



DOCTORADO EN DISEÑO

TESIS DOCTORAL

El diseño de interfaz multimedia. Un camino a la inclusión educativa

La influencia del diseño de interfaz multimedia en recursos didácticos digitales para la inclusión educativa de niños sordos de 7-9 Años en Cuenca, Ecuador
(2000-2020)

Autor: Diego Larriva Calle

Directora: Genoveva Malo Toral

Convergencia Pedagógica-Digital

Febrero 2024

**Facultad de Diseño
y Comunicación**

CUERPO

Dedicatoria

A 🥰 Cris , Pancho y Vicky, mi
pilar, mi equipo y mi alegría diaria.
Gracias por estar siempre ahí

Agradecimientos

A mi directora, Genoveva Malo, por su orientación decisiva en los momentos críticos de este proyecto.

A Fernando Pezantes, por su acompañamiento valioso y constructivo durante su participación en el proyecto.

A la Universidad del Azuay y a la Facultad de Diseño, Arquitectura y Arte por su apoyo continuo en mi formación académica.

A mis profesores y colegas de la 9ª. cohorte del Doctorado en Diseño de la Universidad de Palermo, en especial a Suco, Jhonn y Danilo, gracias por el compañerismo y el apoyo mutuo.

Por último, a mis viejitos y hermanos, gracias por ser un soporte constante en cada etapa de mi vida. En especial a mi madre, a quien le debo mi eterno agradecimiento por enseñarme que el deseo de aprender nunca debe cesar.

Índice de contenidos

Anexos.....	8
Índice de Tablas.....	8
Indice de Figuras.....	9
1. Introducción.....	11
2. Problematicación.....	16
2.1. Justificación.....	17
Relevancia y originalidad.....	17
Justificación teórica.....	20
Justificación práctica o aplicada.....	21
Viabilidad y factibilidad.....	22
2.2. Relevancia de la investigación en su impacto científico o social.....	23
Impacto científico.....	23
Impacto social.....	25
2.2. La tesis y las líneas de investigación de la Facultad.....	26
3. Conceptualización.....	27
3.1. Pregunta de investigación.....	27
3.2. Hipótesis.....	28
3.3. Objetivos.....	29
4. Estado de la cuestión.....	31
4.1. Estado de la cuestión de las TAC.....	32
Antecedentes históricos de las TAC.....	32
Tendencias en el uso de tecnologías para la educación.....	35
4.2. Estado de la cuestión del DUA.....	37
Evolución del enfoque del DUA.....	37
Implementación Exitosa del DUA en la Educación.....	40
4.3. Estado de la cuestión del diseño de interfaz de los RDD.....	41
Innovaciones en el diseño de interfaz para RDD.....	41
Accesibilidad en las interfaces educativas modernas.....	43
4.4. Vacancias investigativas en el DUA a través de los RDD.....	46
Capítulo 1	
5. Marco teórico.....	47

5.1. Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento.....	48
Sociedad del Conocimiento (SC).....	50
Sociedad de la información (SI).....	51
De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento.....	52
Sociedades del Aprendizaje y Conocimiento (SAC).....	53
5.2. Diseño Universal del Aprendizaje (DUA)	58
Diseño para Todos (DPT)	58
Diseño Universal (DU)	59
Diseño Universal del Aprendizaje (DUA).....	60
5.3. Diseño de interfaz de los recursos didácticos digitales	61
El diseño gráfico para la interfaz de RDD.....	62
El diseño multimedia para la interfaz de RDD	65
La usabilidad para los RDD	68
5.4. Ideas finales	72
Capítulo 2	
6. Metodología	74
6.1. Instrumentos o técnicas elegidas	75
6.2. Diseño de la investigación.....	77
6.3. Resumen del capítulo.....	90
Capítulo 3	
7. Desarrollo de la investigación.....	91
7.1. Diseño multimedia en las TAC desde la perspectiva interfaz-interacción	91
7.2. Contexto histórico de las TAC (1980-2000): antecedentes	93
7.3. Puntos de inflexión en la evolución de la TAC: el nacimiento del internet	94
Puntos de inflexión en la evolución de la TAC (2000-2005).....	104
Puntos de inflexión en la evolución de la TAC, periodo 2005-2010	110
Puntos de inflexión en la evolución de la TAC, periodo 2010-2015	117
Puntos de inflexión en la evolución de la TAC, periodo 2015-2020	124
7.4. Selección de los principales RDD para el análisis.....	132
Principales RDD, periodo 2000-2005	132
Principales RDD, periodo 2005-2010	138
Principales RDD, periodo 2010-2015	146
Principales RDD, periodo 2015-2020	156
RDD Seleccionados.....	163
7.5. Análisis de los RDD desde la perspectiva de contenidos-interface-interacción ..	165
Componente didáctico (V1)	167
Componente Tecnológico (V2):	172
Componente accesibilidad (V3):.....	178
Componente interfaz/diseño (V4):	183
Componente interfaz/dispositivos (V5):	190
Componente interfaz/diálogos (V6):	193

Componente interfaz/usuario (V7):.....	200
Resumen del análisis de cada RDD desde la perspectiva de contenidos-interfaz- interacción.....	206
7.6. Determinación de la muestra para el análisis	208
7.7. Análisis de los RDD desde la usabilidad objetiva.....	212
Usabilidad Objetiva / GOMS (V8)	213
Usabilidad objetiva/evaluación del aprendizaje (V9)	219
Usabilidad objetiva /experiencia de usuario (V10).....	224
Usabilidad objetiva / inclusividad (V11)	232
Resumen análisis de cada RDD desde la usabilidad objetiva.....	239
7.8. Análisis de cada RDD desde la Usabilidad Subjetiva.....	241
Usabilidad subjetiva / V12_UA.4: calidad de contenido.....	242
Usabilidad subjetiva / V13_UA.4: predictibilidad.....	245
Usabilidad subjetiva / V14_UA.4: potencialidad	247
Usabilidad subjetiva / V15_UA.4: retroalimentación informativa	249
Usabilidad subjetiva / V16_UA.4: adaptación	251
Usabilidad subjetiva / V17_UA.4: diseño y encontrabilidad.....	253
Usabilidad subjetiva / V18_UA.4: motivación-efectividad de uso	256
Usabilidad subjetiva / V18_UA.4: accesibilidad	260
Resumen análisis de cada RDD desde la usabilidad subjetiva	263
7.9. Parámetros de diseño que facilitan la inclusión de los niños sordos del Ecuador.....	265
Evaluación de los resultados obtenidos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje ..	266
Identificación de la herramienta con mejores resultados.....	268
Análisis de inferencia para determinar los parámetros que facilitaron la inclusión de los niños sordos.....	269
Conclusiones.....	272
De la hipótesis 273	
De las hipótesis de trabajo	275
De los objetivos 275	
De los objetivos específicos.....	276
Contribución a la disciplina	279
Explicitación de la posible utilización del conocimiento producido por parte de la comunidad de referencia de la tesis (transferencia)	284
Proyecciones.....	285
Referencias... ..	288
Glosario.....	306

