

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO - CHILE



**“DISEÑO Y MEJORA DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO
EN UNA APLICACIÓN EDUCATIVA PARA LA
COMPRENSIÓN LECTORA EN NIÑOS - CASO
ARMADILLO”**

BÁRBARA DE LOS ÁNGELES RIVEROS DÍAZ

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA**

Profesor Guía: Claudia López
Profesor Correferente: Andrea Vázquez

Julio - 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Diseño y mejora de la experiencia de usuario en una aplicación educativa para la comprensión lectora en niños - Caso ARmadillo

Nombre del candidato(a): Bárbara De Los Ángeles Riveros Díaz

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Informática

Campus: Casa Central Valparaíso; **Departamento:** Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Claudia López, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

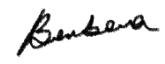
Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 04/09/2026;

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 04/09/2026;

Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

A mi mamá, la mujer que más admiro en este mundo. Gracias por ser mi mayor referente de fortaleza, generosidad y vida. Todo lo que he logrado es el reflejo de tu camino.

AGRADECIMIENTOS

Redactar estas líneas es, sin duda, una de las partes más significativas de cerrar este ciclo, porque me permite mirar atrás y darme cuenta de que nada de esto lo hice sola.

En primer lugar, quiero agradecer a mi profesora guía, Claudia López, por su tremenda paciencia a lo largo de todo este proceso, por guiarme con tanta dedicación y por todo el aprendizaje que me entregó. Su apoyo fue clave para dar forma a este proyecto.

A mi mamá, la persona más importante de mi vida. No hay un solo día en que no me despierte profundamente agradecida por el amor infinito y el apoyo incondicional que me entrega. A mi papá, por ser un pilar fundamental en mi vida. Gracias por ser esa fuerza que me ha dado la seguridad para seguir adelante.

A mis hermanos, que son mi motor y mi ejemplo. A Lucía, la persona que mejor me conoce en este mundo, gracias por acompañar cada uno de mis días. A Sole y Mary, gracias por ser mis segundas mamás, y un constante lugar de confort. Y a Pablo y Francisco, los informáticos originales, quería tanto parecerme a ustedes que terminé siguiendo sus pasos y hoy cierro esta etapa aquí (sí, es totalmente su culpa).

A mis sobrinos, que fueron la inspiración detrás de todo este proyecto. Cada vez que estoy con ustedes me enseñan algo nuevo; gracias por recordarme que las cosas son mucho más simples de lo que uno cree y por contagiarme esa alegría que a veces se nos olvida al crecer.

A mis amigas, pues soy increíblemente afortunada de tenerlas. A Paula, prácticamente ya una hermana, gracias por tantos años de una amistad que no cambiaría por nada en el mundo. A Fernanda, gracias por crecer conmigo a lo largo de este camino y por inspirarme siempre con tu forma de ser y ese corazón tan lindo que tienes. A Sofi y Denyss, de lo más lindo que me dejó la universidad. Gracias por estar ahí en el día a día, por su apoyo y por tener más fe en mí de la que yo misma me tenía a veces.

Al equipo de ARmadillo, porque nada de esto sería posible sin ustedes. Gracias por el tremendo trabajo y apoyo, y por hacer que este proyecto fuera una experiencia tan increíble, por enseñarme a relajarme y mostrarme que no todo es estrés. Qué suerte haberlos encontrado.

A los ayudantes del Lab UX, por regalarme algunos de los mejores y más felices momentos de mi paso por la universidad. Gracias por las risas y por hacer que este viaje fuera mucho más ameno y memorable.

A la música, que aunque suene un poco cursi, ha sido mi compañera de toda la vida.

Y finalmente, a todos aquellos que de forma directa o indirecta me entregaron una palabra de aliento, una sonrisa o un momento de distracción cuando más lo necesitaba.

RESUMEN

Resumen— Evaluar experiencias de usuario para niños requiere metodologías especializadas que consideren su desarrollo cognitivo y sus patrones de interacción. Esta memoria presenta una evaluación de usabilidad y una propuesta de rediseño basada en la experiencia de usuario (UX) para ARmadillo, una aplicación educativa de realidad aumentada. Utilizando un enfoque de diseño centrado en el humano, se realizaron sesiones de prueba con ocho estudiantes de primero y segundo básico mediante observación directa y herramientas adaptadas del *Fun Toolkit*. Los datos empíricos recopilados revelaron problemas de usabilidad e interacción en la interfaz actual. Basándose en estos hallazgos, se estableció un conjunto de lineamientos técnicos y recomendaciones escritas para resolver estas fallas específicas. Este estudio proporciona una hoja de ruta de diseño validada y centrada en la niñez para futuras iteraciones de la herramienta.

Palabras Clave— Interacción Niño-Computador; Pruebas de Usabilidad; Diseño de Experiencia de Usuario; Realidad Aumentada; Aplicaciones Educativas.

ABSTRACT

Abstract— *Evaluating user experiences for children requires specialized methodologies that account for their cognitive development and their interaction patterns. This thesis presents a usability evaluation and a user experience (UX)-based redesign proposal for ARmadillo, an augmented reality educational application. Utilizing a human-centered design approach, user testing sessions were conducted with eight first and second-grade students using direct observation and tools adapted from the Fun Toolkit. The empirical data collected revealed usability and interaction issues in the current interface. Based on these findings, a set of technical guidelines and written recommendations was established to resolve these specific flaws. This study provides a validated, child-centered design roadmap for future iterations of the tool.*

Keywords— Child-Computer Interaction; Usability Testing; User Experience Design; Augmented Reality; Educational Applications.

GLOSARIO

AR/RA: Realidad Aumentada, del inglés *Augmented Reality*.

CCI: Interacción Niño-Computador, del inglés *Child-Computer Interaction*.

HCD: Diseño Centrado en el Humano, del inglés *Human-Centered Design*.

TIDRC: Recomendaciones de Diseño de Interacción en Pantallas Táctiles para Niños, *del inglés, Touchscreen Interaction Design Recommendations for Children*.

UI: Interfaz de Usuario, del inglés *User Interface*.

UX: Experiencia de Usuario, del inglés *User Experience*.

ZPD: Zona de Desarrollo Próximo, del inglés *Zone of Proximal Development*.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	4
INDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE TABLAS.....	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1 Contexto educativo y la persistencia de la crisis lectora en Chile	13
1.2 Origen y desafíos de diseño de ARmadillo.....	14
1.3 Objetivos	15
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	17
2.1 Diseño centrado en el humano.....	17
2.1.1 Involucramiento de los niños en el proceso de diseño.....	18
2.2 Experiencia de Usuario	18
2.2.1 Distinciones fundamentales: Usabilidad e Interfaz de Usuario	19
2.2.2 Dimensiones emocionales de la interacción.....	19
2.3 Perfil del usuario: El niño en etapa de transición.....	20
2.3.1 Desarrollo cognitivo	20
2.4 Interacción Niño-Computador	22
2.4.1 Pilares estratégicos de la Interacción Niño-Computador	22
2.5 Framework TIDRC para diseño de interfaces infantiles	24
2.5.1 Dimensión cognitiva	24
2.5.2 Dimensión física	25

2.5.3 Dimensión emocional.....	25
2.6 Interacción en entornos de Realidad Aumentada	26
CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA APLICACIÓN ARMADILLO.....	28
3.1 Actividades de comprensión lectora.....	28
3.2 Sistema de recompensas y personalización.....	32
CAPÍTULO 4: INVESTIGACIÓN DE USUARIOS.....	33
4.1 Rezago lector en niños chilenos.....	33
4.2 Ecosistema digital e intereses infantiles	35
4.2.1 Acceso temprano a tecnología	35
4.2.2 Plataformas digitales y consumo de contenido	36
4.2.3 Personalización, coleccionismo e identidad infantil	36
4.3 Observación de usuarios en el contexto escolar.....	37
4.4 Elaboración de <i>User Personas</i>	39
CAPÍTULO 5: TESTEO DE LA APLICACIÓN	41
5.1 Diseño y planificación de las pruebas	41
5.2 Protocolo de interacción	43
5.3 Consideraciones éticas de la investigación	43
5.4 Metodología de evaluación	44
5.4.1 Implementación del <i>Fun Sorter</i>	44
5.4.2 Implementación de " <i>Again-Again</i> " por secciones	45
5.5 Prueba piloto	46
5.6 Contexto y entorno de las sesiones de evaluación	47
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS DE REDISEÑO	48
6.1 Evaluación de la experiencia.....	48

6.1.1 Resultados de <i>Again-Again</i>	48
6.1.2 Resultados del <i>Fun Sorter</i>	49
6.2 Rediseño reactivo: Diagnóstico y mejoras por eje de interacción	51
6.2.1 Actividad "Caza Palabras"	51
6.2.2 Tiendas de recuerdos	54
6.2.3 Navegación y flujos de interfaz.....	55
6.2.4 Actividad "Escritura Espontánea"	58
6.3 Extensiones de diseño	60
6.4 Síntesis del diagnóstico y trazabilidad de requerimientos	64
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
7.1 Cumplimiento de objetivos.....	67
7.2 Aprendizajes de la investigación	67
7.3 Alcances y limitaciones de la propuesta de solución	68
7.3.1 Alcances de la propuesta de diseño	68
7.3.2 Limitaciones del estudio	68
7.4 Recomendaciones para el futuro de ARmadillo.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
CAPÍTULO 8: ANEXOS.....	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución del puntaje promedio SIMCE de Comprensión Lectora de cuarto básico por estándar de aprendizaje	13
Figura 2: Comparativa internacional de puntajes promedio en Competencia Lectora, PISA 2022.	14
Figura 3: Representación de las dimensiones del doble enfoque de UX que surgen de las definiciones en la literatura.....	20
Figura 4: Representación de la ZDP basada en la teoría de Vygotsky, aplicada al proceso de andamiaje.	21
Figura 5: Interfaz de navegación de ARmadillo. De izquierda a derecha: mapa primero básico, mapa segundo básico, diálogos introductorio y menú de selección de actividad..	28
Figura 6: Flujo de interacción de la actividad “Caza Palabra”. De izquierda a derecha: lectura, reconocimiento de palabras, selección de esta en entorno RA y resultado.....	29
Figura 7: Flujo de interacción de la actividad “Interrogación de Texto”. De izquierda a derecha: lectura del texto, selección de alternativas en modalidad tradicional, entorno de RA y fin de actividad.....	30
Figura 8: Flujo de la actividad “Clasificación de Palabras”. De izquierda a derecha: tutorial inicial, selección de letra inicial, entorno RA y resultado final.	31
Figura 9: Flujo de la actividad “Escritura Espontánea”. De izquierda a derecha: tutorial inicial, introducción a la actividad, captura de animales en RA y elaboración de afiche. ..	31
Figura 10: Sistema de tiendas y adquisición de objetos. De izquierda a derecha: ubicación de la tienda en el mapa, vista interior de la tienda zona norte, vista interior de la tienda zona centro, vista de detalle y confirmación de compra.....	32
Figura 11: Vista del espacio “Casa Rodante” e inventario de elementos obtenidos.	32
Figura 12: Edad de primer uso de aparatos electrónicos y tenencia de primer teléfono móvil (Base total 2025: 1577 casos)	36
Figura 13: Registro del entorno durante la sesión en aula.	38
Figura 14: Interacción de estudiantes con la aplicación ARmadillo en aula.	38
Figura 15: Tablero de <i>Fun Sorter</i> utilizado para ordenar las actividades.	45

Figura 16: Set de tarjetas ilustradas utilizadas para las evaluaciones de <i>Fun Sorter</i> y <i>Again-Again</i>	46
Figura 17: Flujo original de actividad "Caza Palabra"	53
Figura 18: Propuesta de flujo de "Caza Palabra"	53
Figura 19: Línea segmentada original versus propuesta de línea continua y animación guía de movimiento del dispositivo.....	54
Figura 20: Comparación de versión original de la tienda y la propuesta de diseño.	55
Figura 21: Comparación de la introducción para la actividad "Clasificación de palabras": Diseño original con animación pasiva (izquierda) frente a la secuencia narrativa de tres pasos propuesta para el rediseño (derecha).	56
Figura 22: Comparación de instrucción principal en "Clasificación de Palabras" y contorno de palabras en el entorno RA.	56
Figura 23: Vista comparativa del mapa de navegación de ARmadillo, que consolida el rediseño de los componentes de control, la señalética comercial de las tiendas y la reestructuración visual de las unidades.	58
Figura 24: Comparativa del sistema de entrada de texto para la actividad de Escritura Espontánea. A la izquierda, la interfaz original dependiente del teclado nativo del sistema operativo; a la derecha, la propuesta de rediseño con un teclado infantil integrado.	59
Figura 25: Comparación antes y después de la actividad "Escritura Espontánea".....	60
Figura 26: Secuencia de pantallas para la introducción narrativa de la tienda (Ejemplo Zona Norte).....	61
Figura 27: Interfaz de felicitación por hito pedagógico completado y entrega del accesorio "chullo" como recompensa.	62
Figura 28: Propuesta de interfaz del interior de la casa rodante, con el personaje viviendo en el espacio y acceso a su personalización.	63
Figura 29: Interfaz de personalización del armadillo, mostrando la categoría de gorros. .	63
Figura 30: Interfaz de personalización del armadillo, mostrando la categoría de expresiones.	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativa de niveles de rezago en subprocesos lectores evaluados en estudiantes de 2.º básico.	33
Tabla 2: Directrices metodológicas de Interacción Niño-Computador aplicadas al testeo de ARmadillo.	41
Tabla 3: Secuencia de tareas ejecutadas durante el testeo de ARmadillo	42
Tabla 4: Intención de uso reiterado mediante la herramienta <i>Again-Again</i> por nivel escolar (N=8).....	48
Tabla 5: Matriz de contraste entre usabilidad percibida y preferencia motivacional.	50
Tabla 6: Matriz de trazabilidad de requerimientos y propuestas de rediseño.	64

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de tecnología educativa (*EdTech*) exige que las interfaces se adapten estrictamente a las capacidades de los niños. Bajo este contexto, el diseño y la mejora de productos de software orientados a niños resulta fundamental para evitar barreras de interacción que interfieran en su experiencia y aprendizaje. Esta memoria se sitúa en la intersección de la Interacción Niño-Computador (CCI) y el Diseño Centrado en el Humano (HCD), abordando la experiencia de usuario (UX) de la aplicación móvil de realidad aumentada ARmadillo.

El problema central radica en que la versión inicial de ARmadillo no contempló pruebas de usuario con su público objetivo. Al diseñar el software basándose en supuestos e intuiciones adultas sobre el comportamiento infantil, pueden existir dificultades de usabilidad que induzcan a errores, generen frustración o provoquen que el menor pierda el interés en usar la aplicación. Para resolverlo, este trabajo formula una propuesta de rediseño basada en la experiencia de usuario (UX), entregando recomendaciones que sirven como hoja de ruta para el desarrollo informático.

Para guiar el desarrollo de esta investigación, el documento se organiza en siete capítulos. En primer lugar, el Capítulo 1 detalla la crisis de comprensión lectora en Chile, el origen de ARmadillo, y los objetivos de la memoria. Posteriormente, el Capítulo 2 expone los fundamentos teóricos del Diseño Centrado en el Humano, las dimensiones de UX y directrices de diseño infantil bajo las disciplinas de la Interacción Niño-Computador (CCI) que servirán de base para las propuestas. El Capítulo 3 presenta formalmente la aplicación ARmadillo y el flujo de navegación de sus actividades. Por su parte, el Capítulo 4 profundiza en las barreras del rezago lector local y analiza el ecosistema digital de los niños, con el propósito de comprender y conocer un perfil del usuario actual.

A continuación, el Capítulo 5 describe el diseño metodológico de las pruebas, los participantes, el entorno y los instrumentos de evaluación usados. El Capítulo 6 presenta los hallazgos de las herramientas de evaluación, y articula las propuestas de rediseño reactivo y las extensiones de diseño basadas en el diagnóstico. Finalmente, el Capítulo 7 sintetiza el cumplimiento de objetivos, detalla los aprendizajes de la investigación, delimita los alcances y limitaciones del estudio, y propone las recomendaciones para el futuro de ARmadillo.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Contexto educativo y la persistencia de la crisis lectora en Chile

La comprensión lectora en Chile presenta dificultades que se originan tempranamente en la trayectoria escolar. Según la “Radiografía de la Lectura en 2do Básico” publicada en 2023, el 60% de los estudiantes de segundo básico en la Región Metropolitana no posee el nivel de comprensión lectora que se esperaría de un niño que finaliza primero básico [1], lo que significa que más de la mitad de los niños chilenos inician su segundo año escolar con un rezago pedagógico de al menos un año lectivo.

El rezago se mantiene a lo largo de la trayectoria escolar. El aumento observado en el SIMCE de lectura 2024 para 4.º básico —un promedio de 278 puntos frente a los 272 del año anterior— resulta insuficiente. Como se ilustra en la evolución de los estándares de aprendizaje de la Figura 1, el 52.6% de **estudiantes de cuarto básico aún no alcanza el estándar adecuado de comprensión lectora**, permaneciendo en la categoría de *Insuficiente* o *Elemental*¹. En cursos superiores, la proporción de estudiantes bajo el estándar se sitúa en 81,1% en 8º básico y 77,6% en II medio [2].

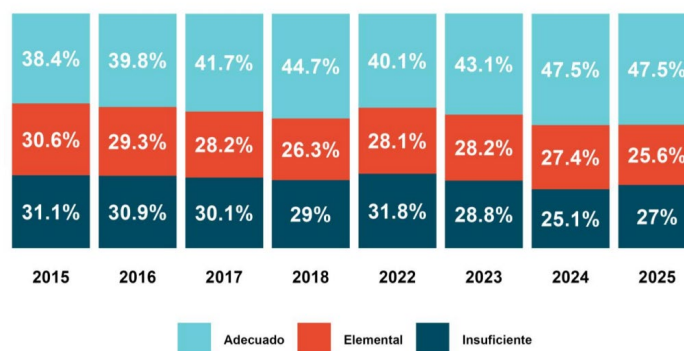


Figura 1: Evolución del puntaje promedio SIMCE de Comprensión Lectora de cuarto básico por estándar de aprendizaje
Fuente: Agencia de Calidad de la Educación, "Entrega de Resultados Educativos 2025" [2]

Estas brechas se explican por la convergencia de factores estructurales y metodológicos que operan desde la primera infancia. A nivel familiar, la ausencia de prácticas lectoras y el acceso limitado a recursos literarios restringen la estimulación temprana de habilidades prelectoras. A ello se suman debilidades en el sistema educativo, particularmente en la formación docente para la enseñanza inicial de la lectura y en el uso de materiales que no abordan la decodificación —es decir, la capacidad de identificar y asociar las letras con sus sonidos correspondientes— de manera explícita y sistemática. Asimismo, factores como el ausentismo escolar y el uso intensivo de pantallas han reducido el tiempo dedicado a la lectura sostenida. En conjunto, estas condiciones dificultan la consolidación de los

¹ La clasificación del SIMCE de Lectura se divide en: **Adecuado** (284 puntos o más), **Elemental** (entre 241 y 283 puntos) e **Insuficiente** (240 puntos o menos), según los estándares de la Agencia de Calidad de la Educación.

subprocesos lectores básicos, especialmente en estudiantes que no cuentan con el apoyo necesario ni con la motivación suficiente para desarrollarlos [3].

A nivel internacional, los resultados de PISA 2022 refuerzan este diagnóstico. Chile obtuvo 448 puntos en lectura, por debajo del promedio OCDE, que fue de 476 puntos. Esta brecha se ilustra en la Figura 2, donde el país se ubica en un desempeño intermedio dentro de un rango global entre 329 y 543 puntos [4, 5]. En términos de competencias, el **34% de los estudiantes nacionales de 15 años se posiciona bajo el Nivel 2** —umbral mínimo de desempeño—, cifra que supera el 26% promedio de la organización. Asimismo, la excelencia lectora (niveles 5 y 6) alcanza apenas un **2,5%**, frente al 7% registrado por los países miembros.

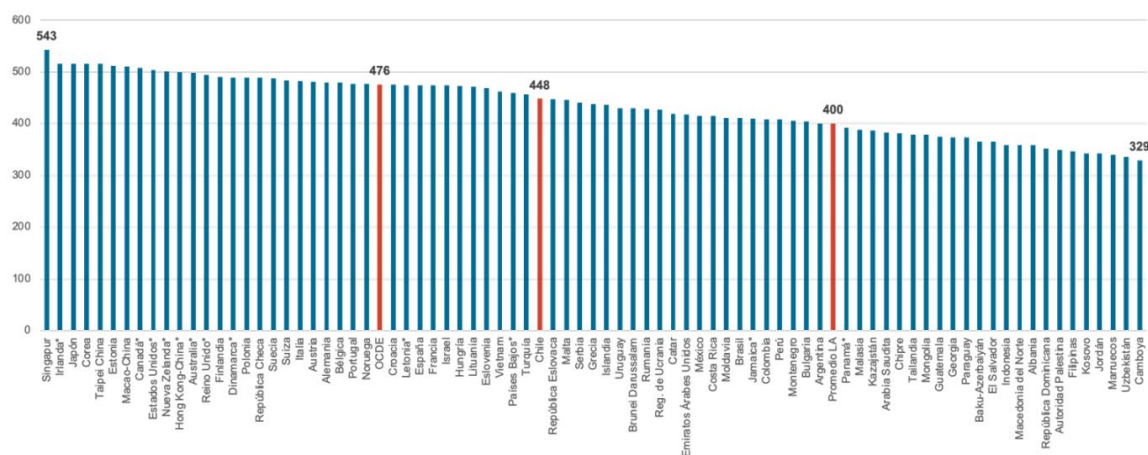


Figura 2: Comparativa internacional de puntajes promedio en Competencia Lectora, PISA 2022.

Fuente: Agencia de Calidad de la Educación, “Evaluación internacional de estudiantes tras la pandemia” [5]

Dado que estas brechas tienden a consolidarse en el tiempo, su abordaje en etapas tardías resulta limitado. Ante este escenario, surge la necesidad de implementar soluciones pedagógicas basadas en tecnologías emergentes que apoyen el aprendizaje en los primeros niveles escolares, contexto bajo el cual se diseñó la versión inicial de la aplicación ARmadillo.

1.2 Origen y desafíos de diseño de ARmadillo

La aplicación ARmadillo surgió en la Universidad Técnica Federico Santa María como un proyecto desarrollado en 2024 para la 32ª Feria de Software. El proyecto se concibió como una alternativa tecnológica frente a la crisis lectora del sistema escolar chileno, utilizando la Realidad Aumentada (RA) para ofrecer una experiencia multisensorial que incrementara la motivación en estudiantes de primero y segundo básico, cuyas edades se concentran principalmente en los 6 y 7 años.

