pg. 84
- **Figura 4.9** Primeros bocetos del recorrido. Pg. 86
- **Figura 4.10** Paleta de colores elegida (derecha) basadas en otras paletas de colores y colores utilizados en otras instituciones (izquierda). Los números y letras al lado de cada color corresponden a un sistema estándar de colores o pantones. Pg. 91
- **Figura 4.11** Diagrama de MDA y la conexión entre el jugador y el diseñador. Adaptado de Game Developer Tips. (2024). Pg. 94
- **Figura 4.12** Boceto final de la distribución de la exposición. Pg. 94
- **Figura 4.13** Rótulos de bienvenida a la exposición. Ambos carteles se colocarán a ambos lados de la entrada del salón de la exposición. Al momento de la escritura de este capítulo, se corrigió el estilo final de ambos. Pg. 95
- **Figura 4.14** Rótulos de bienvenida a la exposición. Ambos carteles se colocarán a ambos lados de la entrada del salón de la exposición. Al momento de la escritura de este capítulo, se corrigió el estilo final de ambos. Pg. 95
- **Figura 4.15** Diseños de los carteles del primer módulo. Pg. 96

- **Figura 4.16** Diseños de los carteles del primer módulo. Pg. 96
- **Figura 4.17** Representación de los audios con RA, que el usuario escuchará. A través de la visualización de la pleca, el participante podrá escuchar y ver la narración de los entrevistados. Pg. 97
- **Figura 4.18** Muestra de las SIP para el uso de RV y RA. Pg. 97
- **Figura 4.19** Escenas de los bocetos finales. Incluimos el uso de las SIP y las aplicaciones de audio con RA. Pg. 98
- **Figura 4.20** Escenas de los bocetos finales. Incluimos el uso de las SIP y las aplicaciones de audio con RA. Pg. 98
- **Figura 4.21** Escenas de los bocetos finales. Incluimos el uso de las SIP y las aplicaciones de audio con RA. Pg. 98
- **Figura 4.22** Brainstorming (lluvia de ideas) con los aspectos que interesan evaluar en el montaje de la exposición. Pg. 100
- **Figura 5.1** Diagrama de componentes. Pg. 105
- **Figura 5.2** Lista de requerimientos no funcionales de la página web. Pg. 106
- **Figura 5.3** Lista de requerimientos funcionales de la página web. Pg. 107
- **Figura 5.4** Lista de requerimientos funcionales de la realidad virtual. Pg. 107
- **Figura 5.5** Lista de requerimientos no funcionales de la realidad virtual. Pg. 108
- **Figura 5.6** Lista de requerimientos no funcionales de la realidad aumentada. Pg. 108
- **Figura 5.7** Lista de requerimientos funcionales de la realidad aumentada. Pg. 109
- **Figura 5.8** Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 1: Interacción con aplicaciones de RA. Pg. 111
- **Figura 5.9** Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 2: Interactuar con actividades de RV. Pg. 112
- **Figura 5.10** Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 3: Navegar en la página web. Pg. 114
- **Figura 5.11** Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 4: Descargar recursos RV. Pg. 115
- **Figura 5.12** Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 5: Descargar recursos RA. Pg. 117
- **Figura 5.13** Diagrama de casos de uso del Caso de Uso 6: Gestión de solicitudes por el servidor web. Pg. 119
- **Figura 5.14** Mapa de sitio. Pg. 120
- **Figura 5.15** Wireframe (prototipo esquemático) de página pestañas: inicio, acerca del proyecto, repositorio. Pg. 120
- **Figura 5.16** Wireframe (boceto estructural) de página pestañas: exposición y salas. Pg. 121
- **Figura 5.17** Diagrama de flujo sopa de letras. Pg. 123
- **Figura 5.18** Diagrama de flujo salón de clases. Pg. 124
- **Figura 5.19** Diagrama de flujo tarjetas. Pg. 125
- **Figura 5.20** Diagrama de "Conoce la historia de..." Pg. 126
- **Figura 5.21** Diagrama de imagen 360°. Pg. 127
- **Figura 5.22** Referencia a la aplicación de RA. Pg. 129
- **Figura 5.23** Carga de librería MindAR y JavaScript. Pg. 130
- **Figura 5.24** Carga de librerías. Pg. 130