Anexos

Anexo A - Diseño de la Investigación.....	77
Anexo B - Matriz de datos.	91
Anexo D - Fichas de Usabilidad Subjetiva.....	242

Índice de Tablas

Tabla 1. UA. RDD seleccionados	79
Tabla 2. Características de análisis de la interfaz	80
Tabla 3. Criterios de selección de escuelas	82
Tabla 4. Tipos de discapacidad auditiva en niños sordos	82
Tabla 5. Estructura análisis de usabilidad subjetiva	84
Tabla 6. Sistema de evaluación de la usabilidad subjetiva	85
Tabla 7. Resumen eficacia en el proceso enseñanza aprendizaje	86
Tabla 8. Parámetros de diseño para la inclusión de niños sordos en RDD	87
Tabla 9. RDD Seleccionados.....	163
Tabla 10. Puntuación, valor, observaciones de los RDD	166
Tabla 11. Criterios/ítems - Definición de los criterios.....	167
Tabla 12. V1 Componente didáctico: descripción didáctica: valor y coherencia didáctica.....	167
Tabla 13. V1 Componente Didáctico: Calidad de los contenidos.....	168
Tabla 14. V1 Componente didáctico: motivación	170
Tabla 15. V2 Componente tecnológico: formato y diseño	173
Tabla 16. V2 Componente Tecnológico: Reusabilidad.....	174
Tabla 17. V2 Componente tecnológico: portabilidad	174
Tabla 18. V2 Componente tecnológico: estructura del escenario de aprendizaje.....	175
Tabla 19. V3 Componente accesibilidad: navegación.....	179
Tabla 20. V3 Componente accesibilidad: opertivilidad	181
Tabla 21. V4 Componente interfaz -diseño: sistema gráfico, sistema compositivo, técnicas de composición.....	184
Tabla 22. V4 Componente interfaz-diseño: elementos morfológicos de la imagen.....	184
Tabla 23. V4 Componente interfaz-diseño: instantes de la forma.....	185
Tabla 24. V4 Componente interfaz-diseño: el encuadre de la imagen.....	185
Tabla 25. 4 Componente interfaz-diseño: cromática	186
Tabla 26. V4 Componente interfaz-diseño: tipografía	186
Tabla 27. V4 Componente interfaz-diseño: comunicación visual.....	187
Tabla 28. V4 Componente interfaz- diseño: semiótica	188
Tabla 29. V4 Componente interfaz-diseño: diagramación.....	188
Tabla 30. V6 Componente interfaz / diálogos: menús.....	193
Tabla 31. V6 Componente Interfaz / Diálogos: Manipulación directa.....	195
Tabla 32. V6 Componente interfaz/diálogos: <i>visual feedback</i>	196
Tabla 33. V6 Componente interfaz/diálogos: relaciones	196
Tabla 34. V6 Componente interfaz/diálogos: animación	197
Tabla 35. V7 Componente interfaz/usuario: consistencia	200
Tabla 36. V7 Componente interfaz/usuario: simplicidad	201
Tabla 37. V7 Componente interfaz/usuario: eficiencia	202
Tabla 38. V7 Componente interfaz/usuario: transparencia	203
Tabla 39. V7 Componente interfaz/usuario: ergonomía	204
Tabla 40. RDD seleccionados para el estudio.....	208
Tabla 41. Escuelas inclusivas en el cantón Cuenca, Ecuador	209
Tabla 42. Clasificación del tipo de sordera de los usuarios de las instituciones de educación inclusiva	210
Tabla 43. Usabilidad objetiva/GOMS/ tiempos de Interfaz	213
Tabla 44. Usabilidad objetiva/ GOMS/interacción	214
Tabla 45. Usabilidad objetiva/GOMS/accesibilidad	215
Tabla 46. Usabilidad objetiva/GOMS/consistencia	216

Tabla 47. Usabilidad objetiva /evaluación del aprendizaje /capacidad para generar aprendizaje	219
Tabla 48. Usabilidad objetiva /evaluación del aprendizaje /cumple las tareas propuestas	220
Tabla 49. Usabilidad objetiva / evaluación del aprendizaje / completa la evaluación del RDD	221
Tabla 50. Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /interactividad	224
Tabla 51. Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /accesibilidad	225
Tabla 52. Usabilidad objetiva /experiencia de usuario / adaptabilidad	226
Tabla 53. Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /encontrabilidad	227
Tabla 54. Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /utilidad	228
Tabla 55. Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /confiabilidad	228
Tabla 56. Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /deseabilidad o gusto	229
Tabla 57. Usabilidad objetiva / inclusividad / interacción efectiva	233
Tabla 58. Usabilidad objetiva /inclusividad /usabilidad efectiva	233
Tabla 59. Usabilidad objetiva / inclusividad /perceptible	234
Tabla 60. Usabilidad objetiva / inclusividad /operable	235
Tabla 61. Usabilidad objetiva / inclusividad /comprensible	235
Tabla 62. Usabilidad objetiva /inclusividad /robustez, estabilidad técnica	236
Tabla 63. Resumen del análisis de cada RDD desde la usabilidad objetiva	240
Tabla 64. Matriz de validación de la usabilidad subjetiva	241
Tabla 65. Usabilidad subjetiva /calidad de contenidos	242
Tabla 66. Usabilidad subjetiva /resultados del análisis de calidad de contenido	243
Tabla 67. Usabilidad subjetiva / predictibilidad	245
Tabla 68. Resultados del análisis de predictibilidad, usabilidad subjetiva	246
Tabla 69. Usabilidad subjetiva / potencialidad	248
Tabla 70. Resultados del análisis de potencialidad según la usabilidad subjetiva	248
Tabla 71. Usabilidad subjetiva / retroalimentación informativa	250
Tabla 72. Resultados del análisis de retroalimentación info. criterio usabilidad subjetiva	250
Tabla 73. Usabilidad subjetiva / adaptación	252
Tabla 74. Resultados del análisis de adaptación, criterio usabilidad subjetiva	252
Tabla 75. Usabilidad subjetiva / diseño y encontrabilidad	253
Tabla 76. Resultados del análisis de diseño y encontrabilidad, criterio usabilidad subjetiva	255
Tabla 77. Usabilidad subjetiva / motivación-efectividad de uso	257
Tabla 78.	258
Tabla 79. Usabilidad subjetiva: accesibilidad	261
Tabla 80. Usabilidad subjetiva: resultados del análisis de accesibilidad	262