Si bien la versión inicial (2024) logró demostrar el potencial de la RA para reducir la abstracción del texto impreso, su desarrollo evidenció una falencia metodológica estructural: el proceso de ingeniería no contempló instancias de evaluación de usabilidad

ni de Experiencia de Usuario (UX) con el grupo objetivo. La disciplina de Interacción Humano-Computador orientada a la niñez (CCI) establece que asumir a los usuarios infantiles como "adultos pequeños" constituye un error estructural de diseño [6]. A diferencia de los adultos, los niños de 6 y 7 años poseen capacidades en desarrollo, lo que condiciona su interacción con sistemas digitales.

En este contexto, la incorporación de tecnologías como la Realidad Aumentada (RA) introduce una capa adicional de complejidad. Este tipo de interfaces exige al usuario a procesar simultáneamente múltiples fuentes de información —el entorno físico, elementos virtuales y la interfaz gráfica— lo que puede derivar en una sobrecarga cognitiva, entendida como la fatiga o saturación mental que ocurre cuando la cantidad de estímulos supera la capacidad de procesamiento del usuario, si no existe una adecuada orquestación del diseño [7]. Cuando este entorno se aplica a la lectura infantil, la presencia de múltiples estímulos visuales y auditivos mal integrados corre el riesgo de transformarse en un elemento distractor, que puede provocar que el menor concentre su atención en entender la lógica de funcionamiento del sistema en lugar de enfocarse en el procesamiento y la comprensión del texto [8]. Adicionalmente, se ha documentado que la inmersión interactiva en estos entornos puede generar fenómenos de sobrecarga y desafíos cognitivos, debido a la dificultad de los estudiantes para aprender a usar un dispositivo tecnológico nuevo mientras intentan resolver problemas de forma simultánea [9]. Asimismo, el uso prolongado de dispositivos móviles en experiencias de RA implica demandas físicas adicionales, como la fatiga al sostener el equipo para enfocar marcadores, lo que disminuye rápidamente la concentración [10].

A estas dificultades técnicas se suman desafíos metodológicos en la fase de evaluación. A diferencia de los adultos, los niños tienden a manifestar sesgos que afectan la validez de las técnicas tradicionales, destacando la tendencia a complacer al evaluador con respuestas positivas poco críticas [11]. En consecuencia, el rediseño de ARmadillo enfrenta una doble problemática: la necesidad de construir interfaces acordes a las limitaciones neurocognitivas de la niñez y la urgencia de aplicar metodologías de evaluación que permitan validar la solución de manera efectiva.

1.3 Objetivos

Frente a este diagnóstico, el presente trabajo de título se plantea como objetivo general la ***Formulación de una propuesta de rediseño y evaluación de la experiencia de usuario de la aplicación ARmadillo, aplicando metodologías de Diseño Centrado en el Humano para mejorar su usabilidad y su dimensión emocional en niños de 6 y 7 años.***

Los objetivos específicos que guiarán la investigación son:

1. **Investigar y caracterizar** los patrones de interacción y desarrollo cognitivo de niños chilenos de 6 y 7 años frente a interfaces digitales educativas, integrando los lineamientos de la disciplina CCI para establecer los requerimientos de diseño del proyecto.

2. **Evaluar la versión actual** de ARmadillo mediante pruebas de usuario con niños, identificando sus principales problemas de interacción.
3. **Elaborar** las especificaciones de diseño y el prototipado de pantallas clave, incorporando principios de CCI para resolver los problemas de interacción identificados y favorecer la dimensión emocional.

CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL

El presente capítulo constituye el sustento teórico y metodológico sobre el cual se fundamenta el desarrollo y evaluación de la solución educativa interactiva. Su propósito es articular los enfoques conceptuales necesarios para abordar la interacción entre el usuario infantil y la tecnología propuesta.

Para cumplir con este objetivo, en primer lugar se introduce el Diseño Centrado en el Humano (HCD) como marco metodológico base, examinando los principios operativos que guían el proceso y la relevancia de involucrar activamente a los niños en este. Posteriormente, se abordan los fundamentos de la Experiencia de Usuario (UX), delimitando conceptos clave como la usabilidad, el diseño de interfaces y la dimensión emocional que influye en la interacción. En tercer lugar, se define el perfil del usuario objetivo, analizando el desarrollo cognitivo y las capacidades motrices de los niños de 6 a 7 años en relación con el uso de Realidad Aumentada (RA). Finalmente, se revisan los pilares estratégicos de la Interacción Niño-Computador (CCI) y los lineamientos de diseño específicos para la infancia, consolidando una base teórica que justifique las decisiones de diseño implementadas en este proyecto.

2.1 Diseño centrado en el humano

Con el propósito de garantizar que la propuesta de mejoras para esta solución educativa se alinee con las capacidades cognitivas y necesidades de aprendizaje de los estudiantes de primero y segundo año de enseñanza básica, la investigación se enmarca en el Diseño Centrado en el Humano (HCD). Este enfoque se define bajo el estándar internacional ISO 9241-210 como una metodología para el desarrollo de sistemas interactivos cuyo propósito es crear productos usables y útiles al priorizar las necesidades, requisitos y capacidades de los usuarios mediante la aplicación de la ergonomía y los conocimientos sobre factores humanos.

Para que el desarrollo de un sistema sea centrado en el ser humano, debe cumplir con una serie de principios operativos que garantizan la integridad del proceso y la calidad del resultado final [12]:

1. **Comprensión integral del contexto:** Fundamentar el diseño en un conocimiento profundo de los usuarios, sus tareas y su entorno específico de uso.
2. **Participación continua:** Involucrar activamente a los usuarios durante todo el proceso de desarrollo y diseño.
3. **Evaluación impulsada por el usuario:** El feedback directo permite validar soluciones en escenarios reales, minimizando el riesgo de no cumplir con necesidades implícitas u organizacionales.
4. **Proceso iterativo:** El diseño progresa mediante la repetición de ciclos que integran mejoras y necesidades emergentes.
5. **Enfoque en la experiencia completa:** Abordar tanto la funcionalidad técnica como las respuestas emocionales y la satisfacción de la persona.

6. **Equipos multidisciplinarios:** Integrar diversas habilidades, áreas del conocimiento y perspectivas para balancear las decisiones del sistema.

2.1.1 Involucramiento de los niños en el proceso de diseño

En el desarrollo de productos tecnológicos orientados a la infancia, existe una tendencia a basar la evaluación en la perspectiva de terceros, tales como padres, profesores o expertos en usabilidad, excluyendo sistemáticamente a los verdaderos usuarios finales [6]. Sin embargo, niños y adultos difieren fundamentalmente en su desarrollo cognitivo, características físicas y experiencias vividas. Diseñar basándose en los recuerdos de infancia del propio equipo creador genera sesgos metodológicos, dado que los contextos y entornos generacionales cambian drásticamente.

Si bien los principios de la norma ISO establecen un marco metodológico general, su aplicación efectiva en el contexto de la infancia requiere de modelos que aterricen la participación del usuario a su realidad cognitiva y social. En este escenario, el marco teórico propuesto por Allison Druin resulta fundamental para operacionalizar el involucramiento de los niños a través de capas progresivas de participación. Este enfoque no solo complementa la normativa técnica, sino que permite que el tránsito entre los distintos niveles de colaboración se realice de manera secuencial y estratégica durante el proceso de optimización de la interfaz [13]:

1. **Usuario (User):** En este rol, el niño utiliza la tecnología ya existente. Los adultos observan sus interacciones para entender el impacto del diseño y recoger datos que informen versiones futuras.
2. **Probador (Tester):** El niño interactúa con prototipos que aún no han sido lanzados. A diferencia del usuario, el probador tiene una relación más directa con los desarrolladores, proporcionando retroalimentación sobre qué elementos funcionan y cuáles resultan frustrantes.
3. **Informante (Informant):** El niño participa activamente en el proceso mediante entrevistas o sesiones de lluvia de ideas antes o después del desarrollo de un prototipo. Su voz influye en la dirección del diseño, aportando perspectivas que los adultos, por su propia madurez, suelen pasar por alto.
4. **Socio de Diseño (Design Partner):** Es el nivel más alto de participación. El niño es un miembro igualitario del equipo de diseño, participando en la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del producto.

En esta investigación se aplican los roles de usuario e informante. El niño actúa como usuario al utilizar la versión anterior para identificar fallas de usabilidad, y como informante en la entrevista posterior al aportar las opiniones y preferencias que guiarán el nuevo diseño.

2.2 Experiencia de Usuario

Formalizando esta visión, la norma ISO 9241-210 define la Experiencia de Usuario (UX) como "las percepciones y respuestas de una persona que resultan del uso o del uso

anticipado de un sistema, producto o servicio", incorporando emociones, creencias y respuestas físicas y psicológicas antes, durante y después de la interacción. Esta perspectiva establece que la eficiencia técnica es insuficiente si el sistema no logra responder a las necesidades y percepciones de la persona.

2.2.1 Distinciones fundamentales: Usabilidad e Interfaz de Usuario

Para comprender la UX, resulta necesario diferenciarla de otros conceptos estrechamente vinculados. En primer lugar, se debe diferenciar de la **usabilidad**, la cual es definida por la norma ISO 9241-11 como "el grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso determinado" [12].

Otra distinción relevante es la que existe frente a la **interfaz de usuario**. De acuerdo con la norma ISO 9241-210, la interfaz de usuario corresponde al conjunto de componentes de un sistema interactivo —ya sea software o hardware— que proporcionan información y controles para que una persona pueda realizar tareas específicas. En términos prácticos, la UI comprende elementos visuales y de interacción como botones, tipografías, colores y distribución en pantalla. Norman y Nielsen señalan que una interfaz visualmente atractiva y usable no garantiza, por sí sola, una experiencia de usuario satisfactoria, ya que esta depende también de que el sistema responda efectivamente a las necesidades y expectativas del usuario [15].

2.2.2 Dimensiones emocionales de la interacción

Además de los aspectos funcionales, diversos autores sostienen que la experiencia de usuario involucra dimensiones psicológicas y emocionales. Hassenzahl [16] señala que la interacción trasciende el cumplimiento eficiente de tareas (cualidades pragmáticas), para integrar las "metas de ser" o cualidades hedónicas. Estas vinculan el uso con necesidades como la estimulación y el disfrute. En consecuencia, un sistema puede ser instrumentalmente eficiente, pero generar una experiencia deficiente si no logra una conexión significativa con la persona.

Para estructurar la relación entre estas dimensiones pragmáticas y hedónicas, Berni y Borgianni proponen un marco integrador —representado en la Figura 3— que organiza la experiencia en dos dimensiones. La primera dimensión corresponde a los tres pilares fundamentales de la interacción: el **Usuario** (sus necesidades y estado interno), el **Sistema** (el producto o interfaz) y el **Contexto de uso** (el entorno físico, social y temporal). La segunda dimensión clasifica las **tipologías de experiencia**, dividiéndolas en tres categorías: la experiencia *ergonómica* (donde se aloja la usabilidad y la eficacia), la experiencia *cognitiva* (relacionada con la percepción y la estética), y la experiencia *emocional* (que engloba el disfrute, la conexión y los aspectos hedónicos).

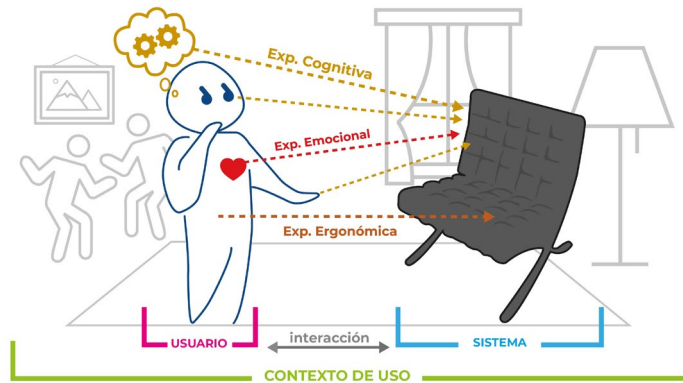


Figura 3: Representación de las dimensiones del doble enfoque de UX que surgen de las definiciones en la literatura.
Fuente: Berni y Borgianni (2021) [17].

Este marco confirma que el diseño de una solución interactiva, como una aplicación educativa, no puede limitarse a la interfaz o la ergonomía, sino que debe orquestar el sistema y el contexto para detonar respuestas cognitivas y emocionales positivas en el usuario. En el contexto de este proyecto, cubrir estas dimensiones hedónicas (como el disfrute y la estimulación visual mediante RA) resulta vital para sostener la motivación lectora frente a las dificultades que experimentan al leer.

2.3 Perfil del usuario: El niño en etapa de transición

El rediseño de ARmadillo requiere una comprensión precisa de las capacidades y limitaciones de los niños de 6 y 7 años. En esta fase de transición, sus procesos mentales determinan la forma en que interactúan con la tecnología y asimilan el contenido. La siguiente caracterización establece una base de referencia sobre el desarrollo cognitivo infantil, con el objetivo de orientar las decisiones de diseño para que la solución propuesta sea accesible a su realidad sensorial y apoye de manera efectiva el proceso de lecto-comprensión.

2.3.1 Desarrollo cognitivo

El diseño de interacción en CCI debe estar profundamente anclado en las leyes del desarrollo humano y considerar que las capacidades cognitivas infantiles cambian según la etapa de desarrollo.

Jean Piaget propuso que el desarrollo cognitivo ocurre a través de una secuencia de etapas, donde el niño construye conocimiento mediante la interacción activa con su entorno físico. Según Piaget, los niños de 6 y 7 años —grupo objetivo de ARmadillo— se encuentran experimentando una transición crítica entre la etapa **preoperacional** (2 a 7 años) y la etapa de las **operaciones concretas** (7 a 11 años) [18] [19].

En el espectro de los 6 años, el razonamiento infantil aún no se basa en la lógica abstracta, sino en sus experiencias perceptuales inmediatas. En este periodo destacan características como la **centración** (focalización en un solo atributo visual relevante), el **egocentrismo**

cognitivo (dificultad para adoptar perspectivas ajenas, asumiendo que los demás perciben el entorno exactamente como ellos) y la **dependencia de lo perceptivo** (donde los juicios se basan en la apariencia inmediata más que en la lógica) [18]. Estas características reflejan un pensamiento aún no estructurado lógicamente, donde predominan las interpretaciones basadas en lo visible y lo concreto inmediato.

Sin embargo, alrededor de los 7 u 8 años, el pensamiento se vuelve progresivamente más lógico y estructurado, aunque aún dependiente de lo tangible. En esta fase, los niños desarrollan la **descentración** y un **menor egocentrismo**, superando las limitaciones anteriores, a lo que se suma la clasificación compleja de objetos en categorías jerárquicas y el inicio del razonamiento lógico concreto; es decir, la capacidad de inferir relaciones entre elementos siempre y cuando estos sean tangibles, visibles y estén presentes ante sus ojos [19].

Mientras que Piaget se enfocó en el desarrollo individual, Lev Vygotsky subrayó la importancia de la interacción social y el contexto cultural. Su concepto central es la **Zona de Desarrollo Próximo (ZPD)**, definida como la brecha existente entre lo que un aprendiz ya ha dominado (su nivel real de desarrollo) y lo que puede lograr cuando se le proporciona apoyo educativo (su desarrollo potencial). Corresponde a la distancia entre la resolución independiente de problemas y el nivel de desarrollo potencial determinado a través de la resolución de problemas bajo la guía o en colaboración con pares “más conocedores” [20].

La aplicación práctica de la ZPD en contextos educativos y digitales se materializa en el concepto de **andamiaje** (*scaffolding*), entendido como un mecanismo de apoyo temporal orientado a facilitar el aprendizaje progresivo del usuario. Como se ilustra en la **Figura 4**, este enfoque permite situar la interacción en el espacio de aprendizaje potencial del niño, proporcionando ayudas dinámicas —como pistas, simplificación de tareas o reducción de la complejidad— que se retiran gradualmente conforme se adquiere autonomía técnica y cognitiva [20].



Figura 4: Representación de la ZPD basada en la teoría de Vygotsky, aplicada al proceso de andamiaje.

Fuente: Elaboración propia, adaptada de Teach HQ [21].

La ZDP es fundamental para esta investigación al reconocer que la niñez posee un **potencial de aprendizaje superior a su ejecución independiente**. En esta etapa de transición, el estudiante es capaz de alcanzar niveles de lecto-comprensión que aún no domina por sí mismo, siempre que se le proporcione la mediación adecuada. El desafío del rediseño de ARmadillo es, por tanto, construir un entorno que habilite este potencial. Esto implica que el sistema no solo debe ser funcional, sino que debe minimizar al máximo cualquier barrera de interacción que impida el despliegue de las capacidades del niño. La propuesta de rediseño se centra en eliminar obstáculos operativos y proporcionar ayudas estratégicas que mantengan al usuario dentro de su ZDP, garantizando que el diseño de la interfaz actúe como un facilitador y no como una interferencia.

2.4 Interacción Niño-Computador

La Interacción Niño-Computador (Child-Computer Interaction, CCI) es el campo que estudia cómo diseñar tecnologías interactivas para niños y cómo estos pueden utilizarlas de manera que contribuyan positivamente a su desarrollo. La CCI reconoce que los niños interactúan con la tecnología de manera distinta a los adultos, debido a que sus capacidades cognitivas, sociales y motoras se encuentran en desarrollo [22]. No se entiende al niño únicamente como un "usuario en formación" o un "ser en transición" sino como un **actor social** capaz de interpretar su entorno y participar activamente en experiencias digitales. En consecuencia, las tecnologías infantiles deberían promover experiencias que permitan al niño explorar, crear y participar activamente dentro del entorno digital, más allá de la simple transmisión de contenidos diseñados por adultos [6].

Para estudiar cómo los niños interactúan con la tecnología, la literatura propone el marco de trabajo conocido como modelo ABC (*Activities, Behaviours and Concerns* / Actividades, Comportamientos y Preocupaciones) [13] el cual sostiene que el diseño para niños debe entenderse a partir de estas tres dimensiones que diferencian el uso tecnológico infantil del adulto.

Las **actividades** infantiles con tecnología se orientan hacia la educación, el entretenimiento y el juego en lugar de la productividad y la eficiencia laboral [14]. Asimismo, sus **comportamientos** se caracterizan por el ensayo y error en lugar de la lectura de manuales o instrucciones formales [14], mientras que sus **preocupaciones** priorizan la diversión y la jugabilidad más que con la facilidad de uso tradicional [13]. De este modo, mientras que en la interacción adulta se busca minimizar rigurosamente el esfuerzo, en el entorno infantil cierto grado de desafío cognitivo puede ser deseable si favorece el aprendizaje y la resolución de problemas creativos.

2.4.1 Pilares estratégicos de la Interacción Niño-Computador

La maduración de la CCI ha permitido consolidar una serie de lecciones aprendidas que hoy se traducen en estándares para el diseño tecnológico infantil. Estos diez pilares actúan como directrices que permiten que la solución sea capaz de integrarse de forma ética y funcional en la realidad del menor [22]:

1. **Trabajo en equipos interdisciplinarios:** Integrar a expertos en desarrollo infantil para asegurar la coherencia pedagógica de la herramienta.
2. **Compromiso profundo con los interesados:** Adoptar un enfoque de diseño centrado en el niño. Cada generación de niños interactúa de forma distinta con la tecnología. Esto incluye considerar a los cuidadores y mantener la ética.
3. **Evaluación del impacto a largo plazo:** Medir el impacto a largo plazo. Las capacidades cognitivas toman tiempo en consolidarse, por lo que la validación debe ir más allá del uso inmediato.
4. **Diseñar la ecología, no solo la tecnología:** Diseñar más allá del dispositivo. Considerar el espacio físico (clave al integrar elementos virtuales en el mundo real), las actividades de apoyo y el rol de los adultos mediadores.
5. **Practicidad para la realidad infantil:** Crear soluciones que sobrevivan fuera del laboratorio. La interfaz y el hardware deben ser seguros y adaptarse a la motricidad y el contexto cotidiano de los usuarios.
6. **Personalización:** Flexibilidad en la interfaz para atender la diversidad en los ritmos de desarrollo, habilidades o necesidades educativas especiales.
7. **Consideración de las jerarquías de habilidades:** Respetar la curva natural de aprendizaje. La interfaz debe construir habilidades complejas sobre bases simples, asegurando que el niño posea (o aprenda secuencialmente) las competencias previas necesarias.
8. **Apoyo a la creatividad:** Uso de la tecnología como medio para la expresión libre y la creación propia del niño (programación, narración o música).
9. **Aumento de las conexiones humanas:** Evitar el aislamiento digital. Diseñar interacciones que fomenten la colaboración física cara a cara y fortalezcan la relación con el núcleo familiar y escolar.
10. **Fomento del juego físico y abierto:** Promoción del movimiento, la exploración del espacio real y estilos de vida activos.

La naturaleza y alcance de esta memoria delimitan la aplicación práctica a los pilares de Compromiso profundo con los interesados, Practicidad para la realidad infantil y Consideración de las jerarquías de habilidades, los cuales sustentan directamente la metodología de testeo y rediseño de ARmadillo.

Las dimensiones restantes quedan fuera del alcance operativo del proyecto debido a dos criterios: por un lado, la naturaleza lúdica e individual de la aplicación excluye los pilares de Apoyo a la creatividad, Conexiones humanas, Juego físico, Personalización y Diseñar la ecología, al estar ARmadillo enfocada estrictamente en el andamiaje lector de una interfaz digital para una audiencia general, sin contemplar interacción social, adaptaciones de accesibilidad, ni el diseño de prácticas sociales o espaciales integradas al entorno del usuario; por otro lado, el Trabajo interdisciplinario, Diseñar la ecología y la Evaluación de impacto a largo plazo se descartan debido a las limitaciones de recursos de una memoria de título individual y a las restricciones de tiempo del periodo académico, lo que impidió intervenir en el entorno físico-social de los niños, coordinar equipos de planta de múltiples disciplinas o realizar un seguimiento longitudinal del aprendizaje de los niños.

2.5 Framework TIDRC para diseño de interfaces infantiles

Para el rediseño de la aplicación, se adoptan las recomendaciones del framework **TIDRC** (*Touchscreen Interaction Design Recommendations for Children*) [23]. Este modelo organiza las directrices en tres dimensiones clave que responden al desarrollo evolutivo de los niños entre 2 y 11 años: cognitiva, física y socioemocional. Cabe destacar que, para efectos de esta investigación, esta última dimensión se abordará bajo un enfoque estrictamente emocional (centrado en el disfrute, la motivación y la mitigación de la frustración individual). El framework completo puede verse en el [Anexo A](#).

A continuación, se detallan las directrices específicas seleccionadas como base teórica para fundamentar las propuestas de rediseño de este proyecto:

2.5.1 Dimensión cognitiva

Esta dimensión aborda cómo la interfaz apoya el procesamiento de información, la atención y el aprendizaje del niño.