• Figura 5.25 Compilador de marcadores.	Pg. 130
• Figura 5.26 Marcador en formato .mind.	Pg. 131
• Figura 5.27 Carga de la imagen objetivo .mind.	Pg. 131
• Figura 5.28 Carga del video que se presenta como RA.	Pg. 131
• Figura 5.29 Comportamientos del video RA.	Pg. 132
• Figura 6.1 Criterios estilísticos definidos para la exposición.	Pg. 136
• Figura 6.2 Primer diseño de carteles para el recorrido.	Pg. 138
• Figura 6.3 SIP diseñadas para los ejercicios de RA y RV.	Pg. 140
• Figura 6.4 Actividad de sopa de letras con interactividad en RA.	Pg. 141
• Figura 6.5 Fragmento de la batería de preguntas y tareas realizadas durante la exposición de acuerdo con cada cartel.	Pg. 145
• Figura 6.6 Momentos del recorrido.	Pg. 147
• Figura 6.7 Momentos del recorrido virtual.	Pg. 150
• Figura 6.9 Detalle del guion dividido por actividades y acciones, a las que denominamos escenas.	Pg. 155
• Figura 6.10 Detalle de la escena 2 del primer módulo que contiene la descripción y la interacción esperada.	Pg. 156
• Figura 6.11 Detalle del guion gráfico. Módulo 1, actividad 1.	Pg. 157
• Figura 6.12 Detalle del funcionamiento del cartel con RA.	Pg. 158
• Figura 6.13 Detalle de la actividad 3 del módulo 1 salón de clases.	Pg. 159
• Figura 6.14 Actividades por realizar para el segundo recorrido de acuerdo con cada una de las fases de OpenUP.	Pg. 160
• Figura 6.15 Actividad de sopa de letras actualizada.	Pg. 162
• Figura 6.16 Interacción de RA con cartel de pizarrón.	Pg. 163
• Figura 6.17 Interacción de RA con cartel de cuaderno.	Pg. 164
• Figura 6.18 Las animaciones de RA se activan al posicionarse sobre el cartel.	Pg. 165
• Figura 6.19 Fragmentos del video de RV de la historia de Melu de Alba.	Pg. 166
• Figura 6.20 Fragmento de la imagen 360°.	Pg. 166
• Figura 6.21 Diferentes tamaños de carteles.	Pg. 167
• Figura 6.22 Algunos elementos clave en el rediseño de los carteles infográficos.	Pg. 168
• Figura 6.23 Correcciones del primer cartel narrativo y el segundo cartel narrativo.	Pg. 170
• Figura 6.24 Bocetaje previo de las SIP.	Pg. 171
• Figura 6.25 Instrucciones para conocer e interactuar con los dispositivos de RV y RA.	Pg. 172
• Figura 6.26 Ejemplo del cartel Salón de clases: pizarrón.	Pg. 174
• Figura 6.27 Primer boceto del cartel con RA, el cual activaba el audio con las historias de algunos de nuestros actores clave.	Pg. 175
• Figura 6.28 Cartel para el ejercicio "Así se siente tener dislexia".	Pg. 175
• Figura 6.29 Detalle del cartel principal y los marcadores impresos.	Pg. 176
• Figura 6.30 Diseño del cartel con RV.	Pg. 177
• Figura 6.31 Cartel con RV, información de fragmentos de audios de entrevistas.	Pg. 179