Indice de Figuras

Figura 1. Escalera de aprendizaje	13
Figura 2. Evolución 2.0 a Web 3.0	14
Figura 3. Evolución engranaje de las aristas que definen el proyecto TAC, DUA y RDD	15
Figura 4. Fantasías futuristas tecnológicas con respecto a la educación	18
Figura 5. Diamante curricular	24
Figura 6. Educación del futuro	33
Figura 7. Fyebtes digitales que activan el propósito cognitivo de desequilibrio-equilibrio	44
Figura 8. Relación entre tecnologías y pedagogía	45
Figura 9. Categorías teóricas de la investigación	48
Figura 10. Transitar de las TIC a las TAC y a las TEP	54
Figura 11. Estructura los contenidos del RDD	55
Figura 12. El papel de la IA en las sociedades del aprendizaje y conocimiento TAC	56
Figura 13. Estrategias para un aprendizaje constructivo	57
Figura 14. Pragmática-semántica-sintáctica del análisis RBD	64
Figura 15. Diferentes disciplinas en el desarrollo de interfaces de usuario inteligentes	66
Figura 16. La experiencia del usuario	76
Figura 17. Resultados componente didáctico	171

Figura 18. Resultados del componente tecnológico	177
Figura 19. Resultados componente de accesibilidad	182
Figura 20. Resultados del análisis del componente de interfaz/diseño en los RDD	189
Figura 21. V5 Componente interfaz/dispositivos: dispositivos de entrada	190
Figura 22. V5 Componente interfaz/dispositivos: dispositivos de salida.	191
Figura 23. Resultados del análisis del componente de interfaz/dispositivos.....	192
Figura 24. Resumen del análisis del componente de interfaz/diálogos.....	198
Figura 25. Resultados del análisis del componente de interfaz/usuario.....	205
Figura 26. Resultados del análisis del tipo de sordera que padecen los niños de la instituciones inclusivas	211
Figura 27. Resultados /usabilidad objetiva /GOMS	216
Figura 28. Resultados / usabilidad objetiva / evaluación del aprendizaje	222
Figura 29. Usabilidad objetiva /resultados experiencia de usuario.....	230
Figura 30. Resultados /usabilidad objetiva /inclusividad	237

1. Introducción

En una era definida por el ritmo vertiginoso de la innovación tecnológica, la educación emerge como un campo de batalla para las luchas más trascendentales de nuestra época. No se trata únicamente de transmitir conocimiento, sino también que este conocimiento sea accesible y significativo para cada estudiante, independientemente de sus capacidades o circunstancias. En el centro de este desafío se encuentra la inclusión educativa, un tema que resuena con urgencia en cada rincón del mundo educativo.

Esta investigación se adentra en esta temática crítica y se enfoca en la interacción entre las Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento (TAC) y el Diseño Universal de Aprendizaje (DUA). Va más allá de la mera integración tecnológica en el aula y, en su lugar, indaga de forma profunda cómo estas herramientas pueden ser moldeadas y adaptadas para abrazar la diversidad de aprendices, especialmente aquellos marginados por las limitaciones de su entorno físico y sensorial.

Al enfrentar este desafío, la tesis se aventura en un territorio poco explorado: las necesidades específicas de los estudiantes sordos en Ecuador. Aunque la mayoría de las investigaciones y prácticas educativas actuales mejoran la accesibilidad y la inclusión en términos generales, rara vez se adentran en este enfoque especializado, mucho menos con el diseño de interfaces multimedia para esta población. Al concentrarse en este grupo específico, la tesis trata un tema innovador y oportuno, al tiempo que llena un vacío en la literatura existente, y aspira a ser un catalizador de un cambio que conduzca a prácticas educativas verdaderamente inclusivas.

Ciertamente, la realidad educativa del país, aunque progresivamente inclusiva, aún deja de lado las necesidades propias de comunidades como la de los niños sordos. La integración de las TAC ha sido revolucionaria en muchos aspectos, pero su desarrollo no siempre ha contemplado la diversidad de necesidades sensoriales y cognitivas de todos los estudiantes; esta brecha en la accesibilidad tecnológica es el núcleo del problema que esta tesis aborda. La educación, en su esencia, debe ser un derecho universalmente accesible, y para

que esto sea una realidad, es imperativo que las herramientas y métodos educativos se adapten para ser verdaderamente inclusivos.

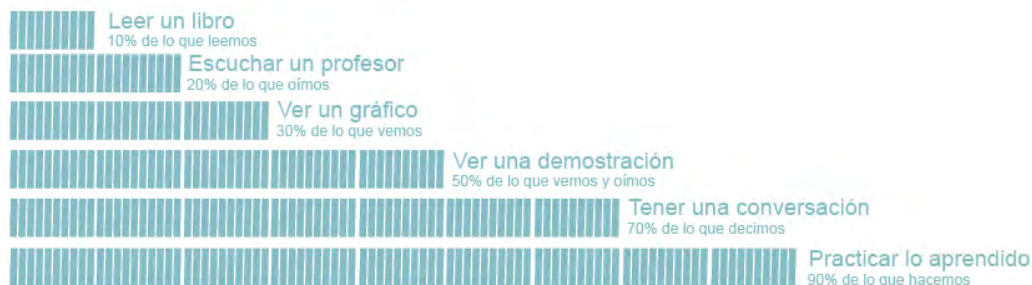
La investigación se justifica en la medida en que aspira a transformar de manera sistémica la manera en que se diseñan e implementan los recursos educativos digitales. Los avances tecnológicos han abierto nuevas avenidas para el aprendizaje y la enseñanza, pero la inclusión de estudiantes con discapacidades auditivas no ha sido una prioridad en la mayoría de estos desarrollos. Esta investigación propone un cambio de paradigma, en el que la tecnología educativa no solo sea accesible, sino también diseñada propiamente para dar cabida a la diversidad de estudiantes.