- **Rec. 1:** Las metáforas gráficas y elementos visuales deben ser coherentes con su contraparte y uso en la vida cotidiana de los niños.
- **Rec. 2:** Eliminar adornos o detalles visuales innecesarios en los símbolos para facilitar la asociación entre el elemento gráfico y su significado real.
- **Rec. 3:** Incorporar personajes de estilo infantil que actúen como agentes pedagógicos para guiar la experiencia y mejorar el enganche.
- **Rec. 6:** Diseñar los elementos del primer plano de la interfaz de manera más clara y detallada que los elementos del fondo para evitar confusiones.
- **Rec. 13:** Exige destacar claramente los componentes presionables (botones u objetos activos) del resto del fondo utilizando contornos definidos o colores contrastantes para evitar toques erróneos.
- **Rec. 16:** Limitar el comportamiento de los elementos interactivos a su único propósito, evitando animaciones o sonidos constantes y ajenos a su función que puedan distraer al menor.
- **Rec. 22:** Redactar indicaciones de interacción utilizando palabras sencillas y amigables para los niños, evitando tecnicismos.
- **Rec. 24:** Usar guías visuales animadas para mostrar de forma explícita al niño qué tipo de gesto o movimiento físico debe realizar sobre la pantalla o el dispositivo.
- **Rec. 26:** Implementar tiempos de espera (*timeouts*) de entre 3 y 5 segundos de inactividad para activar de forma automática indicaciones que sugieran al niño qué acción realizar a continuación.
- **Rec. 28:** Entregar respuestas visuales y auditivas claras de que la pantalla registró la interacción del usuario.

- **Rec. 30:** Propone entregar retroalimentación auditiva explícita (como aplausos o frases motivadoras) al completar una tarea con éxito para reforzar el logro.
- **Rec. 31:** Uso de andamiaje y refuerzo positivo (como palabras de aliento lideradas por el personaje guía) para guiar y motivar al niño de forma amigable.
- **Rec. 33:** Evitar un énfasis excesivo en recompensas extrínsecas (como sistemas de puntos rígidos) para no opacar ni desplazar la motivación intrínseca del estudiante por aprender.
- **Rec. 37:** Uso de un resaltado dinámico (*highlight*) que avance de manera sincronizada con cualquier audio o relato que se lea en voz alta para guiar el proceso lector.
- **Rec. 38:** Evitar tutoriales dentro de la aplicación, se debe guiar al niño durante la realización de la tarea.
- **Rec. 39:** Proporcionar la opción de que las instrucciones escritas en formato de texto puedan ser leídas en voz alta (audio).
- **Rec. 40:** Agregar un componente visual complementario (como una animación o un resaltado en pantalla) cuando se utilicen instrucciones de audio.

2.5.2 Dimensión física

Se enfoca en la adaptación de la interfaz a las capacidades motrices en desarrollo de los menores de edad.

- **Rec. 43, 44 y 45:** Evitar uso de gestos multitáctiles complejos y de alta exigencia motriz —como pellizcar para hacer zoom (*pinch to zoom*), rotar con dos dedos, deslizar rápidamente (*flick*) o el doble toque rápido—, priorizando interacciones directas.
- **Rec. 52 y 53:** Implementar áreas de captura (*hitboxes*) más amplias que su tamaño visual, tolerando toques ligeramente desviados para compensar la precisión motriz del niño en entornos dinámicos, y a su vez, considerar una separación física prudente entre botones que estén cercanos.

2.5.3 Dimensión emocional

El framework TIDRC define la dimensión socioemocional a partir de características de diseño que buscan hacer la experiencia interactiva más disfrutable, motivadora y conectada [23]. Si bien el modelo original abarca tanto la respuesta afectiva del niño como las dinámicas de interacción social asistidas por el software, esta investigación acota su alcance exclusivamente a la subdimensión emocional.

Esta decisión se debe a que ARmadillo está diseñada como una experiencia de uso individual, por lo que no contempla canales de comunicación o relación digital entre sus usuarios. Al no requerir un componente relacional, se excluyen del alcance las pautas orientadas a la interacción socializada —específicamente la recomendación de automatizar interacciones sociales entre usuarios (Rec. 56) y la de ofrecer opciones de coautoría o

créditos mutuos entre niños (Rec. 57)— por no corresponder a la naturaleza del proyecto. Se adopta únicamente la pauta orientada a robustecer el compromiso afectivo y la motivación intrínseca del niño a nivel individual:

- **Rec. 54:** Brindar funciones de personalización sobre los entornos o los personajes principales del juego para estimular la motivación intrínseca del niño y elevar su compromiso con las actividades de la aplicación.

2.6 Interacción en entornos de Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) se define como una tecnología que captura datos del entorno físico en tiempo real para generar un resultado integrado, fusionando la información del mundo real con elementos interactivos programados que operan y reaccionan sobre esas mismas variables del entorno [24]. Es decir, permite superponer elementos digitales o virtuales (tales como imágenes, texto o modelos 3D) sobre el entorno físico real del usuario en tiempo real.

En este sentido, entre las pautas de usabilidad desarrolladas por Nielsen Norman Group, se señala que el texto plano y los íconos sin fondo comprometen la legibilidad en entornos de RA [25]. Por ello, se establece que cualquier texto de instrucción o componente de interacción en el espacio de RA debe presentarse sobre contenedores sólidos de alto contraste para garantizar su visibilidad [25]. Por otro lado, dado que la lectura de instrucciones en pantalla obliga al usuario a desviar constantemente la atención entre el objeto tridimensional y el texto de la interfaz, aumentando la carga cognitiva, se recomienda priorizar el uso de narraciones por audio [25]. La integración de estas narraciones libera espacio útil en pantallas móviles pequeñas y aumenta el nivel de inmersión lúdica.

Al diseñar para un público infantil surgen desafíos adicionales. El testeo de una aplicación para preescolares aporta lecciones clave sobre el uso de la RA en estas etapas iniciales [26].

Este trabajo propone crear siempre un contexto de juego que tenga sentido, lo que significa que la tecnología de RA debe cumplir un propósito claro que de verdad mejore y aporte valor a la experiencia en lugar de ser un elemento decorativo.

Para que el inicio de la experiencia no sea frustrante ni requiera la ayuda constante de un adulto, se recomienda programar una configuración de la escena que sea rápida y no obligue al niño a hacer escaneos complejos de las superficies de la habitación, los cuales suelen fallar en entornos reales. En su lugar, es mucho mejor usar el sensor de inclinación de la tablet para que el juego comience de manera automática en cuanto el niño levante el dispositivo en posición vertical, facilitando esta acción al mostrar la animación de un personaje amigable que le enseñe físicamente cómo sostener el aparato, acompañado de instrucciones de voz claras [26].

Además, para evitar que el niño se canse rápido al sostener la tablet, el estudio sugiere diseñar la interacción utilizando un puntero o retículo en el centro de la pantalla —como un círculo brillante de colores— que se anime y cambie de color al posarse sobre un objeto

virtual para indicarle al niño que puede interactuar con él. Al diseñar este puntero con un tamaño grande, movimiento propio y colores que contrasten fuertemente con el fondo del mundo real, los niños pueden seleccionar cosas simplemente apuntando la cámara del dispositivo hacia ellas, lo que elimina la necesidad de dar toques con los dedos en la pantalla y les permite usar ambas manos para sostener la tableta firmemente sin fatigarse ni perder el equilibrio [26].

Esta necesidad de simplificar la interacción física se ve respaldada por la psicología del desarrollo. Al respecto, un estudio enfocado en la psicología del desarrollo de niños de 6 a 9 años y su relación con la RA [27] considera diferentes aspectos del desarrollo físico que determinan cómo interactúan a esta edad. El primer punto crítico tiene que ver con la dificultad en la precisión motora, ya que los niños menores de 9 o 10 años cometen muchos más errores de precisión y se demoran más tiempo en apuntar a objetivos pequeños en comparación con los adultos [27]. Por este motivo, no se deben diseñar actividades en donde los objetos flotantes sean pequeños o requieran apuntar con una precisión milimétrica, facilitando que el niño logre la selección de forma rápida y holgada.

Asimismo, se debe considerar el soporte y la coordinación bimanual, pues hasta los 9 años los niños tienen dificultades para realizar de forma eficiente movimientos independientes y coordinados con ambas manos [27]. Esto implica que la aplicación debe estar pensada para que puedan sostener el dispositivo firmemente con las dos manos en todo momento, evitando obligarlos a usar una mano para el agarre y la otra para interactuar en la pantalla, lo que les permite jugar con mayor estabilidad y comodidad física [27].

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA APLICACIÓN ARMADILLO

Para comprender el diseño y la experiencia de usuario de ARmadillo, es necesario describir cómo está estructurado el recorrido dentro de la aplicación. La pantalla principal es un mapa interactivo de Chile, el cual funciona como el menú central donde los estudiantes seleccionan las distintas unidades a trabajar.

En esta versión de la aplicación, los contenidos de primero y segundo básico coexisten dentro del mismo mapa, diferenciándose únicamente por la zona geográfica:

- **Primer año básico:** El contenido se enfoca en consonantes individuales y sus actividades se distribuyen entre las zonas norte y centro del mapa.
- **Segundo año básico:** El contenido se centra en combinaciones silábicas (como FR, FL, PL) y se ubica entre las zonas centro y sur.

Al seleccionar una unidad en el mapa, el estudiante accede a una breve instancia introductoria: un diálogo narrativo entre el armadillo protagonista y el animal representativo de esa zona geográfica. Una vez finalizada esta introducción, el estudiante puede elegir qué actividad realizar dentro de esa unidad. Todo este flujo de navegación, desde el mapa hasta las instancias de diálogo y el acceso a las actividades, se puede observar en la Figura 5.



Figura 5: Interfaz de navegación de ARmadillo. De izquierda a derecha: mapa primero básico, mapa segundo básico, diálogos introductorio y menú de selección de actividad.

Fuente: Elaboración propia.

3.1 Actividades de comprensión lectora

A continuación, se describen en detalle las actividades orientadas al aprendizaje y evaluación de habilidades lectoras que componen la aplicación base.

Caza Palabra

Esta actividad está estructurada para trabajar la adquisición de vocabulario y su aplicación en contexto mediante dos etapas de interacción, cuyo flujo completo de pantallas —desde la lectura hasta la resolución— se ilustra en la Figura 6:

- **Fase de identificación en texto:** Se presenta un texto que contiene tres palabras resaltadas en negrita. El estudiante debe encontrar y seleccionar cada una de ellas. Al registrarse la interacción, se despliega una ventana emergente que muestra la definición de la palabra en texto y audio. Tras cerrar esta ventana, el estudiante puede continuar. Al encontrar las tres palabras, se pasa a la siguiente etapa.
- **Fase de realidad aumentada:** En el entorno espacial, se muestra una oración incompleta. De manera simultánea, aparecen modelos 3D de animales animados que portan las palabras identificadas en la fase previa. El estudiante debe encuadrar con la cámara la palabra que considera correcta y mantener el dispositivo estable, mientras una barra de carga se completa. Tras unos segundos de enfoque, se activa una ventana de verificación que muestra la oración con el término insertado. En este punto, el estudiante tiene la opción de confirmar su respuesta o descartarla para intentar con otra opción. Esto se realiza con tres oraciones diferentes para las tres palabras.

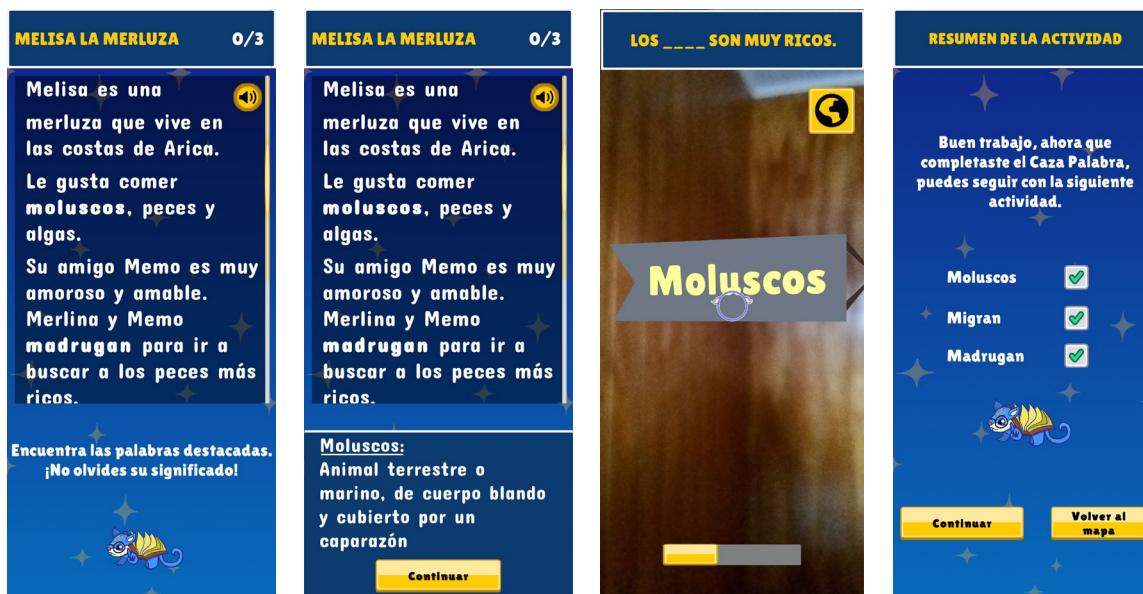


Figura 6: Flujo de interacción de la actividad “Caza Palabra”. De izquierda a derecha: lectura, reconocimiento de palabras, selección de esta en entorno RA y resultado.

Fuente: Elaboración propia.

Interrogación de texto

Esta actividad evalúa la comprensión lectora a partir del mismo texto presentado en la actividad de Caza Palabra. La interfaz incorpora asistencia auditiva con el objetivo de apoyar

a estudiantes en etapas iniciales de lectura. El flujo se estructura en dos fases (ilustradas en la Figura 7):

- **Fase de lectura y selección múltiple:** El usuario puede leer o escuchar el texto y, al confirmar que está listo, pasa a una sección de preguntas de alternativas. Cada pregunta ofrece opciones de respuesta que se seleccionan mediante interacción táctil, y tanto los enunciados como las alternativas cuentan con narración por voz.
- **Fase de RA:** La actividad continúa en un entorno de RA, donde el estudiante explora su entorno físico con el dispositivo para identificar, entre distintos modelos 3D, la alternativa correcta en respuesta a una nueva pregunta.

La actividad contempla tres variantes: comprensión explícita, inferencial e implícita, definidas por distintos niveles de complejidad en las preguntas, con el objetivo de comparar el desempeño de los estudiantes según el tipo de habilidad.



Figura 7: Flujo de interacción de la actividad “Interrogación de Texto”. De izquierda a derecha: lectura del texto, selección de alternativas en modalidad tradicional, entorno de RA y fin de actividad.

Fuente: Elaboración propia.

Actividad de cierre de unidad

Dependiendo del curso del estudiante, existen diferentes actividades de cierre o de “desvío”, que no pertenecen a ninguna unidad.

- **Clasificación de palabras (Primero básico):** Actividad orientada al reconocimiento de letras. En un entorno de realidad aumentada, el estudiante explora el espacio para encontrar seis palabras incompletas distribuidas a su alrededor, debiendo completar la letra inicial de cada una al seleccionar el sapo virtual que lleva la opción correcta (ver flujo en la Figura 8).

- **Escritura espontánea (Segundo básico):** Esta actividad busca incentivar la escritura y la creatividad. El estudiante explora el espacio para buscar y fotografiar distintos animales en 3D usando una cámara virtual dentro de la aplicación. Luego, estas fotos se incluyen automáticamente en un afiche digital, donde el usuario responde preguntas abiertas usando campos de texto con un límite de 200 caracteres (ver flujo en la Figura 9).

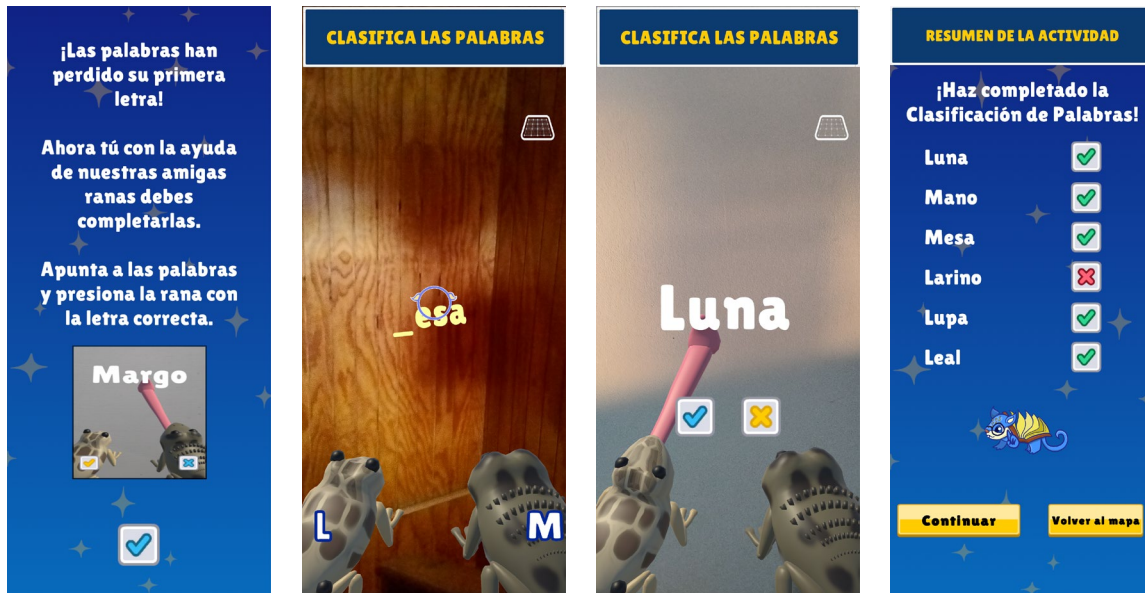


Figura 8: Flujo de la actividad "Clasificación de Palabras". De izquierda a derecha: tutorial inicial, selección de letra inicial, entorno RA y resultado final.

Fuente: Elaboración propia.

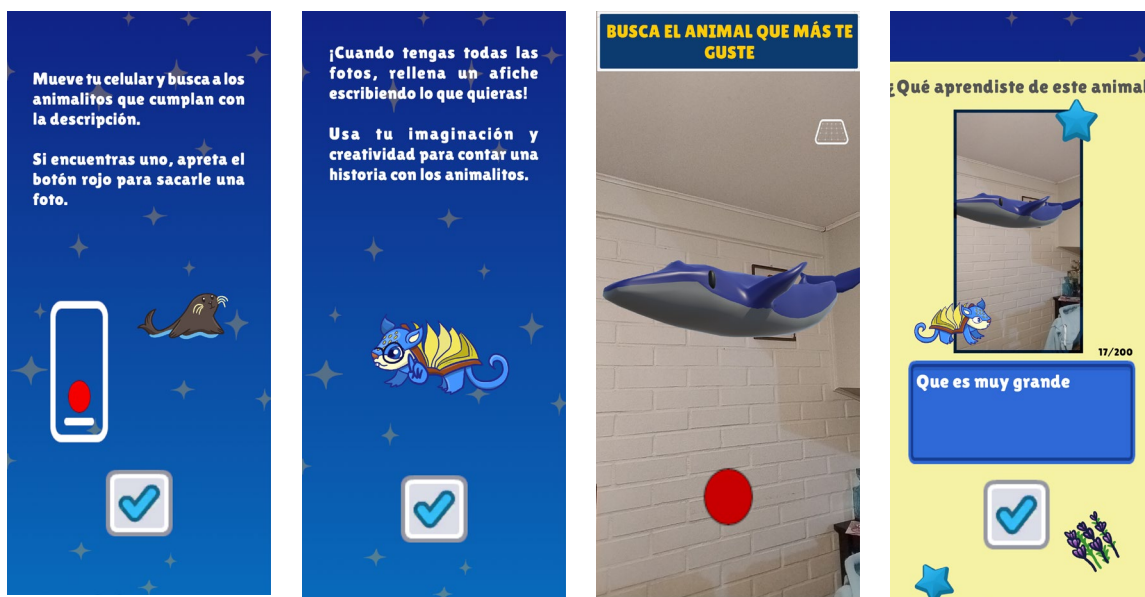


Figura 9: Flujo de la actividad "Escritura Espontánea". De izquierda a derecha: tutorial inicial, introducción a la actividad, captura de animales en RA y elaboración de afiche.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Sistema de recompensas y personalización

Con el propósito de incentivar la persistencia del estudiante y estructurar una experiencia lúdica, ARmadillo incorpora un ciclo de gamificación externo a las actividades pedagógicas. A continuación, se describen los espacios que componen este sistema.

Tiendas de recuerdos

En el mapa interactivo se distribuyen tres tiendas temáticas inspiradas en las zonas norte, centro y sur de Chile. En estos espacios, el usuario puede comprar objetos virtuales (souvenirs) utilizando las estrellas que obtuvo según su desempeño en las actividades pedagógicas realizadas previamente. Las principales interfaces de navegación se ilustran en la Figura 10.

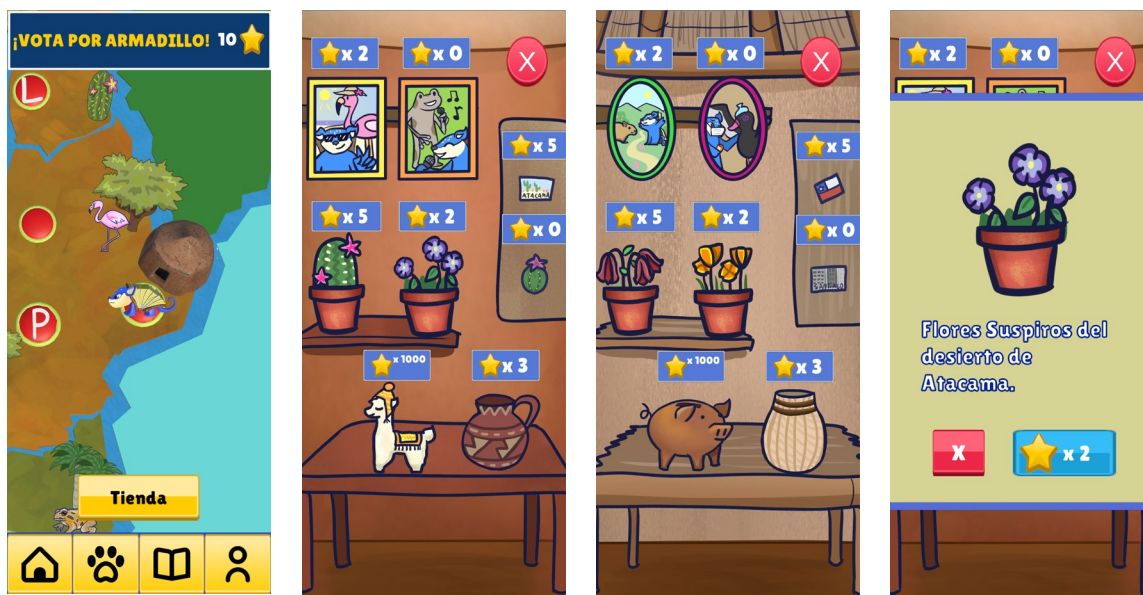


Figura 10: Sistema de tiendas y adquisición de objetos. De izquierda a derecha: ubicación de la tienda en el mapa, vista interior de la tienda zona norte, vista interior de la tienda zona centro, vista de detalle y confirmación de compra.