• Figuras 6.32 - 6.34 Rediseño final de carteles narrativos correspondientes a diferentes módulos.	Pg. 180
• Figuras 6.35 - 6.37 Ejemplos de carteles infográficos.	Pg. 181
• Figuras 6.38 - 6.40 Detalle de los carteles de tamaño A3..	Pg. 182
• Figura 6.41 Carteles del segundo módulo el laberinto de la dislexia.	Pg. 182
• Figuras 6.42 y 6.43 Imágenes del primer módulo y la actividad sopa de letras.	Pg. 183
• Figuras 6.44 y 6.45 Módulo 2 salón de clases.	Pg. 183
• Figura 6.46 Paleta de colores e iconos para la señalética.	Pg. 185
• Figura 6.47 Pantalla de inicio de la página de internet.	Pg. 186
• Figuras 6.48 y 6.49 Captura de pantalla de la página web.	Pg. 186
• Figura 6.50 Pantalla de pestaña Nuestro trabajo de la página web.	Pg. 187
• Figuras 6.51 y 6.52 Instrucciones para el uso de RA(izquierda), enlace a la aplicación de RA(derecha).	Pg. 187
• Figuras 6.53 y 6.54 Instrucciones para el uso de RV(izquierdo), enlace al material de RV(derecha).	Pg. 188
• Figura 6.55 Permisos de cámara y escáner con logo de la exposición.	Pg. 188
• Figuras 6.56 - 6.59 Material de la sopa de letras disponible en la página web, y cartel marcador de la sopa de letras, así como interacción con la aplicación de RA.	Pg. 189
• Figuras 6.60 y 6.61 Material de la actividad salón de clases, disponible para su descarga y uso.	Pg. 190
• Figuras 6.62 y 6.63 Interacción de los libros con RA.	Pg. 191
• Figuras 6.64 y 6.65 Interacción del pizarrón y el cuaderno de texto con la RA.	Pg. 191
• Figuras 6.66 y 6.67 Sección de descarga del material de las tarjetas y de la aplicación para su uso desde la página web.	Pg. 192
• Figuras 6.68 y 6.69 Elección de descarga del material y el video de realidad virtual disponible en la página web.	Pg. 193
• Figuras 6.70 - 6.72 Sección de descarga del material y la imagen 360° de realidad virtual disponible en la página web.	Pg. 194
• Figura 6.73 Aplicación en Google Play	Pg. 196
• Figura 6.74 Detalle del menú de configuración de controles	Pg. 196
• Figura 6.75 Selección de contenido.	Pg. 197
• Figura 6.76 Imagen en el visor de RV.	Pg. 197
• Figura 6.77 Pregunta cerrada en el cuestionario, sección 1.	Pg. 199
• Figura 6.78 Imagen de preguntas en escala de Likert.	Pg. 200
• Figura 6.79 Fotografías del espacio expositivo donde se realizó el montaje.	Pg. 201
• Figura 6.80 Detalle de la ambientación de la exposición.	Pg. 202
• Figura 6.81 Detalle de la exposición visitada por los participantes vista desde la entrada.	Pg. 204
• Figura 6.82 Uso de Tableta digital para el cartel Sopa de letras por un grupo de participantes.	Pg. 205
• Figura 6.83 Vista del cartel infográfico por los participantes.	Pg. 206
• Figura 6.84 Detalle del uso del celular para la actividad del salón de clases.	Pg. 207