La relevancia y originalidad de este trabajo radican en su enfoque: el diseño de interfaces educativas para niños sordos. Aunque abundan los estudios sobre TAC y DUA en general, pocos se han enfocado en cómo estas herramientas pueden ser adaptadas o creadas para atender los requerimientos de los estudiantes sordos. Esta investigación llena ese vacío al combinar teorías del DUA con prácticas de diseño multimedia y ofrecer nuevas perspectivas y soluciones prácticas que pueden transformar la experiencia educativa de estos estudiantes.

Para comprender cómo las TAC y el DUA pueden ser efectivamente aplicados en contextos educativos inclusivos, es útil visualizar la escalera de aprendizaje propuesta por Edgar Dale (Figura 1). Este modelo modela una perspectiva valiosa sobre los diversos niveles de aprendizaje y cómo diferentes herramientas y métodos pueden dar lugar a una experiencia educativa más rica y accesible.

Figura 1.

Escalera de aprendizaje



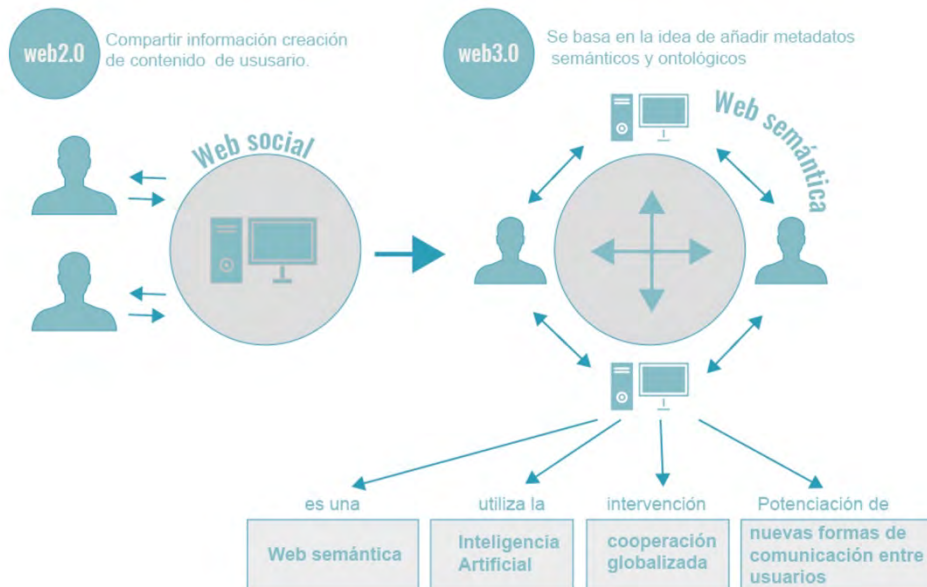
Fuente: Vargas (2010)

Este gráfico ilustra no solo la jerarquía de las experiencias de aprendizaje, sino también enseña el beneficio de adoptar estrategias de enseñanza que sean inclusivas y adaptables a las características de todos los estudiantes. Al entender esta escalera, la tesis se convierte en un medio para indagar cómo las interfaces educativas, especialmente diseñadas para niños sordos, pueden alumbrar diseños accesibles, válidos para tareas de enseñanza-aprendizaje.

Para el desarrollo de la investigación, se trabaja con conceptos clave como el DUA, las TAC, y la transición de la *sociedad de la información* a la *sociedad del conocimiento*. Estos términos conforman el lenguaje que discute la inclusión educativa y configuran un marco para entender cómo la tecnología puede ser aprovechada para superar barreras históricas en la educación.

Figura 2.

Evolución 2.0 a Web 3.0



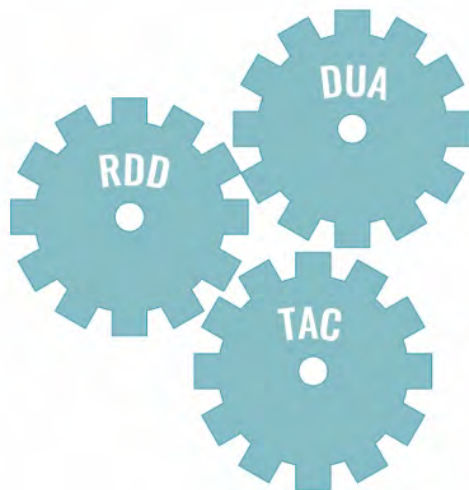
Fuente: Küster & Hernández (2013)

Como destaca Selwyn (2019), los avances tecnológicos han modificado radicalmente el panorama educativo al proporcionar un entorno de aprendizaje más dinámico y centrado en el estudiante. Esta evolución se puede visualizar claramente a través del desarrollo de la web, desde la Web 2.0 hasta la emergente Web 3.0, un paso que ha redefinido la forma en que el ser humano interactúa con el conocimiento y la información.

El análisis del estado actual de la cuestión exterioriza una dualidad: por un lado, hay un reconocimiento creciente de la accesibilidad en la educación; por otro, existe una notable falta de investigación sobre el diseño de interfaces para niños sordos en el contexto de las TAC. Esta tesis se adentra en esta laguna y provee una perspectiva exhaustiva sobre el diseño de interfaz educativa, un área crítica, pero a menudo descuidada.

Figura 3.

Evolución del engranaje de las aristas que definen el proyecto TAC, DUA y RDD



La tesis se estructura en tres capítulos. El *primero* pone en escena el marco teórico que explora los conceptos de las TAC, la sociedad del conocimiento y el DUA. El *segundo capítulo* describe la metodología, en el afán de garantizar la transparencia y la rigurosidad del estudio. El *capítulo 3* analiza en detalle el diseño multimedia en las TAC desde la perspectiva de interfaz-interacción y su impacto en la inclusión educativa de niños sordos en Ecuador; y discute los resultados obtenidos a la luz de la teoría del diseño de interfaces educativas y la inclusión.

En definitiva, la investigación aspira a ofrecer una esperanza tangible para garantizar la educación inclusiva a través del diseño de interfaces adaptadas a las necesidades de los niños sordos en Ecuador. Inspirada en teóricos como Marshall McLuhan y Jakob Nielsen, ansía trascender los límites de la educación convencional y la tecnología para sentar las bases del cambio en la forma en que se diseñan y utilizan las interfaces educativas digitales, priorizando la accesibilidad y la inclusión. Es también un llamado a la acción para repensar y rediseñar la educación en un mundo digitalizado, y apuntar así hacia el futuro educativo en el que cada niño, al margen de sus circunstancias, pueda recibir una educación enriquecedora.