Fuente: Elaboración propia.

La casa rodante

Es el espacio personal del usuario dentro de la aplicación. En esta sección, el dispositivo se utiliza de forma horizontal para que el estudiante pueda organizar y acomodar los objetos comprados en la tienda, permitiéndole decorar el interior a su gusto.

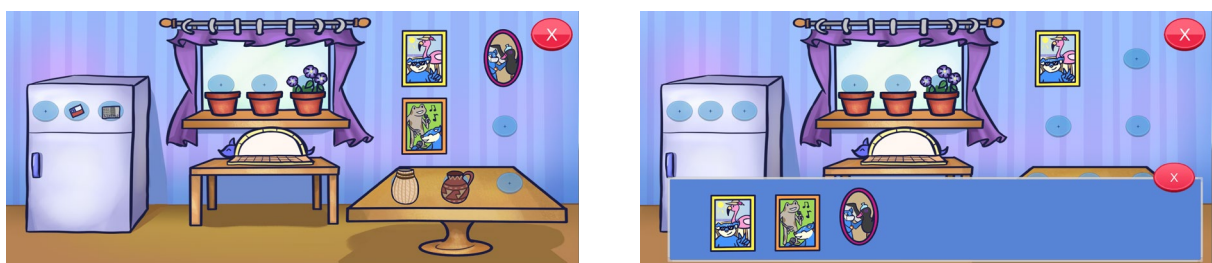


Figura 11: Vista del espacio "Casa Rodante" e inventario de elementos obtenidos.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4: INVESTIGACIÓN DE USUARIOS

El HCD parte de la premisa de que conocer al usuario es el requisito fundamental para crear experiencias pertinentes. Si bien los lineamientos técnicos de la CCI proporcionan una base de diseño para la infancia, son insuficientes para comprender las particularidades del entorno, los intereses y los hábitos del usuario objetivo. Por ello, esta investigación complementa la base teórica contextualizando al niño chileno dentro de su realidad cotidiana, donde sus preferencias digitales y de lectura están directamente influenciadas por su entorno sociocultural.

4.1 Rezago lector en niños chilenos

Es necesario identificar en qué áreas del procesamiento lector se concentran las principales barreras. Para este análisis se utilizaron los datos del informe “Radiografía de la Lectura en 2do Básico”, basado en una muestra de $n = 1.085$ estudiantes de la Región Metropolitana [1].

Los datos de este informe se levantaron mediante **DIALECT**, una plataforma de evaluación digital adaptativa [1]. Al aplicarse la prueba, la aplicación determina automáticamente que un estudiante presenta "rezago lector" cuando, estando a mediados de segundo básico, arroja un desempeño en comprensión lectora inferior al mínimo esperado para finales de primero básico [1]. Al detectar esta condición, el software activa de forma automática las subpruebas específicas para evaluar los subprocesos lectores básicos del menor [1]. Debido a esta lógica, el informe divide la tasa de rezago de dichos subprocesos en dos grandes grupos de análisis, cuyos resultados comparativos se detallan en la Tabla 1:

- **Porcentaje de rezago general:** El porcentaje de atraso general calculado sobre el total de la muestra evaluada por la plataforma.
- **Porcentaje de rezago en niños con baja comprensión lectora:** El porcentaje de atraso calculado exclusivamente dentro del subgrupo de alumnos que la plataforma detectó con un nivel deficiente en comprensión lectora, activando sus pruebas de subprocesos.

Tabla 1: Comparativa de niveles de rezago en subprocesos lectores evaluados en estudiantes de 2.° básico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de “RADIOGRAFÍA DE LA LECTURA EN 2DO BÁSICO” [1].

Subproceso Lector Evaluado	¿Cómo se evaluó?	% de rezago (todos los estudiantes)	% de rezago en niños con baja comprensión lectora
Reconocimiento de palabras frecuentes	Identificación de la forma escrita de una palabra escuchada entre distractores visuales.	62%	88%
Vocabulario	Asociación de palabra escuchada con una de cuatro imágenes	40%	58%

Concepto de lo impreso	Identificación de título, autor, puntuación, direccionalidad y relación texto-imagen.	63%	89%
Comprensión auditiva	Preguntas literales e inferenciales sobre un texto narrativo/informativo escuchado.	9%	12%

Un hallazgo fundamental es que la gran mayoría de los estudiantes posee una comprensión auditiva adecuada para su nivel. Esto indica que los niños cuentan con las capacidades para identificar ideas principales y realizar inferencias, pero experimentan dificultades críticas al momento de leer el texto por sí mismos.

El problema central identificado es el déficit en el **reconocimiento de palabras frecuentes**, donde un 62% de los estudiantes muestra un desempeño inferior al esperado para primero básico. Cuando un niño no ha automatizado la lectura de palabras, dedica toda su atención y esfuerzo mental a la tarea de identificar letras y sonidos de forma aislada [28]. Como consecuencia directa, le queda poca energía mental disponible para comprender el significado general de la oración o del texto [1].

El manejo del **vocabulario** emerge como una barrera crítica, con un 40% de rezago general que se agudiza al 58% en el grupo crítico. El desconocimiento de palabras fundamentales impide que el estudiante conecte la palabra que está leyendo con un concepto o conocimiento que ya tenga en su mente [29]. Este déficit se agrava en contextos de vulnerabilidad socioeconómica, generando una brecha que se ensancha progresivamente a medida que los textos escolares aumentan en complejidad [1].

Esta situación representa un obstáculo para la transición de *aprender a leer* hacia *leer para aprender*. La investigación advierte que los estudiantes con dificultades para leer a fines de primero básico tienen un 88% de probabilidad de continuar con problemas de lectura en cuarto básico si no reciben apoyo oportuno [1].

Estas dificultades inciden también en la motivación lectora. Estudios del CIAE muestran que un 80% de los escolares no se considera un “buen lector” y que quienes presentan mayores dificultades perciben la lectura como una tarea de alta demanda cognitiva y escasa gratificación [30]. Al respecto, se explica que es necesario trabajar la lectura de manera explícita, reforzando positivamente el esfuerzo e incorporando actividades abordables que mejoren la percepción de logro del estudiante. Esto confirma que la comprensión es una “actividad motivada” —es decir, intencional y dependiente del esfuerzo—, por lo cual se requiere formar lectores que aprecien la gratificación de leer y se sientan capaces de completar las actividades propuestas [30].

En síntesis, el análisis de estos datos permite perfilar al usuario de este rango etario como un **lector emergente que aún no lee de manera independiente**. El niño posee una sólida capacidad de procesamiento del lenguaje oral, pero su procesamiento del lenguaje escrito se encuentra aún en una fase de consolidación que le exige un costo atencional elevado.

Por otro lado, la frecuencia de lectura en el hogar, la narración de cuentos y la disponibilidad de material impreso se relacionan directamente con el contexto socioeconómico y educativo de las familias [31]. Por ejemplo, mientras en hogares de mayores ingresos una proporción significativa de niños dispone de más de diez libros, en contextos de menores ingresos esta exposición tiende a ser considerablemente menor, generando brechas tempranas en la familiaridad con el lenguaje escrito.

Por lo tanto, el usuario real de este sistema no responde a un estándar homogéneo, sino a distintos niveles de habilidades donde el apoyo oral y el soporte visual son fundamentales para compensar las dificultades al leer. En consecuencia, el perfil de estos niños se caracteriza por requerir estímulos alternativos al texto escrito para comprender su entorno, demandando herramientas que se adapten a sus ritmos individuales de aprendizaje y que mitiguen la frustración frente a la falta de autonomía lectora.

4.2 Ecosistema digital e intereses infantiles

A continuación, se analiza el ecosistema digital y los intereses infantiles contemporáneos, con el fin de identificar los referentes tecnológicos, culturales y de consumo que influyen en las expectativas y formas de interacción de los niños.

4.2.1 Acceso temprano a tecnología

Chile se ha consolidado como una sociedad altamente conectada, donde la tecnología móvil ha desplazado progresivamente a otros medios de interacción. El acceso a dispositivos digitales comienza a edades cada vez más tempranas. Según el *Informe de Radiografía Digital*, un 83% de los niños y niñas entre 6 y 12 años declara tener acceso recurrente a un smartphone, aunque este acceso no necesariamente implica propiedad del dispositivo [33].

El principal medio de acceso a la tecnología corresponde a las tablets o teléfonos móviles de los padres, lo que impulsa una inserción tecnológica significativamente temprana. Esto se evidencia en la Figura 12, donde se observa que el 55% de los niños y niñas comienza a interactuar con dispositivos electrónicos a la edad de 7 años o menos. Este contacto inicial se consolida con una edad promedio de inicio fijada en los 7,2 años, mientras que la autonomía digital individual aparece posteriormente, con una edad promedio de 9,7 años para la obtención del primer teléfono celular propio. En conjunto, estos antecedentes evidencian una exposición temprana a dispositivos digitales, lo que favorece una familiaridad progresiva con interfaces táctiles y entornos móviles.

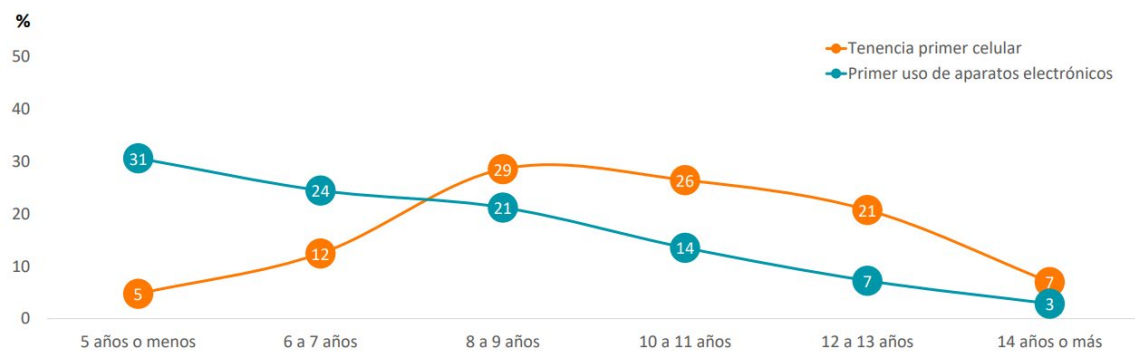


Figura 12: Edad de primer uso de aparatos electrónicos y tenencia de primer teléfono móvil (Base total 2025: 1577 casos)

Fuente: Claro Chile [32].

4.2.2 Plataformas digitales y consumo de contenido

El consumo digital infantil en Chile está fuertemente mediado por plataformas globales, con una importante presencia de contenidos asociados al *gaming* y referentes regionales. Los datos presentados a continuación corresponden principalmente a niños y niñas entre 8 y 12 años, pero permiten identificar tendencias relevantes para comprender el ecosistema digital infantil en edades cercanas al rango objetivo de esta investigación. YouTube se posiciona como la plataforma dominante en el consumo infantil. En este ecosistema, los *influencers* no solo cumplen un rol de entretenimiento, sino que también funcionan como figuras de referencia que influyen en el lenguaje, los juegos y las prácticas culturales de los niños [33].

En la industria de los videojuegos, los entornos virtuales interactivos y de mundo abierto se han consolidado como parte importante del consumo digital infantil. Según el reporte *Top Brands U18s 2025* de KidsCorp, Roblox lidera las preferencias generales, seguido por Minecraft y Garena Free Fire [33]. Esta tendencia se ha mantenido de forma sostenida en el tiempo: ya en 2022, Roblox se posicionaba como el videojuego favorito entre niñas chilenas de 6 a 12 años, alcanzando un 32% de preferencia [34].

Al analizar los datos del 2025 por rango etario, se observa que *Minecraft* destaca en el segmento de 6 a 12 años, mientras que videojuegos como *Garena Free Fire* concentran su presencia principalmente en adolescentes. Esto resulta relevante para esta investigación, ya que evidencia que las experiencias basadas en exploración, creatividad e interacción social tienen una fuerte presencia en el grupo infantil donde se sitúa el rango objetivo de 6 y 7 años.

4.2.3 Personalización, coleccionismo e identidad infantil

En la infancia temprana, la exploración del entorno y la construcción de intereses personales suelen manifestarse mediante dinámicas de juego, clasificación y colección de objetos significativos. Estas prácticas permiten a niños y niñas expresar preferencias,

organizar información y establecer vínculos emocionales con elementos asociados a su identidad e intereses.

En el ámbito local, iniciativas orientadas al trabajo con infancias, como el proyecto “Gabinete de Curiosidades” desarrollado por Cecrea y la Universidad Autónoma de Chile, han evidenciado que las prácticas asociadas al coleccionismo favorecen procesos de exploración, observación y apropiación personal [35]. El proyecto identificó una relación entre las colecciones y la construcción identitaria infantil, donde los objetos funcionan como extensiones de intereses, vínculos afectivos y formas de autoexpresión.

Estas dinámicas continúan presentes en las experiencias culturales y digitales contemporáneas. En plataformas como Roblox o *Minecraft*, la personalización de avatares, la obtención de elementos virtuales y las mecánicas de progresión permiten que los niños expresen identidad e intereses mediante objetos digitales. De manera similar, fenómenos asociados a la cultura pop infantil —como cartas coleccionables, figuras, álbumes, *photocards* vinculadas al *K-pop* o juguetes coleccionables como *SuperZings*— reflejan una fuerte valoración de la personalización, la acumulación y la diferenciación visual como formas de participación social y expresión individual.

Desde la perspectiva del diseño de experiencia de usuario, estos antecedentes sugieren que mecánicas basadas en exploración, desbloqueo de elementos, personalización y progreso visible pueden constituir estrategias efectivas para fortalecer la motivación y el involucramiento en aplicaciones educativas dirigidas a este grupo etario.

4.3 Observación de usuarios en el contexto escolar

Como parte del proceso de desarrollo de ARmadillo, se realizó una instancia de observación directa con usuarios en un entorno educativo real, cuyos resultados son posteriormente integrados a este análisis para complementar las fuentes teóricas.

La actividad se llevó a cabo en el Colegio Santa Catalina Labouré, ubicado en Santiago, y fue coordinada junto a la profesora Carolina Pérez. La sesión se realizó el 27 de noviembre de 2024 con la participación de 34 estudiantes de segundo básico. La jornada tuvo una duración aproximada de dos horas de clases, desarrollándose en horario de mañana, previo al almuerzo. Durante la actividad, los estudiantes interactuaron directamente con la aplicación, lo que permitió observar comportamientos de uso, dinámicas de interacción, y principales dificultades durante la experiencia.

Si bien inicialmente se buscó mantener una postura no intrusiva inspirada en la técnica *Fly-on-the-wall*², la naturaleza dinámica del aula y la edad de los participantes requirió que el equipo actuara como guía de la actividad, recibiendo consultas directamente por parte de

² Método de investigación cualitativa basado en la observación no intrusiva, donde el investigador registra de forma pasiva el comportamiento y las interacciones naturales de los usuarios en su entorno, sin intervenir ni interactuar con ellos.

los estudiantes. Considerando esto, las observaciones no se registraron de forma simultánea. En su lugar, se optó por un levantamiento de información retrospectivo.



Figura 13: Registro del entorno durante la sesión en aula.



Figura 14: Interacción de estudiantes con la aplicación ARmadillo en aula.

Para el registro y análisis de la experiencia se utilizó de forma integrada la matriz **AEIOU** y un **Diagrama de Afinidad** (*Affinity Diagram*). Esta combinación permitió organizar las observaciones de campo en notas adhesivas clasificadas por color (ver [Anexo B](#)), facilitando la agrupación de los hallazgos:

- **Actividades (Verde):** Tareas y acciones específicas que los niños intentan realizar.
- **Entorno (Celeste):** El espacio físico del aula, el ruido y la dinámica de la sala.
- **Interacciones (Rosado):** Las relaciones y flujos de comunicación de los niños con la interfaz, sus pares o los adultos.
- **Objetos (Morado):** Dispositivos, materiales, elementos que hay en el entorno.
- **Usuarios (Amarillo):** Las conductas, preferencias y actitudes de los estudiantes.

A partir del ordenamiento de las anotaciones, se definieron cuatro *clusters* (o agrupaciones temáticas) principales que sintetizan los patrones emergentes observados durante la experiencia, los cuales se resumen a continuación en este apartado.

Exploración impulsiva

La mayoría de estudiantes interactúan de manera natural con mecanismos de interacción táctil ya internalizados. Se observó que el atractivo y la novedad de los modelos 3D capturan la atención principal de los usuarios, generando una exploración rápida, basada en prueba y error, donde predomina la acción por sobre la lectura o interpretación de instrucciones. Aunque algunos estudiantes leen instrucciones en silencio, pero esto no constituye el patrón dominante.

Apoyo externo

La resolución de problemas durante el uso de la tecnología no tiende a ser individual. Ante dificultades en la realización de una actividad, los niños no suelen buscar soluciones autónomas; en su lugar, el patrón dominante es externalizar la consulta de inmediato, recurriendo de forma constante a la profesora o a los evaluadores presentes (el grupo ARmadillo) en la sala como su principal de apoyo para poder avanzar.

Novedad de la RA

Aunque los niños muestran una alta familiaridad y hábito de uso con las pantallas táctiles planas, les cuesta trasladar esa experiencia al espacio físico. Acciones como mover el dispositivo para buscar elementos virtuales, mantener la cámara despejada sin taparla con las manos (ya sea con los dedos o por el obstáculo de la carcasa) o coordinar el movimiento del cuerpo con lo que se muestra en la pantalla no son automáticas y requieren un poco más de aprendizaje, por lo que les tomó un poco de tiempo acostumbrarse.

Activación colectiva

La experiencia logra un alto compromiso y motivación, involucrando incluso a los estudiantes habitualmente desinteresados. Sin embargo, esta activación ocurre bajo una fuerte sobreestimulación por el ruido y gran cantidad de movimiento, lo que dificulta la regulación de la atención. Por lo tanto, al aula requiere de intervención extra a lo habitual para ser modulada.

4.4 Elaboración de *User Personas*

Con el objetivo de sintetizar los hallazgos de la investigación y facilitar la toma de decisiones, la información recolectada se tradujo en dos perfiles de *User Persona*. Estos perfiles integran características, comportamientos, motivaciones y contextos de uso relevantes, funcionando como una síntesis de los patrones observados en los usuarios.

Uno de sus principales propósitos es humanizar la información obtenida durante la investigación, transformando datos dispersos en perfiles con los que sea posible empatizar durante el proceso de diseño. Esto facilita la toma de decisiones, ya que permite mantener al usuario presente de manera constante, evitando que el diseño se base únicamente en abstracciones o generalizaciones. Los perfiles detallados pueden consultarse en el [Anexo C](#), a continuación se presenta una síntesis de cada uno:

Perfil de motivación intrínseca (Javiera - 6 años):

Representa al estudiante que posee un interés genuino por las narrativas, los cuentos y el contenido de las historias, pero que experimenta una brecha de autonomía técnica. Javiera tipifica al usuario que se ve frenado por la frustración de leer lento o el cansancio de la lectura tradicional, dependiendo de un adulto para avanzar.

- **Aporte al diseño:** Su perfil justifica el desarrollo de funciones de andamiaje pedagógico y feedback auditivo/visual en la app, permitiéndole progresar de manera independiente y mantener vivo el hilo de la historia sin frustrarse.

Perfil de motivación extrínseca y tecnológica (Martín - 7 años):

Representa al usuario nativo digital, habituado a los flujos de estímulo-respuesta rápida de los videojuegos y el contenido multimedia interactivo. Martín ya domina la lectura mecánica, pero experimenta una brecha de enganche (*engagement*): la lectura en formatos tradicionales (estáticos y planos) le resulta monótona en comparación con las pantallas. Su objetivo es la eficiencia (terminar rápido) para volver a sus intereses lúdicos.

- **Aporte al diseño:** Su perfil justifica la gamificación de la interfaz, el uso de dinámicas competitivas o de superación de niveles, y el aprovechamiento de la RA como un puente que transforma el texto plano en un entorno inmersivo y estimulante.

CAPÍTULO 5: TESTEO DE LA APLICACIÓN

Este capítulo detalla el marco metodológico diseñado para evaluar la experiencia de usuario de ARmadillo con estudiantes de primero y segundo básico. En él se especifican los referentes teóricos de interacción niño-computador que fundamentan las pruebas, el diseño de las sesiones de testeo y los instrumentos de recolección de datos seleccionados.

5.1 Diseño y planificación de las pruebas

Como marco de trabajo para la toma de decisiones metodológicas y de interacción, se utilizó la investigación documental de Banker y Lauff [36], quienes consolidan y sintetizan las mejores prácticas de evaluación infantil propuestas en la literatura clásica de CCI. A partir de estos referentes, se seleccionaron las normativas pertinentes para el contexto tecnológico de ARmadillo. Estas directrices buscan que el testeo sea lo más amigable, realista y cómodo posible para el niño. Para ello, se establece que las sesiones se realicen preferentemente por la mañana para evitar el cansancio de la tarde, en un entorno familiar y libre de ruidos. Durante la prueba, se prioriza que el facilitador mantenga una postura neutral, no le entregue las respuestas de inmediato al menor —sino que lo anime a intentar un poco más o le lea si tiene dificultades—, y que use instrucciones directas en vez de preguntas que puedan causarle dudas. Finalmente, al terminar, se contempla una retribución o pequeño regalo en agradecimiento por su ayuda para encontrar los errores de la aplicación. El detalle de las directrices que rigen esta evaluación se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2: Directrices metodológicas de Interacción Niño-Computador aplicadas al testeo de ARmadillo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Banker y Lauff [36].

Fase del Testeo	Directrices Aplicadas
Planificación	El entorno de prueba debe ser cómodo para el estudiante, pero mantenerse libre de distracciones.
	El equipo de observación (cámaras de video o grabadoras de audio) debe posicionarse de manera discreta y no intrusiva.
	Utilizar apoyo visual (imágenes) para explicar qué tipo de información se busca obtener del niño, manteniéndolas a la vista como referencia durante la prueba.
	Considerar los niveles de energía del usuario: programar las sesiones preferentemente durante las mañanas, dado que los niños presentan mayor fatiga después de almorzar.
	Planificar el testeo en un horario que refleje fielmente el momento de uso real de la aplicación, llevándolo a cabo en un entorno conocido por el menor.
	Asegurar la familiaridad con el espacio de prueba, priorizando locaciones que el estudiante ya conozca previamente para reducir la ansiedad.
Introducción	Emplear una conversación informal inicial para establecer una relación de confianza
	Contar con un guion.
	Enfatizar que se está evaluando el producto y no al niño, destacando la importancia de su rol para generar motivación.
	Introducción debe ser natural para relajar al usuario.
Durante el testeo	Redirigir las consultas de los niños respondiendo con nuevas preguntas por parte del facilitador.
	Para iniciar una nueva tarea, evitar preguntar si el niño desea hacerlo; utilizar instrucciones directas como "Ahora necesito que..." o "Vamos a hacer esto".