- **Figura 6.85** Detalle de la observación del cartel narrativo, el cual justificaba la dinámica de la actividad del salón de clases. **Pg. 208**
- **Figura 6.86** Detalle del uso de la actividad audiovisual con gafas de RV. **Pg. 209**
- **Figura 6.87** Detalle de la realización del ejercicio con RA síntomas de la dislexia. **Pg. 209**
- **Figura 6.88** Participantes realizando las actividades. **Pg. 210**
- **Figura 6.89** Una participante leyendo el cartel infográfico correspondiente a la sección 3 de la exposición. **Pg. 211**
- **Figura 6.90** Participantes interactuando con el ejercicio de tarjetas con RA. **Pg. 212**
- **Figura 6.91** Participantes interactuando con la actividad "Conoce la historia de Paco" **Pg. 213**
- **Figura 6.92** Participantes realizando la actividad "Juntos hasta la última pieza". **Pg. 214**
- **Figura 6.93** Participantes en proyección "Docente: ayuda a tu alumno con dislexia". **Pg. 214**
- **Gráfico 6.1** Pastel gráfico con resultados y correspondientes porcentajes. **Pg. 217**
- **Gráfico 6.2** Resultados en porcentajes de la primera parte de la encuesta. **Pg. 218**
- **Gráfico 6.3** Muestra de la pregunta 19 del cuestionario, usando una escala de Likert. **Pg. 219**
- **Gráfico 6.4** Principales resultados de la segunda parte del cuestionario virtual. **Pg. 220**
- **Gráfico 6.5** Principales resultados del cuestionario de evaluación para las actividades de RV y RA. **Pg. 222**
- **Gráfico 6.6** Resultados de las últimas secciones del cuestionario de evaluación para las aplicaciones con RA y RV. **Pg. 226**

Lista de tablas

- **Tabla 3.1** Ventajas y desventajas de la propuesta expositiva. **Pg. 51**
- **Tabla 4.1** Matriz de tecnologías. **Pg. 73**
- **Tabla 4.2** Primera lista de requerimientos tecnológicos funcionales y no funcionales. **Pg. 83**
- **Tabla 4.3** Nombre de los módulos. **Pg. 85**
- **Tabla 4.4** Desglose de actividades el avance en el que se encuentra, su nombre, descripción, herramientas necesarias para el correcto funcionamiento y dinámicas. **Pg. 87**
- **Tabla 4.6** Tabla de actividades de MDA. **Pg. 93**
- **Tabla 6.1** Enfoques de evaluación sugeridos por otros autores. **Pg. 144**
- **Tabla 6.2** Visitantes participantes del tercer recorrido. **Pg. 203**

Anexos externos

Matriz de tecnologías

<https://drive.google.com/file/d/1hZ6w0od-8OqaXPrL9GSN6sMEJRSENoTS/view?usp=sharing>

Primera lista de requerimientos tecnológicos funcionales y no funcionales.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ftMIfuvZAVQM2hGC8GpRjwrRRCVTyRTMMM28qG6DdXE/edit?usp=sharing>

Actividades de MDA

<https://drive.google.com/file/d/1zn98uTmVEb1PqKraUAvd3PvkJYW5DwSY/view?usp=sharing>

Transcripciones de entrevistas

https://drive.google.com/drive/folders/1eeXWROBom39IGtBJpkBaec_sWhz1FyuT?usp=drive_link

Perfiles persona creados

https://www.canva.com/design/DAGDMsvOLRA/97jntki0bLmxE-79IJ7uqg/edit?utm_content=DAGDMsvOLRA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Wireframe y mapa de sitio de la página web

https://drive.google.com/file/d/1DCOGftEJlj_UHFdtd_65FG7oAes8FDIa/view?usp=sharing

Marcadores en archivo png y en mind

https://drive.google.com/drive/folders/1kCxSO_fjU6GXG2B3hhVZstinP3aCQa7F?usp=drive_link

Código de las aplicaciones de RA

<https://drive.google.com/drive/folders/1WAOp6ezGC2vKeNdLYPBIDwR0AkaK8tab?usp=sharing>

Cuestionario de evaluación

<https://forms.gle/fkYFt4oVCxKoaRoy6>

Formularios

<https://drive.google.com/drive/folders/1hFrW9ECklg-T5yjFzluu15QP0tyRACsk?usp=sharing>

Audios de salas

https://drive.google.com/drive/folders/1AtnQUcYxgw1lmJ2LP_tjD0lfPklyru29?usp=sharing

Prototipos de carteles

<https://drive.google.com/drive/folders/1OhxWNHmPUPu7LSN4R0M6idGMPVkuoSvB?usp=sharing>