2. Problematización

En el contexto de la era de la información y el impacto de las tecnologías en la educación, esta tesis trata una problemática fundamental: la eficacia del diseño de interfaz multimedia en los Recursos Didácticos Digitales (RDD) para la inclusión educativa, especialmente de niños sordos, en el período 2000-2020 en Cuenca, Ecuador. Revisa cómo la interfaz y la interacción dentro de las TAC transforman el acceso a la tecnología en un aprendizaje significativo e inclusivo y supera los desafíos de la evolución hacia la Web Semántica 3.0 y la emergencia de la Web 4.0 impulsada por la inteligencia artificial.

Según Selwyn (2019), esta revolución tecnológica demanda el acceso a una educación adaptada y personalizada, especialmente para estudiantes con discapacidades auditivas. A pesar de la abundancia de RDD y otras herramientas educativas, se ha identificado una brecha persistente entre el acceso a la información y su transformación en conocimiento significativo, un desafío particularmente agudo para los niños sordos.

El análisis del diseño de interfaces en los RDD considera no solo la accesibilidad tecnológica, sino también la inclusión educativa; resalta la interacción activa en la retención y comprensión del conocimiento basada en la *escalera de aprendizaje* de Edgar Dale (Vargas, 2010). Sin embargo, para estudiantes sordos, este tipo de interacción exige un diseño de interfaz que supere las barreras del lenguaje y la comunicación convencionales. Siguiendo la premisa de McLuhan (1990), "el medio es el mensaje", se examina cómo la presentación de la información en los RDD afecta la percepción y el procesamiento de la información por parte de estudiantes con discapacidades auditivas y se reconoce la necesidad de diseñar la interfaz gráfica de usuario (GUI) de estos recursos prestando especial atención a la accesibilidad y usabilidad para asegurar la participación plena de todos los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

La investigación, además, destaca la universalidad del aprendizaje y el DUA al enfocarse en cómo los elementos de la GUI en los RDD pueden fomentar la inclusión de niños sordos y otros grupos de estudiantes con necesidades especiales. El análisis se afana en comprender cómo el diseño de interfaz

multimedia en los RDD puede convertir la educación en un servicio verdaderamente inclusivo para niños sordos. También se busca maximizar el potencial de la tecnología digital no solo como herramienta para el acceso a la educación, sino también como medio para garantizar una educación inclusiva y efectiva.

2.1. Justificación

Esta investigación se aproxima a la tecnología educativa desde una perspectiva filosófica y mediante el diseño de interfaces con el fin de fomentar la inclusión y equidad educativa. Para la fundamentación se toman en cuenta los principios de las 4A establecidos por la ONU (2018): *accesibilidad, adaptabilidad, asequibilidad y aceptabilidad*. Según este mismo organismo, la adaptabilidad y la accesibilidad son claves para que las personas, incluidos los estudiantes con discapacidades, puedan acceder a la educación en igualdad de oportunidades.

El estudio pretende mostrar cómo la *adaptabilidad*, que implica ajustarse a las necesidades individuales de los estudiantes, proporciona una experiencia de aprendizaje personalizada; adicionalmente, intenta ofrecer un recurso *accesible*, de modo que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades, puedan recibir educación formal. Al concentrarse en la adaptabilidad y la accesibilidad se enfrentan los desafíos derivados de la tecnología educativa y se promueve una educación inclusiva y equitativa para todos los estudiantes tal y como conminan las políticas educativas de la ONU (2018).

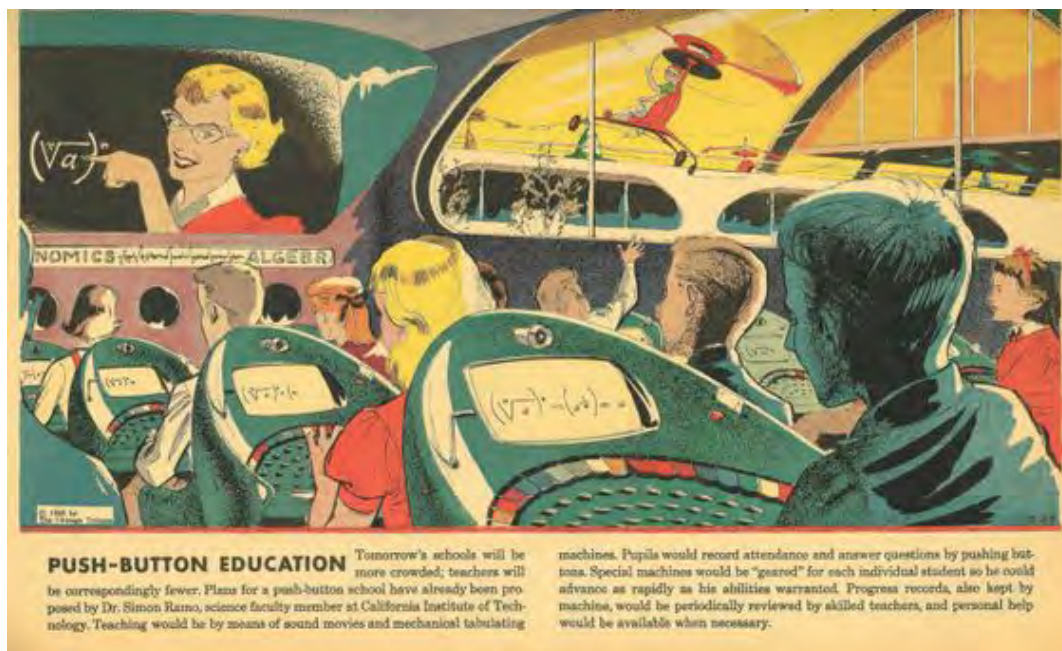
Relevancia y originalidad

La educación es un ámbito de primer orden en el desarrollo de las sociedades, y en la era actual se ha observado una creciente incorporación de la tecnología en las aulas. En este contexto, emerge la relevancia de esta tesis: analiza la relación entre la tecnología y el proceso de enseñanza-aprendizaje, específicamente en lo relacionado con la educación inclusiva para niños sordos. En el estudio de las interfaces, es prioritario analizar y pronosticar el futuro de estas tecnologías. La Figura 4 de Radebaugh de 1958 presentaba ya una visión de las interfaces desde una perspectiva futurista, y esta visión traducía cómo la

experiencia de explorar y anticipar las tendencias en el diseño de interfaces podría contribuir al desarrollo de soluciones efectivas y vanguardistas.