	Si el uso del producto requiere lectura y el menor presenta dificultades, el facilitador puede leer por él, asegurándose de no entregar las respuestas.
	Permitir la presencia de los padres informándoles cómo no interferir.
	Disponer de una lista de respuestas apropiadas para interactuar, manteniendo disposición a improvisar. Alentar al usuario a intentar un poco más antes de ofrecer ayuda.
	Considerar que surgirán necesidades o deseos imprevistos que reducirán el tiempo efectivo de la prueba.
	El moderador debe mantener neutralidad en vestimenta, tono y lenguaje corporal, ajustándose simultáneamente al nivel de energía del niño.
	Si el menor responde para complacer al moderador, se le debe desafiar de forma amistosa.
	Monitorear y registrar continuamente el estado de ánimo.
Después del testeo	Realizar preguntas de seguimiento breves y limitadas en cantidad.
	Recalcar lo útil que fue su participación para identificar los errores del producto y entregar un obsequio o retribución en agradecimiento.

Por otro lado, se definió un grupo de 8 estudiantes para la muestra (4 de primero básico y 4 de segundo básico) con el fin de identificar la mayor cantidad de problemas de usabilidad. Si bien los consensos metodológicos tradicionales en pruebas de usabilidad sostienen que bastan 5 usuarios para detectar el 80% de los errores de una interfaz [37], esta proporción cambia con niños debido a su naturaleza exploratoria y a una tasa de detección individual más baja [37]. Por ello, para filtrar conductas aisladas y consolidar patrones recurrentes, los autores recomiendan muestras cercanas a los 8 participantes para alcanzar el mismo umbral del 80% [37].

Asimismo, la planificación requirió estructurar el flujo de ejecución de los participantes, el cual se diseñó para seguir la secuencia lógica de la aplicación. Esto consideró el paso sucesivo por dos actividades principales de unidad, una actividad de cierre, una visita a la tienda, y la decoración de la casa rodante. Este orden se detalla en la Tabla 3. La selección de estas dinámicas se acotó para evaluar distintos mecanismos de interacción y evitar redundancias; por ello, se omitieron actividades (como inferencia) que comparten el mismo sistema de selección que las ya incluidas (como interrogación). De esta forma, el flujo replicó linealmente el ciclo de juego: realizar las actividades, acumular estrellas y evaluar inmediatamente la usabilidad del sistema de recompensas y personalización.

Tabla 3: Secuencia de tareas ejecutadas durante el testeo de ARmadillo

Fuente: Elaboración propia

Orden	Tarea a realizar	Nivel Educativo
1	Caza Palabra	Ambos niveles
2	Interrogación de Texto (Comprensión Explícita)	Ambos niveles
3	Actividad de Cierre de Unidad	1.º Básico: Clasificación de palabras 2.º Básico: Escritura espontánea
4	Visita a la Tienda y Sistema de Recompensas	Ambos niveles
5	Personalización de la Casa Rodante	Ambos niveles

5.2 Protocolo de interacción

El protocolo de interacción define las pautas de comunicación y los criterios de intervención durante las pruebas. En este caso, se estableció un rol de acompañamiento con la intención de generar un ambiente de confianza que favorezca la interacción natural de los niños con la aplicación.

Para estructurar la comunicación, se diseñó un guion introductorio para establecer confianza y explicar la actividad. Asimismo, para evitar inducir acciones o sesgar la evaluación, se definió una pauta de respuestas predefinidas ante dudas o bloqueos. Si surgen preguntas no contempladas inicialmente, estas se deben incorporar iterativamente a la pauta para estandarizar la respuesta ante futuros participantes.

Se descartó la técnica de *Think-Aloud* (pensamiento en voz alta) —que consiste en solicitarle al usuario que verbalice sus pensamientos y acciones en tiempo real mientras interactúa con la interfaz—, ya que muchos niños presentan dificultades para seguir los protocolos de usabilidad tradicionales [22] [37]. Además, al tratarse de una aplicación educativa que requiere que el estudiante procese elementos en RA, lea textos y responda preguntas pedagógicas, sumarle la tarea de verbalizar sus decisiones puede complejizar la experiencia, ya que desde la perspectiva de la centración analizada en el marco conceptual, los niños de esta edad tienden a enfocar su atención en el aspecto más llamativo. Por ello, se optó por mantener una dinámica conversacional más natural, en la que si los niños emiten comentarios o preguntas de forma espontánea, se les responde según la lista de respuestas predefinidas.

Asimismo, la pauta de ayuda utilizada durante las sesiones se diseñó con un criterio flexible. Esto se debe a que, con usuarios infantiles, apegarse de forma rígida a un protocolo que prohíba dar asistencia resulta desaconsejable [37]. De acuerdo con las experiencias reportadas por Barendregt y Bekker, los niños pequeños suelen tener dificultades para expresar verbalmente lo que piensan y, ante la falta de comprensión de una interfaz, tienden a quedarse mirando la pantalla en silencio por periodos prolongados. Si el moderador no interviene a tiempo, este comportamiento puede derivar rápidamente en frustración, timidez o incluso el abandono de la prueba [37]. Por ello, ante un bloqueo, se estipula otorgar primero un breve tiempo de exploración autónoma; si la inactividad persiste, el facilitador debe intervenir de forma progresiva con pequeñas indicaciones para continuar con el testeo. El detalle del guion introductorio y la pauta de moderación se encuentran disponibles en el [Anexo E](#).

5.3 Consideraciones éticas de la investigación

Todas las sesiones se proyectaron bajo los principios éticos de investigación con menores de edad. El protocolo exige la obtención del consentimiento informado por parte de los padres o tutores legales (disponible en el [Anexo D](#)). Para garantizar la seguridad del menor, las pruebas contemplan la presencia obligatoria de un adulto responsable en el recinto.

Para resguardar la privacidad de los menores, el registro de datos se limita a la captura de la pantalla y el audio de la sesión, sin registrar los rostros de los niños. Finalmente, como retribución, se estableció la entrega de stickers y un juguete en agradecimiento al finalizar la sesión.

5.4 Metodología de evaluación

La recolección de datos durante las pruebas se realizó a través de:

- **Registro de pantalla y audio:** Grabación de audio y de la pantalla de la tablet usada.
- **Notas de campo:** Registro de apuntes breves en tiempo real sobre los errores, bloqueos o confusiones de los participantes.

Para evaluar la experiencia, se define la adaptación de herramientas del *Fun Toolkit*. El *Fun Toolkit* es un conjunto de instrumentos desarrollado originalmente por Janet Read [38], para recolectar opiniones de usuarios infantiles minimizando la necesidad de lectura y escritura:

- **Smileyometer:** Instrumento que utiliza una escala visual de caras con expresiones para medir la satisfacción y expectación de los niños antes y después del uso de la tecnología [38].
- **Fun Sorter:** Herramienta que permite a los niños jerarquizar y comparar diferentes productos, juegos o actividades tecnológicas en base a constructos específicos (por ejemplo, cuál fue el más divertido o el más difícil), permitiendo medir el nivel de opiniones y enganche del usuario [38].
- **Again-Again:** Matriz visual que se utiliza para evaluar la satisfacción y el disfrute del menor con cada una de las actividades probadas. A través de las opciones "Sí", "Tal vez" o "No", mide la intención del usuario de volver a repetir la experiencia [38].

Respecto a la selección de estos instrumentos, se descartó la aplicación del *Smileyometer*, debido al "efecto techo" identificado en un estudio con niños de 7 a 9 años, el cual señala que los participantes tienden a marcar la puntuación máxima de forma automática [39], lo que reduce la utilidad del instrumento para evaluar de manera confiable a usuarios de menor edad.

5.4.1 Implementación del *Fun Sorter*

Para evaluar la experiencia, se define el uso del *Fun Sorter* con el fin de comparar y ordenar las actividades bajo dos criterios. La dinámica se estructura sobre un tablero físico con una matriz de dos filas y tres columnas, como se puede ver en la Figura 15. Las filas representan los criterios a evaluar: la **facilidad** (dimensión cognitiva y física), orientada a identificar qué tan simple resulta usar la aplicación, dónde se confunden los niños o qué tanto les cuesta manipular el dispositivo; y la **diversión** (dimensión emocional), enfocada en medir el atractivo de la propuesta y su capacidad para mantener el interés del menor durante la actividad.

La evaluación se limita exclusivamente a los módulos de RA por dos razones: primero, para no saturar a los niños con un exceso de tarjetas; y segundo, porque la interacción en entornos 3D representa el principal desafío de diseño y de la cual se dispone de menor evidencia empírica previa. Para ello, se utilizan las tarjetas ilustradas que representan las mecánicas espaciales de ARmadillo, adaptando sus nombres al lenguaje de los participantes:

- **Cámara:** Considera la acción de enfocar un modelo en el espacio y presionar un botón digital de captura en la interfaz gráfica (Escritura Espontánea).
- **Sapos:** Considera la acción de presionar un botón fijo en los bordes de la pantalla mientras el niño mantiene el enfoque del dispositivo sobre una palabra en el espacio (Clasificación de palabras).
- **Animales:** Considera el encuadre y mantenimiento de la estabilidad del dispositivo sobre un objetivo móvil mientras se completa una barra de carga automática (Caza Palabras).
- **Selección:** Considera la precisión física requerida para tocar directamente un modelo 3D flotante en el espacio tridimensional para confirmar una respuesta (Interrogación de texto)

Durante la dinámica, se solicita al estudiante posicionar las tres tarjetas en los casilleros de la primera fila, y luego se repite este proceso para la segunda.

	1°	2°	3°
Facilidad			
Diversión			

Figura 15: Tablero de *Fun Sorter* utilizado para ordenar las actividades.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Implementación de "*Again-Again*" por secciones

Para medir la intención de uso futuro, se define el uso de la herramienta *Again-Again* mediante una adaptación con tarjetas físicas. La experiencia completa de ARmadillo se resume en cuatro tarjetas ilustradas que representan los "módulos":

1. **Historia:** Considera los diálogos introductorios entre los personajes.
2. **Lectura:** Considera la lectura de textos y selección de alternativas.
3. **3D:** Considera la exploración del entorno RA.
4. **Casa:** Considera la personalización de la casa rodante.

Durante la dinámica, se presenta cada tarjeta de forma individual y se solicita al estudiante indicar su disposición a repetir dicha sección en el futuro, seleccionando su respuesta entre las opciones: “Sí”, “Tal vez” o “No”.

El set de tarjetas ilustradas diseñadas para la aplicación de ambos instrumentos se presenta consolidado en la Figura 16.



Figura 16: Set de tarjetas ilustradas utilizadas para las evaluaciones de *Fun Sorter* y *Again-Again*.

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Prueba piloto

Una vez definida la sesión de testeo, se llevó a cabo una sesión piloto con un niño de segundo básico en su domicilio. Esta fase tuvo como propósito validar la viabilidad de la secuencia de tareas y evaluar los instrumentos definidos. Tras evaluar el comportamiento del participante, se tomaron las siguientes decisiones metodológicas:

- Originalmente, el instrumento *Again-Again* se planificó como una matriz en papel. Sin embargo, en la prueba piloto se observó que el participante, al notar que ya había marcado un “No”, modificaba su elección anterior para intentar equilibrar visualmente la tabla. Para evitar esto, se modificó el diseño para preguntar individualmente por cada carta, como se detalló en la Sección 5.4.2.
- Durante el piloto, se observó que la supervisión directa y cercana del adulto presente generó nerviosismo y timidez en el participante. Para evitar esto en las pruebas reales, se acordó que los tutores se podían mantener a una distancia prudente, en un área contigua o dentro de la habitación pero sin intervención directa.
- Como alternativa al *Smileyometer* se había evaluado la escala de "Cinco Grados de Felicidad" [40], que omite las expresiones tristes. No obstante, durante el piloto el participante evitó elegir las opciones con menor puntaje argumentando que

significaba que la aplicación "era mala", por lo que finalmente también se descartó esta herramienta.

5.6 Contexto y entorno de las sesiones de evaluación

Las sesiones de testeo se llevaron a cabo en dos contextos físicos distintos, adaptándose a la disponibilidad de los participantes y resguardando un entorno seguro y familiar para el desarrollo de las actividades.

- **Estudiantes de primero básico (Contexto Doméstico):** Las pruebas con los niños de primero básico se realizaron en sus respectivos domicilios. Por protocolos éticos y de seguridad, se requirió la presencia de los padres o tutores legales en el recinto. Sin embargo, aplicando lo observado en la prueba piloto, se acordó que los apoderados se podían mantener a cierta distancia.
- **Estudiantes de segundo básico (Contexto Escolar):** Para el segundo grupo, las sesiones se llevaron a cabo en las dependencias del Colegio Fundadores de Quilpué. Estas evaluaciones se realizaron durante la jornada matutina, iniciando a las 10:30 horas para aprovechar los periodos de mayor disposición cognitiva de los estudiantes. Durante el desarrollo de las pruebas, los participantes fueron acompañados por profesionales del establecimiento, alternando la presencia entre la asistente de aula y la psicopedagoga del colegio.

Durante el desarrollo de todas las sesiones, se priorizó mantener la atención en el niño para reaccionar a tiempo ante cualquier inconveniente. En la práctica, escribir de forma prolongada en el momento los distraía, ya que los menores pausaban la interacción para preguntar qué se estaba anotando. Por esta razón, el registro durante las sesiones se enfocó en capturar las impresiones generales y reacciones del menor ante cada actividad, complementándose de manera diferida con la revisión posterior de los videos de las sesiones.

Al finalizar esta etapa de testeos, se procedió a realizar una entrevista a la asistente de aula de segundo básico, lo que permitió recoger sus impresiones sobre la pertinencia de la actividad, la dinámica de la sesión y el comportamiento de los estudiantes con la aplicación.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTAS DE REDISEÑO

El presente capítulo expone los hallazgos obtenidos durante las sesiones de prueba realizadas con los usuarios, junto con las propuestas de rediseño desarrolladas para la aplicación ARmadillo. Cabe destacar que todas las propuestas de rediseño y extensiones de este capítulo fueron conversadas y discutidas con la profesora Carolina Pérez, docente que participó en la observación escolar realizada previamente mediante el modelo AEIOU.

6.1 Evaluación de la experiencia

Esta sección presenta los resultados de la experiencia de usuario, evaluando la intención de uso, la facilidad y la diversión percibida por los estudiantes tras interactuar con la aplicación. Los 8 participantes fueron organizados bajo la siguiente nomenclatura:

- **Grupo 1º Básico:** U1, U2, U3, U4
- **Grupo 2º Básico:** U5, U6, U7, U8

6.1.1 Resultados de *Again-Again*

Los resultados obtenidos mediante la herramienta *Again-Again* se consolidan en la Tabla 4, distribuidos por nivel escolar para evaluar la intención de uso de los diferentes módulos de ARmadillo.

Tabla 4: Intención de uso reiterado mediante la herramienta *Again-Again* por nivel escolar (N=8)

Fuente: Elaboración propia.

Módulo	Primero básico			Segundo básico		
	SÍ	TAL VEZ	NO	SÍ	TAL VEZ	NO
Gamificación (Casita/Tienda)	3/4	1/4	0/4	4/4	0/4	0/4
Instancia narrativa (Diálogos)	2/4	2/4	0/4	4/4	0/4	0/4
Lectura	2/4	2/4	0/4	3/4	1/4	0/4
Entorno RA	2/4	1/4	1/4	3/4	0/4	1/4

Como se observa en la sección de primero básico (n=4), el módulo de **Gamificación (Casita/Tienda)** registró una intención de uso mayoritaria. La única respuesta de incertidumbre ("Tal vez") se asoció a la escasez de recursos acumulados durante la sesión y no a la mecánica en sí: "*Quizás porque aún tengo que ganar más estrellas primero porque porque sino no puedo comprar nada*" (U1). Asimismo, se detectó la necesidad de expandir el catálogo de personalización para sostener el interés (U3).

En las filas de **Lectura** e **Instancia narrativa**, las respuestas se dividieron equitativamente entre la aprobación y la duda. Las observaciones indican que el apoyo auditivo incorporado mitiga la frustración inicial de la etapa lectora ("*Me gustan las preguntas. Porque siempre*

me preguntan en el colegio y yo respondo todas acertadas", U4) y genera una recepción favorable hacia el personaje ("*El armadillo habla muy tierno*", U4).

Por último, la fila de **Entorno RA** registró el único rechazo del grupo. El análisis cualitativo indica que la intención de uso en esta mecánica está sujeta a la variedad del contenido visual ("*solo si son diferentes animales e historias*", U1). Adicionalmente, se constató de forma visual que ciertos modelos animados provocaron sobresalto en el participante, interrumpiendo el flujo de la actividad: "*¡Que miedo! Tengo miedo de esto... me da miedo lo que aparece caminando*" (U4).

Al analizar la sección de segundo básico en la Tabla 4, se observa que las filas de **Gamificación (Casita/Tienda)** e **Instancia narrativa (Diálogos)** obtuvieron una aprobación unánime en la opción "Sí". En el módulo de gamificación, si bien la totalidad de los estudiantes aprobó la actividad con una actitud de satisfacción general, se registró el caso único de un participante (U8) que exploró la totalidad de las tiendas y adquirió todos los artículos para decorar su casa por completo. En general, los participantes comentaron que la actividad resultó divertida, sugiriendo como mejora incorporar una mayor variedad de elementos decorativos en el catálogo.

Asimismo, las reacciones revelaron que la dinámica no fue plenamente estimulante: tres de los cuatro niños compraron solo dos objetos y los colocaron en la casa sin mayor interés. A diferencia de los niños de primero básico, este grupo espera una experiencia más dinámica; de hecho, U6 inquirió directamente sobre el desarrollo de la aplicación: "*¿Ustedes van a hacer actualizaciones? ¿Van a poner algo nuevo, como en la tienda no sé?*".

En la fila de **Lectura**, las respuestas se dividieron entre la aprobación y la incertidumbre, donde solo 1 de los 4 usuarios optó por "Tal vez". A través del registro de observaciones (como suspiros y expresiones de alivio al terminar de leer), se detectó que la extensión de los textos resultó excesiva para algunos estudiantes de este nivel. Si bien la mayoría no manifestó un rechazo directo, esta característica fue señalada de manera explícita por el participante U6, quien comentó: "*este sí me gustó, pero no tanto; es que fue mucho leer*".

Por último, en la fila de **Entorno RA**, se constató que solo 1 de los 4 estudiantes registró un rechazo en la opción "No". Aunque el usuario asociado a esta respuesta (U7) no proporcionó mayor retroalimentación cuando se le preguntó por qué, durante la observación de la sesión en la sala de pruebas se registraron signos de desinterés, como la ausencia de risa o sorpresa ante la aparición de los elementos tridimensionales, que fueron comunes en otros usuarios, así como levantarse cuando la actividad todavía no terminaba.

6.1.2 Resultados del Fun Sorter

La Tabla 5 consolida la frecuencia de votos concentrada en los extremos de dicha clasificación, lo que permite visualizar rápidamente si existe una relación entre la facilidad percibida de las actividades y qué tan entretenidas resultan para los usuarios. Cabe precisar que, mientras algunas mecánicas fueron diseñadas desde el inicio para un curso específico,

la actividad de "Interrogación de texto" debió limitarse únicamente a primero básico debido a imprevistos de tiempo con el personal docente en el establecimiento durante las pruebas.

Tabla 5: Matriz de contraste entre usabilidad percibida y preferencia motivacional.

Fuente: Elaboración propia.

Actividad evaluada	Más fácil	Más difícil	Más divertida	Menos divertida
Caza Palabras	1	5	2	0
Clasificación de palabras*	2	0	2	2
Escritura Espontánea*	2	2	2	1
Interrogación de texto*	1	1	0	2

*Nota: Por diseño, "Clasificación de palabras" (n=4) corresponde a 1º básico y "Escritura Espontánea" (n=4) a 2º básico. En el caso de "Interrogación de texto", la muestra comprende solo a 1º básico (n=4) debido a que limitaciones imprevistas de tiempo y personal docente en el colegio impidieron aplicar esta actividad en 2º básico

El "Caza Palabras" fue clasificada como la actividad más difícil por 5 de los 8 usuarios. Sin embargo, esta alta exigencia no se tradujo en rechazo; por el contrario, nadie la dejó en último lugar de preferencias y la mitad de los niños la eligió como su favorita. El movimiento activo funcionó como un elemento lúdico clave, tal como lo confirmó uno de los participantes al explicar que le pareció la más entretenida justamente *"porque tenía que girar más"* (U1).

Por otro lado, la actividad de "Clasificación de palabras" (n=4), de primero básico, no registró votos en la categoría de dificultad y fue seleccionada como la más fácil por dos usuarios. A pesar de esto, las opiniones sobre la diversión se dividieron justo por la mitad, ya que dos niños la eligieron como su favorita y los otros dos como la peor. Esto nos indica que la facilidad no es sinónimo de entretenimiento. Si una actividad no tiene ningún tipo de desafío, puede aburrir rápidamente a quienes buscan un mayor estímulo, lo cual fue articulado con claridad por un participante al justificar su evaluación: *"la de los sapos estuvo fácil pero encontré aburrida porque no me pareció divertida... la dejé en ultimo porque yo quería así como jugar"* (U4).

Con respecto a la actividad de "Escritura Espontánea" (n=4), de segundo básico, los resultados obtenidos en el *Fun Sorter* reflejaron una percepción dividida: Mientras que dos usuarios la identificaron como la actividad más fácil, otros dos la catalogaron como la más difícil. Durante la actividad, dos de los participantes no tuvieron problemas con el teclado de la tablet, mientras que los otros dos dijeron explícitamente que no sabían usarlo, y pidieron ayuda para escribir.

Con respecto a las votaciones, se observa que los dos niños que sabían usar el teclado fueron justamente quienes calificaron la actividad como la más fácil. Sin embargo, resulta interesante destacar que los 4 participantes, independientemente de su nivel de manejo

del teclado, experimentaron demoras en escribir porque no sabían qué ingresar. Esta pausa se alinea directamente con el objetivo de la actividad, que busca incentivar la escritura propia del niño en lugar de la selección de una alternativa. En cuanto al uso de la RA en esta actividad, no se observaron mayores problemas de comprensión espacial por parte de los niños. No obstante, a nivel técnico de la interfaz de RA, sí se detectó un inconveniente específico en la detección del modelo: en algunos casos particulares, el botón para capturar la fotografía del elemento interactivo no aparecía incluso si había un modelo 3D en pantalla.

Finalmente, la sección de RA en la actividad de "Interrogación de textos" (n=4) se situó en una zona de indiferencia motivacional. Si bien solo recibió un voto de dificultad máxima, no logró capturar el primer lugar de preferencia de ningún usuario y acumuló dos votos como la actividad que menos gustó. A diferencia de las otras mecánicas donde la selección está integrada a una dinámica lúdica activa (como atrapar a palabras en movimiento, alimentar al sapo o sacarles una foto a los animales), en esta sección la estructura de interacción imita el formato de una prueba escolar tradicional. Esta similitud con el aula tradicional fue verbalizada explícitamente por uno de los participantes, quien señaló que la actividad se sintió como una "guía" (U1).

6.2 Rediseño reactivo: Diagnóstico y mejoras por eje de interacción

A partir de las sesiones de testeo y la observación directa en terreno, se identificaron los principales hallazgos respecto a la usabilidad y la experiencia de los estudiantes con ARmadillo. A continuación, se presentan de forma directa estos hallazgos junto a las propuestas de rediseño específicas diseñadas para abordar cada oportunidad de mejora.

6.2.1 Actividad "Caza Palabras"

Insuficiencia del texto en negrita para destacar

Se observó que 7 de los 8 participantes no lograron identificar las "palabras destacadas" únicamente por el uso de negrita. Según las observaciones de la asistente que acompañó a los niños, ellos sí comprendían el significado de "destacada", pero el estímulo visual era tan débil que no lograban percibir qué palabra era diferente al resto del texto, obligándolos a preguntar.

- **Propuesta:** Reemplazar el uso exclusivo de la negrita aplicando un color amarillo a la palabra destacada (véase palabras amarillas en la Figura 18) para diferenciar visualmente los elementos seleccionables del resto de la interfaz.

Ausencia de retroalimentación de estado de palabra

Se observó que 4 de 8 participantes intentaron presionar repetidamente palabras que ya habían sido capturadas. Esto ocurrió porque la aplicación solo actualiza un contador de progreso global (ej. "1/3") en la zona superior pero no altera la palabra visualmente (véase parte superior y palabra seleccionada "plumaje" en Figura 17), lo que obliga al niño a recordar sus acciones pasadas.

- **Propuesta:** Al presionar correctamente una palabra, activar una animación donde esta se desplace hacia la zona del contador, el cual aumentará su número en ese instante. Simultáneamente, encerrar la palabra en el texto para retroalimentar que ya fue capturada luego del *tap*, como se ilustra con el ejemplo de “plumaje” en la tercera pantalla de la Figura 18.

"Visión de túnel" frente al entorno RA

Durante la captura de las palabras en RA, 3 de 8 participantes enfocaron su atención exclusivamente en los modelos 3D al empezar la actividad. Al preguntarles si habían entendido la actividad, confirmaron que ignoraron por completo la oración en la zona superior de la pantalla y la barra de progreso inferior, y que no sabían qué hacer. La instrucción previa *"Es hora de poner a prueba tus habilidades en realidad aumentada"* (ver cuarta pantalla de Figura 17) usa el término RA, que solo 2 de los 8 participantes conocían, y no entrega información útil sobre el objetivo de la actividad, que es completar oraciones. Además, dentro de la actividad, la oración a ser completada no incluye audio. Por lo tanto, la primera propuesta es dividir las instrucciones en dos etapas:

1. Reemplazar la pantalla por una intervención del personaje protagonista que actúe como guía y entregue retroalimentación positiva para establecer el nuevo contexto de la actividad, ver la última imagen de la Figura 18.
2. Dentro del entorno de RA, desplegar una animación de 4 segundos que muestre un dispositivo móvil interactuando de lado a lado sostenido por las manos, para no saturar la interfaz, como se ve en la Figura 19.

La segunda propuesta es reproducir el audio de la oración incompleta de forma automática al inicio de cada ejercicio y ampliar el área de captura de la retícula central para que sea más permisiva si el pulso del niño se mueve ligeramente fuera del modelo 3D. Además, para apoyar a quienes ignoraron la barra inferior de progreso, la retícula emitirá un resplandor y un sutil vaivén de tamaño al enfocar un objetivo.

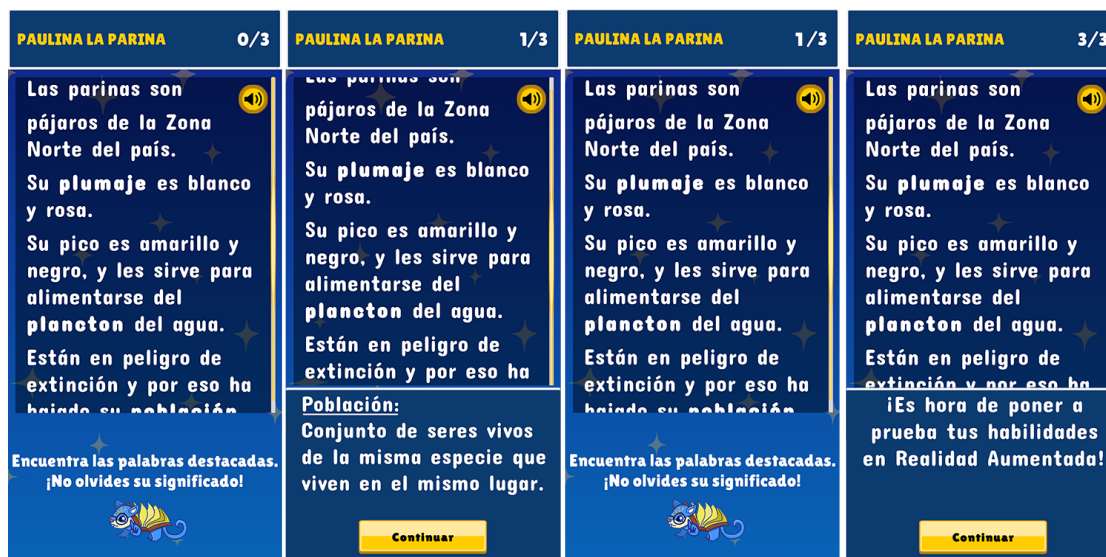


Figura 17: Flujo original de actividad “Caza Palabra”.
Fuente: Elaboración propia.

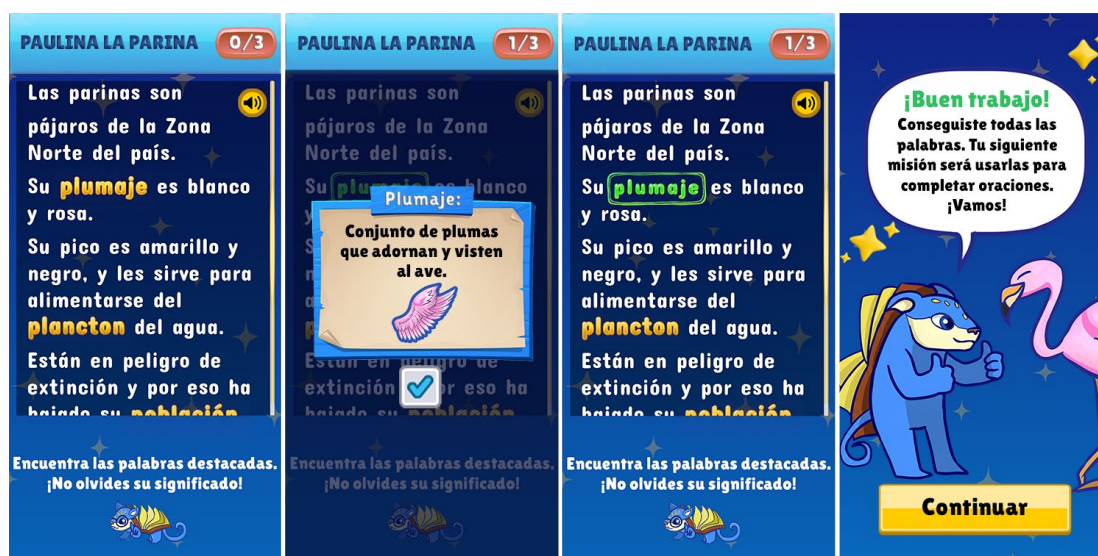


Figura 18: Propuesta de flujo de “Caza Palabra”.
Fuente: Elaboración propia.

Incongruencia visual en el espacio para completar oraciones

La palabra faltante dentro de la oración se representa mediante una línea segmentada que siempre tiene 4 guiones (" _ _ _ _ "), independiente de la longitud real de la palabra correcta. Durante las pruebas, se observó que esto genera confusión, ya que un participante seleccionó la respuesta correcta pero la cambió posteriormente porque la cantidad de guiones no coincidía.

- **Propuesta:** Reemplazar la línea segmentada por una continua que no sugiera una cantidad específica de caracteres. Esta decisión permite eliminar detalles visuales innecesarios o engañosos que puedan generar interpretaciones erróneas. Se

descartó mantener la segmentación con la cantidad correcta para evitar que la actividad se transforme en un ejercicio de conteo visual, evadiendo el objetivo pedagógico.



Figura 19: Línea segmentada original versus propuesta de línea continua y animación guía de movimiento del dispositivo.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Tiendas de recuerdos

Confusión entre elementos informativos y botones

Durante la interacción en la tienda, el total de los participantes intentó comprar los objetos presionando el banner que mostraba el valor de estos, asumiendo que era el botón de compra, en lugar de tocar el objeto en sí, lo que evidencia que el precio tiene características que los niños interpretan como accionables mientras que el objeto no.

- **Propuesta:** Presentar los objetos se presente con un contorno y quitarle el fondo azul y sombras a la etiqueta de precio. Esto permite diferenciar visualmente los elementos presionables del resto de la pantalla.

Falta de claridad en el saldo y en la compra

Al no existir un contador global visible en la pantalla de la tienda, los niños recordaban su cantidad de estrellas basándose únicamente en las ganadas en el último nivel jugado, lo que los llevó a descartar opciones pensando que no tenían suficientes estrellas. Por otro lado, la confirmación visual de la compra no fue inmediata: varios participantes preguntaban si la compra se había realizado, para luego mirar la pantalla de nuevo, notar que el objeto

estaba oscurecido y auto-responderse. Esto demuestra que, aunque los niños notan el cambio visual, la aplicación requiere una señal de éxito más clara.

- **Propuesta:** Mostrar el indicador global de estrellas en la parte superior de la pantalla. Además, activar una retroalimentación auditiva, como un [sonido de recolección](#), ante una compra exitosa. De esta manera, la aplicación confirma que la acción ocurrió cuando el usuario tocó el botón.



Figura 20: Comparación de versión original de la tienda y la propuesta de diseño.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3 Navegación y flujos de interfaz

Pantallas de introducción confusas

Durante la actividad de "Clasificación de Palabras", 2 de los 4 niños de primero básico interpretaron la pantalla de previsualización como el inicio de la dinámica. La simultaneidad entre la instrucción verbal ("*presiona la rana*") y la animación de apoyo (GIF) generó una confusión, provocando que los niños intentaran interactuar de inmediato con las ranas, las cuales eran elementos pasivos. Para solucionar esto, la propuesta consiste en rediseñar el flujo separando la fase de instrucción de la fase lúdica:

1. **Introducción narrativa:** Reemplazar la animación original (ya que no corresponde a un elemento interactivo) por una introducción que use al personaje principal como guía, sin convertirlo en un tutorial, ya que no es recomendado. De esta forma, el personaje contextualiza la pérdida de las letras iniciales, explica el problema e invita al usuario a unirse a la misión junto a los nuevos personajes. Para evitar avances

accidentales, el botón de confirmación permanece inactivo hasta que la animación inicial finaliza. Estas tres pantallas se presentan en la figura 21.

2. **Instrucción en entorno RA:** Reemplazar instrucción original en el entorno RA —que originalmente solo decía "Clasifica las palabras"— por la instrucción exacta de la actividad ("*Apunta a las palabras y elige la sapo con la letra correcta*"), acompañada por su respectivo audio, para que el niño reciba la orden en el momento en que realmente puede ejecutarla. Además, considerar un borde en las palabras, ya que al ser de color claro, pueden perderse en el fondo (ver Figura 22).



Figura 21: Comparación de la introducción para la actividad "Clasificación de palabras": Diseño original con animación pasiva (izquierda) frente a la secuencia narrativa de tres pasos propuesta para el rediseño (derecha).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22: Comparación de instrucción principal en "Clasificación de Palabras" y contorno de palabras en el entorno RA.

Fuente: Elaboración propia.

Control de flujo en diálogos y prevención de saltos accidentales

Durante las sesiones de testeo, se observó que los niños tienden a realizar pulsaciones dobles o aceleradas por accidente. De los participantes, 3 se saltaron líneas completas de diálogo, perdiendo el hilo narrativo antes de que el audio alcanzara a reproducirse.

- **Propuesta:** Implementar un bloqueo temporal en el flujo de los diálogos interactivos. El botón para avanzar a la siguiente línea debe permanecer oculto mientras el personaje esté hablando, y se activará automáticamente solo cuando la locución de ese fragmento de audio haya finalizado por completo.

Falta de distinción visual en estructuras y objetos del mapa

Durante las tareas de navegación, se observó que los niños presentaron dificultades para identificar destinos clave dentro del mapa. Al solicitarles ir a la "casita", 5 de 8 usuarios ignoraron el ícono del menú inferior y la buscaron en el mapa, lo que generó confusión con las tiendas. Si bien la aplicación identifica estos edificios como "tiendas" mediante texto, este solo aparece cuando el armadillo está en la tienda, no antes. Al carecer de distintivos gráficos previos que las distingan desde la vista general, el mapa obliga a los usuarios a navegar por ensayo y error.

- **Propuesta:** Implementar señalética mediante letreros físicos con estética de almacén junto a las tiendas (ver propuesta en la Figura 23). Dado que las edificaciones representan viviendas de pueblos originarios, se busca evitar modificar sus colores. Agregar estos letreros ayuda a conectar las imágenes de la aplicación con elementos que los niños ya conocen del mundo real. Además, se propone identificar el nodo de la tienda con una estrella para que se diferencie de los demás puntos (véanse nodos en la Figura 23).

Dificultades de navegación y percepción visual en el mapa

Durante la interacción con la pantalla del mapa, ninguno de los participantes intentó hacer un *swipe* como primera opción de movimiento en el mapa. De los participantes, 2 no entendieron que para jugar la letra L se debía bajar, y entraron a la letra M. El resto, intentó bajar a través de *taps* sobre los puntos que algunos denominaron como "botones rojos". Luego de ya saber cómo se manejaba, 3 de los estudiantes requirieron asistencia debido a que el dispositivo no reconocía sus gestos. Por un lado, el diseño de las unidades del mapa hizo que se interpretaran como botones; por otro, el gesto de *swipe* presentó dificultades de reconocimiento por parte del sistema al ser ejecutado por los niños.

- **Propuesta:** Implementar flechas de control fijas en los márgenes para el desplazamiento vertical y lateral y eliminar el diseño actual de "botones rojos" en los nodos del mapa para permitir que se diferencien los componentes interactivos de los estáticos, como se puede ver en la Figura 23.



Figura 23: Vista comparativa del mapa de navegación de ARmadillo, que consolida el rediseño de los componentes de control, la señalética comercial de las tiendas y la reestructuración visual de las unidades.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.4 Actividad "Escritura Espontánea"

Brecha de alfabetización digital en el uso del teclado

Durante la actividad de "Escritura Espontánea", se evidenció que 2 de los participantes manifestaron explícitamente no saber cómo utilizar el teclado digital y pidieron ayuda para ingresar el texto, lo que demuestra que las tareas de escritura pueden ser una barrera de uso. Por esta razón, junto a la profesora guía se evaluó trasladar la redacción de oraciones al aula, y modificar la actividad para que en lugar de pedir texto libre, se pida ingresar palabras. Con respecto al teclado, la propuesta es la siguiente:

- **Propuesta:** Implementar un teclado integrado dentro de la aplicación, que cuente únicamente con las letras del abecedario, una barra espaciadora, un botón para borrar y uno de confirmación. Los niños enfrentan la escritura mediante una estrategia de búsqueda visual llamada *caza y picoteo* [14], lo que hace que tener que filtrar visualmente teclas que no van a necesitar sea un obstáculo para la fluidez de la actividad. Tras analizar esta propuesta con la profesora de educación básica del proyecto, se decidió mantener la distribución QWERTY bajo el criterio de que incluso si los niños aún no dominan su uso, este es el formato con el que ya han tenido exposición previa. Asimismo, señaló que no resulta útil enseñarles una distribución alfabética artificial que no utilizarán en los dispositivos reales en el

futuro. La Figura 24 muestra la captura real del teclado durante esta actividad en el testeo y la derecha presenta la propuesta de rediseño.

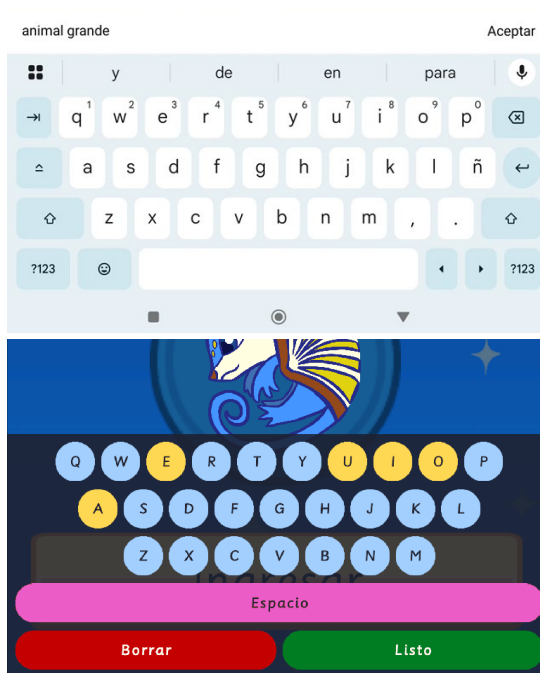


Figura 24: Comparativa del sistema de entrada de texto para la actividad de Escritura Espontánea. A la izquierda, la interfaz original dependiente del teclado nativo del sistema operativo; a la derecha, la propuesta de rediseño con un teclado infantil integrado.

Fuente: Elaboración propia.

Bloqueo de flujo por reglas de sistema invisibles

Al momento de escribir, se detectó una dificultad provocada por una restricción oculta en la aplicación, ya que se pide ingresar un mínimo de caracteres para considerar válida la respuesta pero esto no se le comunica al usuario de ninguna forma. Los dos niños que lograron escribir solos preguntaron “¿Ahora qué?”, ya que el botón para avanzar nunca apareció al no cumplir con el largo mínimo.

- **Propuesta:** Se modifica la interfaz para que se ingresen palabras, y el sistema solo exigirá que el campo de texto no esté vacío para avanzar, como puede ser visto en la Figura 25. El objetivo es evitar frustración por reglas no visibles para el usuario.



Figura 25: Comparación antes y después de la actividad “Escritura Espontánea”.
Fuente: Elaboración propia.

6.3 Extensiones de diseño

Esta sección presenta propuestas de diseño enfocadas en fortalecer la narrativa de la aplicación y anticiparse a posibles pérdidas de interés o desmotivación en los niños.

Introducción narrativa a la tienda

Al ingresar a la tienda por primera vez, el usuario carece de contexto narrativo sobre el lugar. Si bien el diseño visual de las estructuras se inspira en las viviendas de los pueblos originarios, actualmente no existe ningún elemento que transmita esto al niño.

- **Propuesta:** Al acceder a la tienda por primera vez, el personaje guía presentará una narración introductoria. En lugar de explicar mecánicas de interfaz, se narrará la historia de la zona con un enfoque en sus pueblos originarios. En el ejemplo de la Figura 26, las tres primeras pantallas muestran cómo el personaje introduce la geografía y el cielo despejado de la Zona Norte. A partir de este punto, la secuencia continuaría explicando cómo los Atacameños usaban las estrellas para la agricultura (no ilustradas en la figura por simplicidad). La última pantalla muestra el cierre de la intervención para dar paso a la compra de objetos.



Figura 26: Secuencia de pantallas para la introducción narrativa de la tienda (Ejemplo Zona Norte).

Fuente: Elaboración propia.

Resaltado sincrónico de texto para el andamiaje de la lectura

La reproducción de audio que carece de un correlato visual simultáneo en la pantalla limita la posibilidad de que los niños en etapa de alfabetización asocien el hilo del relato con la estructura del texto. Esto provoca que se desaproveche la oportunidad de asociar el sonido con la palabra escrita. Se propone implementar asistencia visual en siguientes secciones:

1. Efecto "Karaoke" en la lectura: A medida que la oración avanza, la palabra pronunciada cambiará de manera sincrónica de color o aumentará su grosor al mismo ritmo de la lectura. Integrar un resaltado actúa como un andamiaje para la lectura, lo cual constituye una práctica recomendada al usar audio en interfaces infantiles.
2. Aparición palabra por palabra en secciones narrativas: En las escenas narrativas, el texto no se desplegará en bloque. En su lugar, las palabras aparecerán de forma progresiva en la pantalla, sincronizadas con el personaje.

Adaptación a las expectativas de actualización y dinámicas de fidelización infantil

Durante las pruebas, se observó que los niños asocian la aplicación con juegos que conocen, como Roblox. Específicamente, dos de los ocho participantes (U3 y U6) manifestaron de forma explícita la expectativa de encontrar novedades o actualizaciones constantes en el sistema. Al no contar la aplicación con nuevas unidades de aprendizaje a corto plazo, se propone utilizar el sistema de recompensas para introducir factores de novedad. Se propone impulsar la personalización y las recompensas a través de las siguientes acciones:

1. **Habitar la casa rodante:** El armadillo estará dentro de este espacio cuando el estudiante lo visite. En las pruebas, un niño preguntó de inmediato: "¿Y dónde está el armadillo?" (U6), mientras que otro se confundió y creyó que el adorno de armadillo que está sobre la mesa era el personaje (U8), lo que muestra que estaban esperando que el personaje se encontrara aquí.

2. **Obtención de elementos por hitos:** El avance en el currículo será un medio para desbloquear nuevos elementos de personalización. Al alcanzar hitos clave, como completar una unidad, el estudiante recibirá un mensaje de felicitación junto con accesorios para el personaje o para la casa, como se observa en la Figura 27.
3. **Personalización del personaje:** Se propone permitir la personalización del armadillo, dejando que el usuario cambie su cara y accesorios. Para acceder a esta función, se incorporó un botón en la parte superior de la interfaz de la casa rodante, como se observa en la Figura 28. Las figuras 29 y 30 muestran la pantalla de selección de estos elementos. Para asegurar que el usuario experimente esta característica desde el inicio, se incluirán opciones básicas por defecto, mientras que otros accesorios se conseguirán mediante el avance en el juego.