Figura 4.

Fantasías futuristas tecnológicas con respecto a la educación



Fuente: Radebaugh (1958)

Las fantasías tecnológicas de Radebaug representando aulas del futuro han influido notablemente en la percepción del porvenir de la educación. En la imagen, los profesores ya no se encuentran físicamente en las aulas, sino que imparten sus lecciones desde ubicaciones remotas, mientras que los estudiantes se sirven de dispositivos de última tecnología para participar activamente. Se trata de una visión que anticipa de forma temprana la educación a distancia, necesidad que se volvió emergente en el periodo de injerencia de la pandemia de COVID-19 que afectó al mundo entero y obligó a la educación, para adaptarse rápidamente a las restricciones de distanciamiento social, a aumentar el uso de plataformas en línea y tecnología educativa. Estos cambios repentinos han generado un debate sobre los desafíos y beneficios de la educación virtual, así como la necesidad de garantizar la accesibilidad y la equidad para todos los estudiantes (Naciones Unidas, 2020).

Volviendo a la Figura 4, sorprende ver la combinación de tecnología avanzada con un modelo de enseñanza esencialmente tradicional, lo que deja ver que, a pesar de los avances tecnológicos, el enfoque pedagógico sigue siendo unidireccional: el profesor como centro de la experiencia de aprendizaje y una estructura de clase estática. Esta visión refleja la prevalencia de un modelo de enseñanza que no aprovecha plenamente las posibilidades que ofrece la tecnología actual, lo que certifica, como señalan Gómez García et al. (2022), la necesidad de repensar y reconfigurar el rol de la tecnología en el ámbito educativo, de manera que se promueva una mayor interacción, participación y personalización del aprendizaje. Esta transformación educativa, continuando con los autores, no se restringe únicamente al ámbito teórico, sino que anhela propiciar cambios prácticos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, de modo que haya inclusión, equidad y una educación liberadora que empodere a aquellos que han sido históricamente postergados.

Urge abordar el papel de la tecnología en las TAC y su impacto en la democratización de la educación si se considera que esta deben brindar espacios de crecimiento y participación. En este sentido, se debe reflexionar si la tecnología en sí misma marca la pauta o si es la forma en que se utilizan las TAC para impartir conocimientos la que verdaderamente promueve una democratización e inclusión de la educación. Autores como Velasco (2018) y Schaper (2022) resaltan por qué se debe analizar tanto la presencia de la tecnología en las aulas como la manera en que se integra en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Velasco argumenta que las TAC deben ir más allá de la mera puesta en uso de dispositivos tecnológicos, para ser empleadas como herramientas que fomenten la participación, el análisis crítico y la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes.

En este escenario, esta investigación trata la inclusión de niños sordos en el modelo educativo engendrado por una sociedad globalizada, puesto que, a pesar de la disponibilidad de información, no siempre se logra una transferencia inclusiva del conocimiento. Por tanto, se precisa contar con datos concretos y medibles sobre los diversos factores que influyen en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en la inclusión de estos niños. Para ello se analiza el papel del diseño de interfaces en los procesos de enseñanza-aprendizaje y se muestra que

desempeña un rol protagónico en la accesibilidad y usabilidad de los RDD, las TAC, así como en el DUA. Así se evalúa y resalta la contribución de los diseñadores en la creación de herramientas multimedia para el aprendizaje inclusivo. Con estas conclusiones, se les proporciona una comprensión más integral de su relevancia en la promoción de la inclusión en los procesos de enseñanza-aprendizaje y se fortalece su rol en la confección de recursos digitales didácticos y tecnologías del aprendizaje y el conocimiento dirigidos a la inclusión.

Es menester poner en la mesa la emergencia de aplicar los parámetros de diseño inclusivo en el contexto latinoamericano, donde las interfaces digitales son ampliamente utilizadas en la educación. Ejemplos destacados como One Laptop Per Child (OLPC) y el Plan CEIBAL en Uruguay demuestran cómo el uso de interfaces inclusivas en recursos educativos digitales ha sido efectivo en entornos con recursos limitados. Estas experiencias exitosas dejan ver que la adaptabilidad y la accesibilidad pueden ayudar a brindar igualdad de oportunidades en la educación. Al tomar como referencia estas buenas prácticas, se puede tener parámetros para diseñar propuestas equitativas e inclusivas en la educación latinoamericana a través de interfaces accesibles para todos los estudiantes.

Justificación teórica

Jakob Nielsen, en el campo del diseño de interfaces y la usabilidad, y McLuhan, en el campo de la comunicación, constituyen los pilares teóricos de esta investigación orientada a comprender la tecnología educativa y su impacto en la inclusión y la equidad educativa. Además, se reconoce que considerar el contexto latinoamericano, influenciado por las ideas de Dewey, puede influir en el diseño de propuestas educativas cultural y socialmente apropiadas.

Nielsen (2012) argumentó convincentemente que se requieren interfaces efectivas y accesibles, para satisfacer la experiencia del usuario. Para garantizar ese tipo de experiencias de aprendizaje el diseño debe adaptarse a las necesidades y capacidades de los usuarios, sin ignorar su diversidad y priorizando la accesibilidad. Su perspectiva implica algo más que el contenido educativo en sí mismo e invita a estudiar la compleja relación entre la tecnología, las interfaces y la pedagogía. Reconocer que el diseño de las interfaces tiene un impacto directo en cómo los estudiantes perciben y comprenden la información

educativa, lleva a prestar atención a los principios de diseño, las características de usabilidad y las consideraciones de accesibilidad al desarrollar interfaces educativas.

La perspectiva de McLuhan, por su lado, plantea grandes desafíos en términos de inclusión y equidad educativa. Dado que la tecnología educativa actúa como un medio de transmisión del conocimiento, se debe procurar que las interfaces sean accesibles y adaptables a las necesidades de todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidades o dificultades de aprendizaje. Al centrarse en el diseño inclusivo de las interfaces, se promueve una participación equitativa y una experiencia educativa enriquecedora para todos.