Figura 27: Interfaz de felicitación por hito pedagógico completado y entrega del accesorio "chullo" como recompensa.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 28: Propuesta de interfaz del interior de la casa rodante, con el personaje viviendo en el espacio y acceso a su personalización.

Fuente: Elaboración propia.

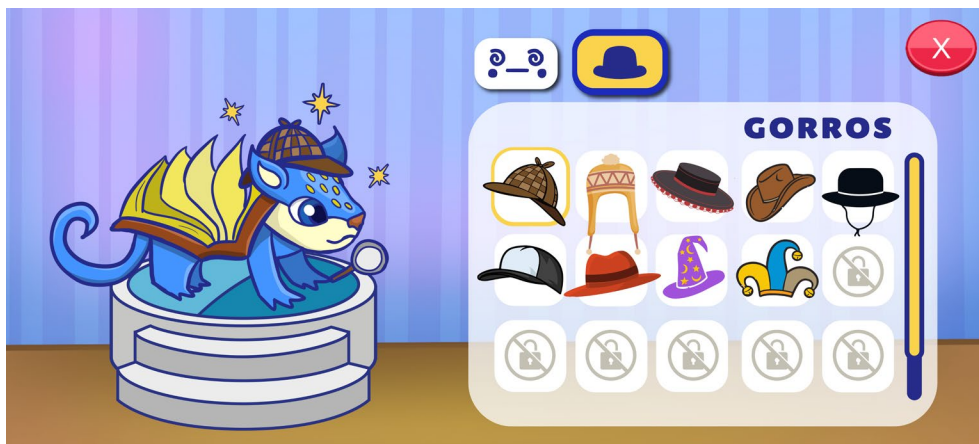


Figura 29: Interfaz de personalización del armadillo, mostrando la categoría de gorros.

Fuente: Elaboración propia



Figura 30: Interfaz de personalización del armadillo, mostrando la categoría de expresiones.

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Síntesis del diagnóstico y trazabilidad de requerimientos

Para facilitar la lectura y tener una vista resumen de todo el trabajo de diseño, la Tabla 6 consolida las propuestas de mejora desarrolladas para ARmadillo. Esta matriz conecta de cada hallazgo o meta de diseño con la dimensión de interacción relacionada, su sustento, y la solución propuesta.

Tabla 6: Matriz de trazabilidad de requerimientos y propuestas de rediseño.
Fuente: Elaboración propia.

ID	Módulo	Hallazgo	Dimensión / Recomendación o sustento	Propuesta de rediseño
MT-01	Caza Palabras	El texto en negrita es insuficiente para identificar las palabras destacadas en el párrafo.	Cognitiva (TIDRC Rec. 13 - Contraste e identificación de accionables).	Aplicar color amarillo de alto contraste a las palabras seleccionables dentro del texto.
MT-02	Caza Palabras	Reintentos de selección de palabras ya capturadas por falta de cambio de estado visual.	Cognitiva (TIDRC Rec. 28 - Retroalimentación visual inmediata tras la interacción).	Generar animación de desplazamiento al contador y encerrar la palabra seleccionada en un contenedor sólido.
MT-03	Caza Palabras	Desorientación en la fase RA ("visión de túnel"): se ignoran textos de instrucciones y barras de progreso.	Cognitiva (Nielsen Norman - Carga cognitiva por alternancia visual. Priorización de audio) [25].	Incorporar audio instruccional, guía de voz del armadillo y animación tutorial (icono de manos moviendo la tablet).
MT-04	Caza Palabras	Confusión con las líneas segmentadas asociadas a la longitud de la palabra.	Cognitiva (TIDRC Rec. 1 - Coherencia perceptual e interpretación directa).	Reemplazar la línea segmentada por una línea continua idéntica para todas las oraciones.
MT-05	Tiendas	Pulsaciones erróneas en la etiqueta de precio asumiéndola como el botón de compra.	Cognitiva (TIDRC Rec. 13 - Distinción de botones / <i>Affordance</i> física).	Dar contorno contrastante al objeto virtual y simplificar la etiqueta de precio eliminando su fondo azul y sombras.
MT-06	Tiendas	Los niños olvidan su saldo de estrellas y dudan si la transacción se completó con éxito.	Cognitiva (TIDRC Rec. 28 - Retroalimentación inmediata del éxito de la transacción y justificado por la necesidad de reducir la carga en la memoria de trabajo mostrando el saldo visualmente).	Mostrar de forma permanente el contador de estrellas global en la tienda y añadir feedback auditivo de compra exitosa.
MT-07	Clasificación de Palabras	Intentos de interactuar con las animaciones pasivas (GIFs) de las	Cognitiva (TIDRC Rec. 16 - Limitar la animación de elementos no interactivos / Rec. 24 - Andamiaje	Rediseñar el flujo en una secuencia guiada por el armadillo en tres pasos y bloquear

		pantallas introductorias.	instruccional activo mediante prompts visuales y auditivos).	temporalmente el avance hasta finalizar el audio.
MT-08	Navegación (Mapa)	Salto accidental de diálogos que provocan la pérdida del hilo narrativo.	Física / Cognitiva (Sin recomendación específica en TIDRC / Justificado por prevención de omisión accidental de información importante).	Bloquear temporalmente el botón de avance de diálogo mientras la locución de audio esté en reproducción activa.
MT-09	Navegación (Mapa)	Dificultad para localizar la "casita" y diferenciarla de las tiendas físicas en el mapa interactivo.	Cognitiva (TIDRC Rec. 1 - Metáforas visuales claras del mundo real).	Incorporar letreros físicos ("Tienda") junto a las estructuras y diferenciar el nodo con un icono de estrella.
MT-10	Navegación (Mapa)	No se realiza el gesto de <i>swipe</i> en el mapa e intentan presionar los nodos como botones	Física (Sin recomendación específica en TIDRC, justificado por dispositivo no detectando el movimiento el <i>swipe</i> en niños).	Integrar flechas fijas para el desplazamiento de pantalla y rediseñar los nodos para eliminar la estética de botón.
MT-11	Escritura Espontánea	El teclado nativo del sistema operativo abruma visualmente, resta espacio útil y dificulta la escritura.	Física / Cognitiva (Sin recomendación específica en TIDRC. Justificado por el rechazo de los usuarios, evitar botones pequeños y teóricamente por la estrategia de escritura <i>hunt-and-peck</i> [14]).	Implementar un teclado infantil integrado y simplificado dentro de la aplicación con distribución QWERTY.
MT-12	Escritura Espontánea	Bloqueo del flujo del software debido a restricciones de caracteres invisibles para avanzar.	Cognitiva (Sin recomendación específica en TIDRC, justificado por prevención de frustración por barreras invisibles, mantener congruencia con habilidades de escritura).	Eliminar mínimo de caracteres, y habilitar el botón "Avanzar" si el campo no está vacío.
MT-13	Tiendas (Narrativa)	Falta de contexto e identidad sobre las zonas geográficas y los pueblos originarios al ingresar por primera vez.	Cognitiva / Emocional (TIDRC Rec. 3 - Personajes como agentes pedagógicos de guía)	Agregar una introducción narrativa dirigida por el armadillo protagonista que explique la historia de la zona al entrar a la tienda.
MT-14	Lectura (Asistencia visual)	Dificultad para asociar el audio de la lectura con la estructura del texto en niños en etapa de alfabetización.	Cognitiva (TIDRC Rec. 37 - Resaltado dinámico multisensorial / Rec. 40 - Componentes visuales complementarios al audio).	Implementar el efecto "karaoke" (cambio de color/grosor de la palabra leída) y aparición progresiva del texto en escenas narrativas.
MT-15	Casa Rodante (Fidelización)	Expectativa de los niños de actualizaciones, novedades y personajes	Emocional (TIDRC Rec. 54 - Personalización del entorno para	Incorporar al armadillo físicamente dentro de la casa rodante para que el usuario pueda

		activos en el espacio personal.	estimulación motivacional intrínseca)	interactuar con él y personalizarlo.
MT-16	Recompensas	Riesgo de pérdida de interés a largo plazo y necesidad de celebrar los logros pedagógicos.	Emocional / Cognitiva (TIDRC Rec. 31 - Andamiaje y refuerzo positivo / Rec. 33 - Recompensas vinculadas al avance real)	Entregar accesorios de personalización mediante pantallas de felicitación al completar hitos pedagógicos clave.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente capítulo expone la síntesis final de la investigación. En primer lugar, se evalúa el nivel de cumplimiento de los objetivos planteados. Posteriormente, se presentan los aprendizajes y conclusiones derivadas del trabajo, seguidas por los alcances, limitaciones y recomendaciones para la continuidad del proyecto ARmadillo.

7.1 Cumplimiento de objetivos

El desarrollo de esta investigación permitió resolver los tres objetivos específicos planteados originalmente, validando el cumplimiento del objetivo general de la memoria. En primer lugar, el objetivo de **"Investigar y caracterizar los patrones de interacción y desarrollo cognitivo de niños chilenos de 6 y 7 años frente a interfaces digitales educativas, integrando los lineamientos de la disciplina CCI para establecer los requerimientos de diseño del proyecto"** fue logrado. Este hito se materializó mediante la caracterización del contexto real de los estudiantes, complementando la investigación bibliográfica sobre el rezago lector y el consumo digital infantil en Chile con las observaciones directas en la sala de clases. A partir de este levantamiento y del análisis de los datos, se construyeron los perfiles de *User Persona* correspondientes. Esta caracterización permitió definir un perfil de usuario local, el cual sirvió como base y justificación para diseñar las propuestas de mejora.

Posteriormente, se cumplió el objetivo de **"Evaluar la versión actual de ARmadillo mediante pruebas de usuario con niños, identificando sus principales problemas de interacción"**, mediante la ejecución de las sesiones de evaluación en terreno en el establecimiento educacional y en los domicilios correspondientes. A través de la aplicación del *Fun Toolkit* y la observación directa, se levantaron datos conductuales. Este proceso permitió identificar las principales barreras de interacción de la aplicación actual.

Finalmente, el objetivo de **"Elaborar las especificaciones de diseño y el prototipado de pantallas clave, incorporando principios de CCI para resolver los problemas de interacción identificados y favorecer la dimensión emocional"** se logró mediante el desarrollo de los prototipos de rediseño para las pantallas clave de la aplicación. Estas propuestas visuales y de interacción abordan los problemas detectados en las pruebas, sirviendo como guía para que los desarrolladores puedan implementar las mejoras en la herramienta.

7.2 Aprendizajes de la investigación

Uno de los hallazgos más significativos del testeo con el *Fun Sorter* fue que, en la interacción infantil, la facilidad de uso no es sinónimo de diversión o enganche. Actividades que presentaron menores barreras de usabilidad (como *Clasificación de palabras*) fueron percibidas como aburridas por carecer de desafío pedagógico o lúdico. Por el contrario, actividades con alta demanda de interacción física y espacial (como *Caza Palabras*), a pesar de ser clasificadas como las más difíciles, resultaron ser las preferidas de los niños. Se concluye que el diseño UX para la infancia no debe buscar la eliminación absoluta del

esfuerzo, sino plantearles un desafío que sea alcanzable y que los mantenga motivados a esforzarse y aprender sin llegar a frustrarse. Para ello, este desafío debe ser intrínseco a la actividad pedagógica y no una consecuencia de barreras externas en la interfaz.

Por otra parte, la experiencia evidenció que la versión actual de ARmadillo es una herramienta que los niños de primero y segundo básico pudieron utilizar de manera efectiva. Las pruebas en el colegio y en los hogares mostraron que los niños logran completar las actividades de esta versión y que la tecnología de RA resulta accesible para ellos. Sin embargo, las pruebas también mostraron que la interacción independiente todavía se ve limitada, ya que el diseño actual presenta problemas que obligan a los niños a solicitar ayuda para poder avanzar. El interés que despertó la aplicación se vio reflejado en situaciones concretas de las sesiones, como el caso de un participante que consultó si era posible descargar el juego en su propio dispositivo, y de otro que solicitó a sus padres que se lo instalaran días después de la prueba. Estos hechos sugieren que la propuesta es lo suficientemente clara para ser usada por su público objetivo y genera un interés inicial real, aunque queda pendiente analizar si este enganche se mantiene en el tiempo tras un uso continuo.

7.3 Alcances y limitaciones de la propuesta de solución

Con el fin de definir claramente el marco de este trabajo, se detallan a continuación sus alcances prácticos y las limitaciones identificadas durante el proceso:

7.3.1 Alcances de la propuesta de diseño

El alcance de este trabajo se centra exclusivamente en el diseño de interacción y en la evaluación de la experiencia de usuario. La propuesta final consiste en un diagnóstico detallado de las fricciones encontradas en la aplicación actual y en el desarrollo de pantallas y flujos de navegación rediseñados para solucionar dichos problemas. Este material sirve como una hoja de ruta práctica para que el equipo de desarrollo pueda programar e implementar las mejoras en la interfaz de ARmadillo.

7.3.2 Limitaciones del estudio

Este proyecto presenta tres limitaciones principales en su alcance. En primer lugar, el trabajo presenta la propuesta de diseño, por lo que no contempla el desarrollo del código para una nueva versión de la aplicación. En segundo lugar, al ser el primer testeo directo con niños, la evaluación se limitó a identificar barreras de interacción y percepción general a corto plazo, sin realizar un seguimiento a largo plazo para medir el impacto real en su comprensión lectora. En tercer lugar, este estudio se limita a evaluar la interacción digital con la aplicación. Por lo tanto, queda fuera del alcance cualquier análisis de ergonomía tradicional, como la evaluación de posturas corporales, la fatiga del cuello o brazos de los niños al sostener el dispositivo, o el impacto del mobiliario escolar durante el uso de la RA. Por último, las mejoras se diseñaron para el perfil de la muestra general de primero y segundo básico, por lo que el diseño no contempla adaptaciones para perfiles con requerimientos específicos de accesibilidad o aprendizaje.

7.4 Recomendaciones para el futuro de ARmadillo

Para dar continuidad al desarrollo del proyecto informático a partir del camino trazado en esta investigación, el paso natural es la ejecución técnica de las modificaciones propuestas en esta memoria.

Una vez realizadas las mejoras visuales, auditivas y de navegación sobre la aplicación actual, se debe iniciar un nuevo ciclo de testeo con una muestra equivalente o mayor de estudiantes, consolidando así un proceso iterativo que permita validar la resolución de los problemas detectados.

Por otro lado, durante las sesiones de evaluación, se observó que la RA genera un alto impacto inicial y un factor de sorpresa en los estudiantes. Sin embargo, este "efecto novedad" tiende a diluirse debido a que su uso actual está limitado únicamente a la fase de responder preguntas o seleccionar alternativas.

Como recomendación de diseño para el futuro, se propone aprovechar esta tecnología también durante el proceso de lectura. Esto no implica reemplazar las lecturas planas actuales, sino incorporar, por ejemplo, una actividad específica donde los modelos 3D aparezcan en pantalla mientras se lee o se escucha el relato de un cuento. De esta forma, la RA funciona como un recurso de apoyo para reforzar la asociación de imágenes antes de preguntar por ellas, en lugar de restringir esta tecnología solo al momento de la evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Claro, P. Orellana, J. P. Valenzuela, y D. Fantoni, "Radiografía de la lectura en 2do básico: Resultados de evaluación muestral de la Región Metropolitana 1er semestre 2023 por un Chile que Lee," Human Development Lab, Universidad de los Andes, Santiago, Chile, Working Paper N° 2024004, 2023.
- [2] Agencia de Calidad de la Educación, "Entrega de Resultados Educativos 2025," Ministerio de Educación, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, Informe Técnico, 2025.
- [3] J. Pavišić Véliz, "Radiografía a la lectura en Chile 2025: políticas y propuestas," Acción Educar, Santiago, Chile, Informe Técnico, nov. 2025.
- [4] OECD, *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, Paris, France: OECD Publishing, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- [5] Agencia de Calidad de la Educación, "Evaluación internacional de estudiantes tras la pandemia: Competencia Lectora, Matemática y Científica en estudiantes de 15 años en Chile. PISA 2022," Ministerio de Educación, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, Informe de Resultados, dic. 2023.
- [6] A. Druin, "The role of children in the design of new technology," *Behaviour & Information Technology*, vol. 21, no. 1, pp. 1–25, ene. 2002. Disponible en: http://www.umiacs.umd.edu/~allisond/child_info_tech/Druin-BIT-Paper2002.pdf
- [7] J. Buchner, K. Buntins, y M. Kerres, "The impact of augmented reality on cognitive load and performance: A systematic review," *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 38, no. 1, pp. 285–303, nov. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jcal.12617>
- [8] E. Morfidi y G. Iatraki, "Improving Reading Ability Using Augmented Reality," *Education Sciences*, vol. 15, no. 10, p. 1280, sep. 2025. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/educsci15101280>
- [9] M. Dunleavy, C. Dede, y R. Mitchell, "Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning," *Journal of Science Education and Technology*, vol. 18, no. 1, pp. 7–22, sep. 2008. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- [10] J.-J. Videla-Rodríguez y S. Martínez-Costa, "Diseño y usabilidad de interfaces para entornos educativos de realidad aumentada," *Digital Education Review*, no. 31, pp. 61–79, jun. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1344/DER.2017.31.61-79>
- [11] P. Markopoulos, J. C. Read, y M. Giannakos, "DESIGN OF DIGITAL TECHNOLOGIES FOR CHILDREN", *HANDBOOK OF HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS*. Wiley, pp. 1287–1304, ago. 13, 2021. doi: 10.1002/9781119636113.ch49.
- [12] International Organization for Standardization (ISO), *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*, ISO 9241-210:2010, 2010.
- [13] J. C. Read y M. M. Bekker, "The Nature of Child Computer Interaction," en *Proceedings of Electronic Workshops in Computing*, BCS Learning & Development, jul. 2011. Disponible en: <https://doi.org/10.14236/ewic/hci2011.43>
- [14] S. Chiasson and C. Gutwin, "Design principles for children's technology," *Interfaces*, no. 7, 2005.

- [15] D. Norman y J. Nielsen, "The Definition of User Experience (UX)," Nielsen Norman Group, ago. 8, 1998. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>. [Accedido: mayo 2, 2026].
- [16] M. Hassenzahl, *Experience Design: Technology for All the Right Reasons*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2010. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02191-6>
- [17] A. Berni y Y. Borgianni, "From the Definition of User Experience to a Framework to Classify its Applications in Design," en *Proceedings of the International Conference on Engineering Design (ICED21)*, Gothenburg, Sweden, ago. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/pds.2021.424>
- [18] S. McLeod, "Piaget's Preoperational Stage (Ages 2-7)," Simply Psychology, ene. 24, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.simplypsychology.org/preoperational.html>. [Accedido: mayo 9, 2026].
- [19] S. McLeod, "Concrete Operational Stage," Simply Psychology, jun. 9, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.simplypsychology.org/concrete-operational.html>. [Accedido: mayo 9, 2026].
- [20] N. Spadafora y T. Downes, "Scaffolding in Learning," en *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science*, Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2019, pp. 1–4. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-16999-6_1350-1
- [21] Teach HQ, "Exploring Vygotsky's Zone of Proximal Development," Teach HQ, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://teachhq.com/article/show/exploring-vygotskys-zone-of-proximal-development>. [Accedido: mayo 9, 2026].
- [22] J. P. Hourcade, *Child-Computer Interaction*, 2a ed. Iowa, USA: Juan Pablo Hourcade, 2022.
- [23] N. Soni, A. Aloba, K. S. Morgan, P. J. Wisniewski, y L. Anthony, "A Framework of Touchscreen Interaction Design Recommendations for Children (TIDRC)," en *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children*, Jun. 2019, pp. 419–431. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/3311927.3323149>
- [24] A. Li and T. Fessenden, "Augmented Reality: What Does It Mean for UX?," Nielsen Norman Group, Sep. 18, 2016. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/augmented-reality-ux/>.
- [25] T. Laubheimer, "UX Guidelines for Augmented Reality," *Nielsen Norman Group*, 10 de octubre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/ar-ux-guidelines/>.
- [26] A. E. Lewis Presser, J. Orr, S. N. Gerard, E. Braham, N. Manning, y K. Lesniewicz, "Designing Augmented Reality for Preschoolers: Lessons from Co-Designing a Spatial Learning App", *Education Sciences*, vol. 15, nº 9, p. 1195, Sep. 2025, doi: 10.3390/educsci15091195.
- [27] I. Radu y B. MacIntyre, "Using children's developmental psychology to guide augmented-reality design and usability", 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). IEEE, pp. 227–236, nov. 2012. doi: 10.1109/ismar.2012.6402561
- [28] A. Puente Ferreras, "Neuropsicología de la lectura," Fundación de Neuropsicología Clínica, Buenos Aires, Argentina, 2003. [En línea]. Disponible en: <http://www.fnc.org.ar>. [Accedido: abr. 21, 2026].
- [29] StoryWhys, "The Matthew Effect in Reading and Its Impact on Vocabulary," StoryWhys, feb. 22, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.storywhys.com/post/the-matthew-effect-in-reading>. [Accedido: abr. 18, 2026].

- [30] N. Donoso, "Los 4 tipos de escolares lectores en Chile y por qué incluso los que mejor leen no lo valoran," *El Desconcierto*, oct. 7, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://eldesconcierto.cl/2025/10/07/los-4-tipos-de-escolares-lectores-en-chile-y-por-que-incluso-los-que-mejor-leen-no-lo-valoran>. [Accedido: abr. 21, 2026].
- [31] E. Huber y J. González, "¿Cómo es el ambiente lingüístico y letrado en los hogares chilenos de niños y niñas de 2 a 5 años? Según la Encuesta Longitudinal de Primera Infancia," *Observatorio de la Niñez*, Santiago, Chile, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.observatorioninez.org/mapa/segun-laencuesta-longitudinal-de-primera-infancia-como-es-el-ambiente-linguistico-y-letrado-en-los-hogares-chilenos-de-ninos-y-ninas-de-a-2-a-5-anos>. [Accedido: mayo 16, 2026].
- [32] Claro Chile, "Informe de resultados Radiografía Digital Niños, Niñas y Adolescentes 2025," Claro Chile, Santiago, Chile, Informe Técnico, 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.clarochile.cl/portal/cl/recursos_contenido/pdf/1740414684180-informe-radiografia-digital-nna-2025.pdf. [Accedido: mayo 16, 2026].
- [33] Kids Corp, "Top Brands U18s Chile 2025," Kids Corp, Informe Técnico, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://kidscorp.digital/top-brands-2025/>. [Accedido: mayo 17, 2026].
- [34] P. Durañona, "Día Mundial del Gamer: Roblox es el videojuego favorito del 51% de niñas entre 6 y 12 años en Chile en 2022," *Asociación Nacional de Avisadores (ANDA)*, ago. 26, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://anda.cl/dia-mundial-del-gamer-roblox-es-el-videojuego-favorito-del-51-de-ninas-entre-6-y-12-anos-en-chile-en-2022/>. [Accedido: mayo 17, 2026].
- [35] Cecrea, "Gabinete de curiosidades: cuando las colecciones de las niñeces se transforman en ciencia," *Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, Gobierno de Chile*. [En línea]. Disponible en: <https://cecrea.cultura.gob.cl/gabinete-de-curiosidades-cuando-las-colecciones-de-las-nineces-se-transforman-en-ciencia/>. [Accedido: mayo 17, 2026].
- [36] A. Banker y C. Lauff, "Usability testing with children: History of best practices, comparison of methods & gaps in literature," en *Proceedings of DRS (Design Research Society)*, jun. 25, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.21606/drs.2022.646>
- [37] W. Barendregt y M. M. Bekker, "Guidelines for user testing with children," *Eindhoven University of Technology*, Eindhoven, Países Bajos, Rep. Téc., 2003.
- [38] J. C. Read, S. MacFarlane, y C. Casey, "Endurability, Engagement and Expectations: Measuring Children's Fun," en *Proceedings of Interaction Design and Children*, 2002, pp. 189–198.
- [39] J. C. Read y S. MacFarlane, "Using the Fun Toolkit and Other Survey Methods to Gather Opinions in Child Computer Interaction," en *Proceedings of the 2006 Conference on Interaction Design and Children (IDC '06)*, New York, NY, USA, 2006, pp. 81–88. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/1139073.1139096>
- [40] L. Hall, C. Hume, y S. Tazzyman, "Five Degrees of Happiness," en *Proceedings of the 15th International Conference on Interaction Design and Children*, jun. 2016, pp. 311–321. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/2930674.2930719>

CAPÍTULO 8: ANEXOS

Anexo A. Framework de recomendaciones para interacción táctil infantil [23]

Interface Dimensions		Evidence-Based Design Recommendations Related to Cognitive, Physical, and Socio-Emotional Needs of Children	
Visual Design Features		Cognitive	
	Graphics (G)	1.	Be consistent with images or graphical metaphors used in interfaces and their real world use [6]. (ages 2-7)
	Application Background (B)	2.	Remove visual embellishments from symbols to support children's limited capability for symbol-referent mapping [26,35]. (ages 2-7)
Text Font Size (F)		3.	Use child-like on-screen characters as guides or pedagogical agents to improve learning outcomes [17,24]. (ages 2-11)
		4.	*Avoid using interface designs with lots of different colors or shades [26]. (ages 2-7)
	5.	Avoid using visually complex application backgrounds as children can get confused when interacting on them [6]. (ages 2-7)	
Audio Features	Types of Sound (S)	6.	*Make foreground items of the interface clearer and more detailed than the background items [26,36]. (ages 2-7)
		7.	Use a minimum of 14-point font size to help children read faster [11]. (ages 7-11)
		8.	*Avoid using Times font style as children report it to be significantly less easy to read [11]. (ages 7-11)
Interactive Features	Clickable Items (CI)	9.	*Make sure that every sound used in the interface has a specific meaning and function [26]. (ages 2-7)
		10.	Avoid using background music with videos, especially for children ages 5 and under [16,58]. (ages 2-7)
		11.	Consider using narrative-style sound elements as they foster children's language development [43,65]. (ages 2+)
Application Responsiveness	Menu Complexity (M)	12.	Use audio features (e.g., sound effects, vocalization) to draw attention to important content for learning purposes [16,26]. (ages 2-7)
		13.	Visually differentiate clickable elements from the rest of the screen, e.g., use different colors or dark outlines [26,58,66]. (ages 2-7)
		14.	*Avoid placing small interactive elements at the screen edges, especially in visually complex interface designs [71]. (ages 2-11)
Informational Features	Interaction Prompts (I)	15.	Be careful when using animated hotspots to capture children's attention as they may distract from learning [62,65]. (ages 2-11)
		16.	Limit the behavior of interactive elements to their sole purpose, e.g., avoid extraneous animations or sounds [26,65]. (ages 2-11)
		17.	Avoid using hierarchical menus as young children may have difficulty navigating these successfully [17,23,36]. (ages 2-11)
Gesture and Target Features	Labels (L)	18.	*Provide a means to reverse children's actions in order to support their exploratory behavior [36]. (ages 2-7)
		19.	Provide explicit scaffolding such as interaction prompts to help children remember how to accomplish tasks [17,34]. (ages 2-11)
		20.	Consider using audio or visual cues for prompting instead of using textual prompts [17,23,44]. (ages 2-11)
Contextual Features	On-Touch Events (TE)	21.	Provide audio prompts with visual support because children do not pay attention to audio prompts alone [24,29,65]. (ages 2-7)
		22.	*Choose the wording of prompting interactions to be less technical and more "kid-friendly" to understand [44]. (ages 2-7)
		23.	*Be careful when using touchscreen terminologies such as select, pinch, and zoom for children's interfaces [44,52]. (ages 2-7)
	Feedback Methods (FM)	24.	Provide animated prompts to help children learn what gestures to make, such as providing prompts for long-press gestures to help children remember to release their fingers after holding for a long time [34,44,66]. (ages 2-7)
		25.	*Keep essential audio, e.g., specific interaction suggestions, at the end of the sentence, not at the beginning [58]. (ages 2-7)
		26.	*Try utilizing time-outs after 3 to 5 seconds of inactivity to prompt children what to do next [58]. (ages 2-7)
	Tutorials (T)	27.	Provide an option to have text labels (i.e., descriptions of on-screen objects and visual metaphors) read aloud [17,24,29]. (ages 2-7)
		28.	Provide visual or audio feedback of accepted touch input; children benefit from larger, longer visual feedback [71]. (ages 2-11)
		29.	Use audio feedback to indicate accepted input to avoid distractions from unintended touches [17,29]. (no age specified)
	Instruction Format (IF)	30.	Provide auditory feedback such as an applause sounds or appreciation phrases during and after task completion [24,45]. (ages 2-7)
		31.	Provide effective scaffolding via positive feedback to motivate children, e.g., a character that encourages them [24,45]. (ages 2-7)
		32.	*Provide corrective feedback, such as pop-ups or dialogues offering feedback for correct and incorrect answers [10,24,30]. (ages 2-7)
	Advertisements (A)	33.	Avoid heavy emphasis on extrinsic rewards such as points to not overshadow intrinsic learning motivation [24,45]. (ages 2-7)
		34.	*Provide feedback when app is busy processing so that children know to wait for something to happen [17,29]. (no age specified)
		35.	*Avoid using symbolic trackers like progress bars to track children's progress, especially for ages 4 and under [35]. (ages 2-7)
		36.	*Create a visual illusion to help children map a symbol to its referent [35]. (ages 2-7)
		37.	*Use synchronous text highlighting for any text or story that is read aloud [24,58]. (ages 2-7)
		38.	Avoid using in-app tutorials for children; the interface should provide some form of guidance during tasks [17,22]. (ages 7-11)
		39.	Provide an option to have text instructions read aloud [17,24]. (ages 2-7)
		40.	*Add a complementary visual component when using audio instructions such as an animation or highlight [58]. (ages 2-7)
		41.	*Avoid using abstract concepts in children's instructions, e.g., referring to "left" and "right" portions of the screen [17,23]. (ages 2-7)
		42.	Avoid adding external web links or advertisements to the interface [24,40]. (ages 2-7)
		Physical	
		Types of Gestures (TG)	43.
44.	*Avoid adding the double tap gesture for children ages 5 and under, or allow a longer delay between the taps [44,58]. (ages 2-7)		
45.	*Support full-hand gestures for scrolling instead of thumb and index finger gestures, especially for ages 5 and under [26]. (ages 2-7)		
	Gesture Family (GF)	46.	Accept partial gesture completion as children have difficulty with finger-on-screen continuity while dragging [5,58,66]. (ages 2-11)
		47.	*Accept both single and multi-touch input for the same commands, e.g., using two or more fingers during a drag gesture should trigger the same effect as a single-finger drag gesture [66]. (ages 2-7)
		48.	*Accept tap times up to 5 seconds long and target offsets of 10 millimeters for children ages 2 and above [1,66]. (ages 2-11)
	Target Size (TS)	49.	*Use horizontal scrolling instead of vertical scrolling, which is conceptually difficult for children [58]. (ages 2-7)
		50.	*Use consistent gestures throughout the app to avoid confusion [6]. (ages 2-7)
		51.	Use gestures to manipulate objects in children's apps in a manner consistent with the object's use in the real world [6]. (ages 2-7)
		52.	Increase the active area for interface widgets to allow slightly out-of-bounds touches to count [1,66,71]. (ages 2-11)
		53.	*Provide adequate space between two clickable items to compensate for children's inaccuracy in targeting [6]. (ages 2-7)
		Socio-Emotional	
	Customization (C)	54.	Provide choice and customization features to enhance children's intrinsic motivation and task engagement [22,33,57]. (ages 2-11)
		55.	Consider using an open-ended app structure to support children's engagement and creativity [42]. (ages 2-11)
		56.	Avoid computer-automated social interactions for children, as they have no effect on their engagement [18]. (ages 7-11)
	Activity Structure (AS)	57.	*Provide an option for children to credit each other, rather than using automated means of acknowledgment [46]. (ages 7-11)
		Social (S)	

Anexo B. Categorización y clústeres del uso de aplicación ARmadillo en sala de clases.

Orientación y resolución mediada por entorno social



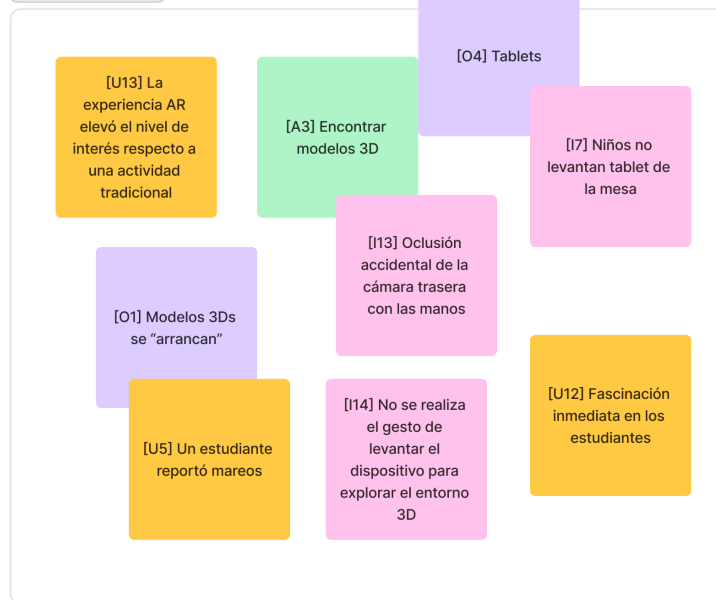
Activación colectiva



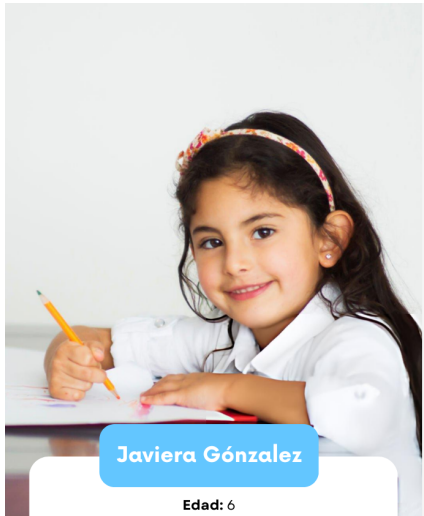
Exploración impulsiva



Novedad de la RA



Anexo C. User Personas realizados a partir del análisis del perfil de usuario.



Javiera González

Edad: 6
Curso: 1° Básico
Ubicación: Santiago, Chile

"Quiero aprender a leer rápido para poder divertirme con mis cuentos favoritos."

Información personal:

Asiste a un colegio particular subvencionado. En su casa hay muchos libros, pero la lectura no es una rutina diaria consolidada. Está aprendiendo a leer.

Personalidad:

- Curiosa
- Inquieta
- Entusiasta

Intereses:

Dibujar y pintar, escuchar historias, ver películas, Youtube, Roblox

Objetivos:

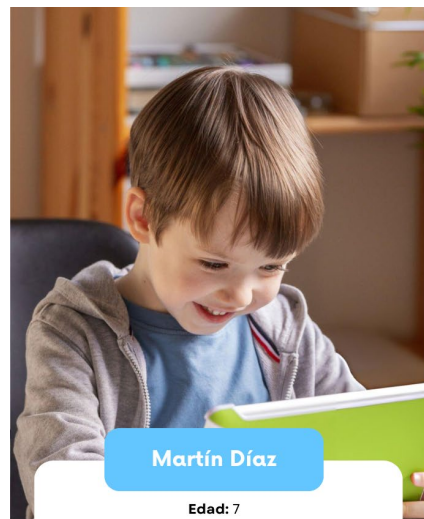
Quiere aprender a leer rápido, sin tener que pedirle ayuda a los grandes, tener buenas notas y poder divertirse con sus cosas favoritas

Frustraciones

- Cansarse rápido o perder el hilo de la historia cuando le cuesta entender una palabra.
- Tener que esperar a que los papás se desocupen para que le ayuden.

Dispositivos

Televisión, teléfonos de sus padres.



Martín Díaz

Edad: 7
Curso: 2° Básico
Ubicación: Valparaíso, Chile

"Encuentro fome cuando en el colegio hay guías con puras letras. Me aburro rápido y prefiero hacer otra cosa."

Información personal:

Colegio particular subvencionado. Tiene su propia tablet. Sabe leer, pero en su casa la lectura no es un hábito. Le gustan mucho los videojuegos.

Personalidad:

- Competitivo
- Impaciente
- Tecnológico

Intereses:

Jugar Minecraft, jugar Fútbol, ver videos de Mr Beast

Objetivos:

Quiere terminar rápido sus tareas para tener tiempo para jugar, tener buenas notas

Frustraciones

- No saber qué hacer cuando está aburrido.
- Que los juegos o videos carguen lento o se queden pegados.

Dispositivos

Su propia tablet, televisión, teléfonos de sus padres.

Anexo D. Consentimiento informado entregado a los apoderados para autorizar la participación de los menores en la actividad.

INVITACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES O TUTORES PRUEBA DE USABILIDAD - MEMORIA DE TÍTULO

El propósito del presente documento es invitarle a autorizar la participación de su hijo/a o pupilo/a en una prueba de usabilidad de una aplicación educativa de realidad aumentada (ARmadillo). Esta prueba se realiza en el marco del desarrollo de una memoria de título de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM).

Para que usted pueda tomar una decisión informada, se explican a continuación cuáles serán los procedimientos involucrados en la ejecución de la prueba, así como los alcances de la colaboración de su pupilo/a:

1. El estudio busca evaluar y probar un producto o prototipo con técnicas de diseño centrado en usuarios.
2. La participación de su hijo/a consistirá en interactuar con la aplicación en un dispositivo móvil siguiendo instrucciones guiadas, y posteriormente responder breves preguntas verbales sobre su experiencia.
3. El tiempo estimado para todo el proceso es de 25 minutos.
4. La participación es completamente voluntaria y no conlleva costo alguno para usted ni para el menor.
5. Los resultados de la prueba serán usados exclusivamente para fines académicos de esta memoria. Existirá una reserva total de la identidad del menor; su nombre no será revelado en los análisis, resultados, ni en el documento final.
6. Para el análisis de la interacción, los datos recolectados incluirán exclusivamente una grabación de audio de la sesión y la grabación de la pantalla del dispositivo. Por motivos de privacidad y ética, en ningún momento se grabará el rostro ni la imagen física del menor.
7. Como apoderado, usted tiene el derecho de manifestar sus dudas a la investigadora responsable, Bárbara Riveros, a través de los correos barbara.riveros@sansano.usm.cl o barbara.riveros@usm.cl en cualquier momento.
8. El menor tiene el derecho de retirarse del estudio o detener la actividad en el momento en que él o usted lo consideren necesario, sin que esto traiga ninguna consecuencia.

EN CASO DE ACEPTAR LA INVITACIÓN PARA QUE SU PUPILO/A PARTICIPE EN LA PRUEBA, DEBE LLENAR Y FIRMAR EL SIGUIENTE CONSENTIMIENTO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: ____/____/____

Yo, _____, RUT _____, en mi calidad de padre/madre/tutor legal del menor _____, de ____ años de edad, manifiesto mi voluntad de autorizar su participación en este proyecto.

Por consecuencia, acepto y autorizo que se grabe el audio de sus respuestas y la pantalla del dispositivo durante su participación, entendiendo que no se registrarán imágenes de su rostro. Declaro que la investigadora podrá transcribir, analizar y utilizar esta información exclusivamente para motivos de la investigación académica.

Acepto los términos y condiciones para la participación de mi pupilo/a, indicando que:

- He leído este documento y he entendido toda la información sobre el estudio.
- Cuando no entendí algo, pude preguntar, y han contestado a todas mis dudas.
- Sé que la participación es voluntaria y que el menor puede decidir detener la actividad en cualquier momento sin consecuencia alguna.
- Sé que la información recolectada será totalmente anónima, manejada de forma confidencial por la investigadora y sus profesores guía, y que en el documento final no aparecerá el nombre de mi hijo/a.
- Comprendo que solo se registrará audio y la interacción en la pantalla, protegiendo la identidad visual del menor.
- De tener alguna pregunta posterior, podré contactar a Bárbara Riveros a través de los correos barbara.riveros@sansano.usm.cl o barbara.riveros@usm.cl.

Firma del apoderado

Firma del facilitador o investigador

Anexo E. Guion de introducción y pauta de moderación para las sesiones de prueba.

1. Introducción

¡Hola! ¿Cómo estás? Me llamo Bárbara y estoy aquí hoy porque tengo una aplicación que fue creada para niños de tu edad, se llama ARmadillo y está relacionada con lectura. Las personas que lo inventaron quieren saber si funciona bien, porque todavía ningún niño lo ha probado (luego actualizar a porque muy pocos niños la han probado).

2. Contexto de la actividad

Súper. Bueno, te cuento a qué vine hoy: vamos a usar un rato con ARmadillo para ver cómo quedó. Esto **no es una prueba del colegio**, no lleva nota y no hay respuestas buenas ni malas. Si algo del juego te parece raro o no funciona, no es tu culpa, es porque la aplicación todavía se está construyendo. Así que si encuentras algún error ¡es súper bueno! Porque ese error se podrá corregir en una próxima versión de la aplicación.

3. Qué van a hacer durante la sesión

Durante el juego vas a pasar por distintas partes:

- En algunas vas a leer o escuchar un cuento o historia y responder preguntas tocando la pantalla.
- En otras vas a tener que usar la cámara del teléfono y buscar cosas escondidas en esta misma sala. Eso se llama 'realidad aumentada'. ¿Has jugado algo así, como Pokémon GO, donde se ven personajes del juego mezclados con el mundo real? (*permitir respuesta breve*). Y al final, cuando terminemos todo, te voy a hacer unas preguntas cortas para que me cuentes qué te pareció.

4. Reglas de interacción

Mientras juegas, si quieres me puedes ir contando lo que estás pensando o si algo te parece chistoso o raro. No tienes que hacerlo rápido ni perfecto. Tómame todo el tiempo que quieras. Si en alguna parte te quedas pegado y no sabes qué hacer, me avisas y lo resolvemos juntos.

Antes de que empecemos, ¿tienes alguna pregunta para mí o hay algo que me quieras decir? Empecemos.

5. Cierre y Evaluación con Tarjetas

¡Súper, terminaste todo el recorrido! Muchas gracias, todo lo que hiciste me va a servir mucho. Ahora te voy a hacer las preguntas que dije en el inicio.

Parte 1, Fun Sorter: Mira, aquí tengo 3 tarjetas con dibujos de los juegos que hiciste con la cámara (*mostrar tarjetas: Apuntar fijo, Buscar en la sala, Atrapar/Sacar fotos*). Quiero que las ordenes en la mesa. Pon primera la que fue más fácil de usar, y pon al último la que te pareció más enredada." (*Esperar a que las ordene y registrar el orden. Luego, retirar estas tarjetas*).

Parte 2, Again-Again: ¡Súper! Ahora, tengo estas 4 tarjetas, cada una representa las partes más importantes de la aplicación. Como pudiste ver, existen diferentes niveles dentro del mapa. Por cada una de estas tarjetas, quiero que me digas: si tuvieras que jugar otra etapa como la que jugaste hoy, pero con otros animales, otro texto y otras preguntas, ¿te gustaría que incluya un texto de nuevo? Me puedes responder **SÍ, NO o QUIZÁS**. (*Hacer lo mismo con las otras*)

¡Listo! Terminamos. Me ayudaste muchísimo a descubrir cómo mejorar ARmadillo. ¡Muchas gracias! Como agradecimiento te voy a dar un sticker de carita feliz, y un squishie. ¡Que te vaya muy bien!

PAUTA DE MODERACIÓN (respuestas controladas)

A. Cuando pide ayuda directa

- “¿Qué crees que hace ese botón?”
 - Prueba tocando el botón que tú quieras y veamos qué hace la aplicación
 - “¿Dónde podríamos encontrar eso?”
-

B. Para estimular verbalización natural

- Cuéntame qué está pasando en esta parte.
 - “¿Qué llama la atención de esta parte?”
 - “¿Qué instrucciones está dando la aplicación?”
-

C. Cuando hay bloqueo (asistencia escalonada)

Nivel 1:

“Intentémoslo una vez más.”

Nivel 2:

“¿Recuerdas cuál era el objetivo de esta parte?”

Nivel 3:

“Esta parte puede ser confusa, podemos seguir con la siguiente actividad.”

D. Refuerzo neutro

- “Buen trabajo, sigamos.”
 - “Perfecto, lo lograste.”
 - “Vamos con la siguiente parte.”
-

E. Respuestas a preguntas frecuentes

Pregunta: “¿A qué se refiere con destacada?”

- **Respuesta:** “Se refiere a que la palabra se ve diferente al resto dentro del texto; resalta de alguna forma para llamar tu atención”. (*Explicación visual sin entregar la solución conceptual*).

Pregunta: “¿Dónde está la tienda / la casita?”

- **Respuesta:** “¿Dónde crees tú que podría estar la tienda / la casita? Intenta buscarla en la pantalla”. (*Fomento de la exploración autónoma sin guiar el clic*).

Pregunta: “¿Está bien esta?”

- **Respuesta:** “Debes elegir la opción que tú consideres correcta. Recuerda que esto no es una prueba del colegio y aquí no hay respuestas malas”. (*Mitigación de la ansiedad evaluativa y resguardo de la naturalidad del testeo*).

Pregunta: “¿Qué tengo que hacer ahora?”

- **Respuesta:** “¿Qué crees que se puede hacer en esta parte de la aplicación? Cuéntame qué te llama la atención”. (*Activación de la verbalización espontánea del menor*).