En el contexto latinoamericano, hay que recuperar las ideas de John Dewey, quien recalcó el peso del contexto cultural y social en el diseño educativo. El autor argumenta que el aprendizaje significativo se logra cuando se establece una conexión entre los contenidos educativos y la vida de los estudiantes (Ruiz, 2013a). Esto implica delinear propuestas educativas con un enfoque social que reflejen y respondan a la realidad latinoamericana, teniendo en cuenta los contextos socioculturales y las características propias de la región.

Justificación práctica o aplicada

Esta investigación estudia los modelos pedagógicos en búsqueda de enfoques que fomenten la participación activa de los estudiantes, la colaboración y la construcción colectiva del conocimiento. En este afán, es oportuno pensar en el diseño de interfaz en los RDD como una forma de impulsar la inclusión educativa de niños sordos. En tal sentido, la contribución principal de esta investigación radica en la generación de información científica relevante en este campo.

Mariana Maggio (2012) ilustra el uso de la tecnología educativa en la escuela mediante una interesante anécdota en la que se puede certificar cómo el uso incorrecto de la tecnología puede distorsionar su finalidad:

Cuenta la historia del profesor que, como tenía que viajar, le deja a su ayudante un casete con los casos grabados para sus alumnos. Al regresar, antes de lo previsto, decide pasar por el aula para ver qué sucede y se encuentra con un grabador rodeado por once grabadores. Esta narración,

es tan breve como maravillosa porta de modo sintético gran parte del mito sobre el uso de la tecnología educativa en la escuela. (p.16)

La anécdota también invita a pensar cómo el diseño de interfaz puede ser una herramienta poderosa para garantizar la participación y el acceso equitativo a la educación de los niños sordos. Al comprender las necesidades y desafíos de estos estudiantes en entornos tecnológicos, se pueden diseñar interfaces y herramientas accesibles, intuitivas que susciten una experiencia de aprendizaje enriquecedora. Con este antecedente, resulta útil analizar críticamente el uso de las tecnologías educativas y desarrollar propuestas innovadoras desde la perspectiva del diseño de interfaces, pensadas en el DUA y la inclusión de los niños sordos en el contexto educativo en Ecuador. Las conclusiones resaltarán el papel responsable del diseñador en la construcción de las interfaces multimedia enfocadas en el aprendizaje inclusivo.

Viabilidad y factibilidad

Esta investigación parte del notable aumento en la disponibilidad de recursos tecnológicos en las instituciones educativas en los últimos años. Esta abundancia de tecnología y su fácil acceso, unidos a la creciente interconectividad, han alterado el concepto tradicional de aula para hablar de *aula aumentada*, un enfoque que implica aprovechar las nuevas tecnologías para fomentar una comunicación multidireccional y fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, la investigación se beneficiará del avance en la digitalización y el acceso a internet en todo el mundo, lo cual proporciona una mayor conectividad y oportunidades de aprendizaje en entornos virtuales; la globalización y la interconexión social actual también dan lugar al intercambio de experiencias y buenas prácticas a nivel internacional, lo que certifica la viabilidad de la investigación (De Giusti, 2021). La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de tecnologías digitales en la educación, lo que obligó a instituciones y docentes a adaptarse rápidamente a entornos virtuales y en línea y reveló los desafíos y las oportunidades al incorporar la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, se requiere reflexionar sobre la forma en que se utilizan las tecnologías educativas, ya que no es suficiente simplemente con usar

herramientas tecnológicas en las aulas para repensar los modelos pedagógicos y promover enfoques que llamen a la participación activa de los estudiantes, la colaboración y la construcción colectiva del conocimiento (Prensky, 2011).

La pertinencia y aplicabilidad de esta investigación se ve reforzada por la experiencia del autor de esta investigación en la coordinación de la Maestría en Educación, mención en Gestión del Aprendizaje Mediado por TIC, en la Universidad del Azuay (Ecuador). La maestría, que ya cuenta con cuatro cohortes exitosas, ha sido un espacio de aprendizaje y aplicación práctica donde se han abordado temas relevantes para esta investigación. La acogida positiva del programa y las lecciones aprendidas en el proceso de coordinación y enseñanza han forjado una base sólida para entender los desafíos y las oportunidades de la integración de las TIC en el ámbito educativo, particularmente en lo que respecta a la inclusión.

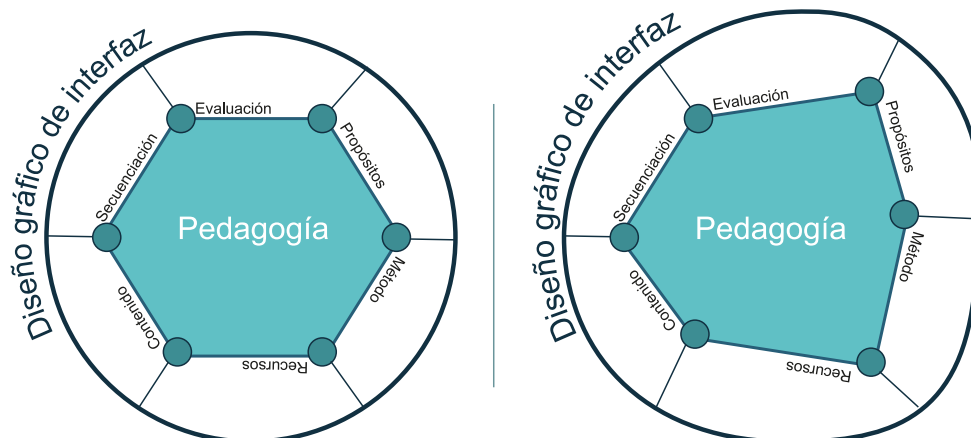
2.2. Relevancia de la investigación en su impacto científico o social

Impacto científico

Esta investigación se ancla primordialmente en el campo de la pedagogía, aunque también abarca aspectos del diseño gráfico multimedia. Su prioridad es profundizar en el conocimiento pedagógico y tenerlo presente en el diseño de los elementos del diamante curricular (Figura 5), como describe el Ministerio de Educación de Ecuador (2018). Estos elementos –el propósito, los contenidos, la secuencia, la metodología, los recursos y la evaluación– se entrelazan en el proceso de enseñanza-aprendizaje porque cualquier cambio en la metodología o en los recursos utilizados puede afectar a los otros componentes e impactar en el cumplimiento de los objetivos educativos. De esto modo, la investigación se propone generar un conocimiento más profundo en el área de la pedagogía y edificar una base sólida para comprender e innovar los procesos educativos, incluyendo aquellos aspectos que se entrelazan con el diseño gráfico.

Figura 5.

Diamante curricular



Fuente: Ministerio de Educación de Ecuador (2018)

Los resultados apuntan a adaptar la metodología y los recursos para la inclusión de niños sordos en el proceso de enseñanza-aprendizaje; esto implica recurrir a enfoques pedagógicos cuyas premisas incluyan la participación activa y el aprendizaje significativo de los estudiantes, teniendo en cuenta sus necesidades individuales. Asimismo, ayudan a definir criterios para evaluar y seleccionar cuidadosamente los RDD apropiados para proveer accesibilidad y una comunicación efectiva con los niños sordos.

Por otro lado, el impacto científico de la tesis se extiende al campo del diseño gráfico, específicamente al diseño de interfaces de los RDD. Se formularán criterios y recomendaciones prácticas para desarrollar interfaces inclusivas accesibles y utilizables por niños sordos con principios de diseño enfocados en la experiencia del usuario y en la inclusión, lo que garantiza la interacción efectiva de los niños sordos con los RDD y el acceso equitativo al contenido educativo (Unesco, 2015). Podrán ser empleados por docentes, diseñadores y profesionales del ámbito educativo y ayudarán a incrementar la calidad educativa al promover la inclusión de niños sordos en las experiencias de aprendizaje.

Impacto social

Esta investigación tiene un impacto social significativo en el ámbito de la educación inclusiva: analiza la adaptación y la metodología del diamante curricular para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente el dirigido a la inclusión de niños sordos, en línea con la visión de Unesco (1994). Este enfoque busca crear un entorno educativo más inclusivo y justo, valorando la diversidad y brindando igualdad de oportunidades a todos los estudiantes.

Además de su impacto en la educación inclusiva, pretende fortalecer el rol del diseñador gráfico y del profesor en el desarrollo de interfaces inclusivas en los RDD; se reconoce que los diseñadores gráficos participan activamente en la creación de interfaces atractivas y accesibles, que posibilitan la participación y el aprendizaje significativo de todos los estudiantes, incluyendo a los niños sordos. Según Rodríguez et al. (2019), la valoración de la interfaz en el desarrollo de herramientas multimedia es un paso significativo para promover el aprendizaje eficaz. Los profesores asumen la responsabilidad de adaptar la metodología e implementar de manera efectiva las interfaces inclusivas en el aula utilizando los recursos disponibles de manera óptima para garantizar la inclusión y la participación de todos los estudiantes. Con ello, se pone de relieve el papel del profesor en la educación inclusiva y en la creación de entornos de aprendizaje equitativos.

Además, se debe reconocer cómo, históricamente, en muchos RDD se ha priorizado el uso del audio, aprovechando la existencia de formatos de audio ligeros como el MP3 y el MP4 (introducido en 2001), que originalmente revolucionaron la distribución de contenido multimedia por su conveniencia y accesibilidad. Aunque estos desarrollos tecnológicos han fortificado la experiencia de aprendizaje auditiva y han sido beneficiosos en términos de eficiencia y alcance, pueden representar barreras significativas para aquellos sin capacidad auditiva, pues a menudo se han presentado sin alternativas visuales o textuales equivalentes.

Por último, el estudio tiene un impacto social al sensibilizar a la sociedad sobre el valor de la inclusión y fomentar una cultura de respeto, diversidad e igualdad en el ámbito educativo. Como argumentan Rose y Meyer (2010), la

inclusión de todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades, enriquece la experiencia educativa de todos. En este sentido, la investigación subraya la necesidad de rediseñar RDD verdaderamente inclusivos, con múltiples formas de interacción, que atiendan a la diversidad de necesidades de todos los estudiantes y que mitiguen la dependencia excesiva de los recursos auditivos. Este enfoque integral y consciente de la diversidad sensorial y cognitiva en el diseño de materiales educativos digitales puede ser un medio para construir un sistema educativo que no solo sea accesible, sino también equitativo y potencializador.

2.2. La tesis y las líneas de investigación de la Facultad

Este trabajo de investigación se enmarca en la línea de investigación.6, Convergencia Pedagógica-Digital (Universidad de Palermo, s. f.), la cual se enfoca en las interacciones y transformaciones generadas por las TAC en los procesos educativos y su impacto en la experiencia educativa, en consonancia con la perspectiva de Dewey (1995), quien argumenta que la educación efectiva debe basarse en las experiencias significativas de los estudiantes y dar paso a la participación, reflexión y la conexión entre el conocimiento teórico y la realidad práctica. Pero la investigación va más allá de un enfoque descriptivo y avanza hacia la generación de conocimientos que contribuyan al campo de estudio de la inclusión educativa y el diseño de interfaces en RDD. Al profundizar en estas interrelaciones, se espera proporcionar recomendaciones y pautas prácticas para el diseño de interfaces en RDD, con el objetivo de acrecentar las oportunidades de aprendizaje y participación de los niños sordos en el ámbito educativo ecuatoriano.

Asimismo, la investigación dialoga con la línea de investigación 6: Convergencia Pedagógica-Digital, con el fin de profundizar en la comprensión de las interrelaciones entre el diseño de la interfaz, la tecnología y la inclusión en el ámbito educativo.

3. Conceptualización

3.1. Pregunta de investigación

La integración de las TAC en la educación ha mostrado un crecimiento significativo, sin embargo, aún existen desafíos para convertir estas herramientas en verdaderamente inclusivas para todos los estudiantes. Hay una desconexión notable entre la disponibilidad de estas tecnologías y su utilidad práctica en el aula, lo que plantea cuestiones sobre su efectividad en términos de inclusión. Ante este contexto, la investigación se plantea la siguiente *pregunta general*: ¿cómo contribuye el diseño multimedia en las TAC, enfocado en la interacción y la interfaz, a la universalidad del proceso de enseñanza-aprendizaje? La pregunta indaga la relación entre el diseño de interfaces en las TAC y su capacidad para ofrecer una experiencia educativa inclusiva y accesible y analizar cómo la configuración y el diseño de las interfaces pueden asegurar que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades individuales, tengan la oportunidad de participar y aprender de manera efectiva.

Continuando con el tema, se plantean tres preguntas específicas que buscan profundizar en aspectos concretos del problema principal, orientado hacia un entendimiento más detallado y especializado de la educación inclusiva para niños sordos mediante el uso de RDD.

Pregunta específica 1: ¿Cuáles fueron los puntos de inflexión en las TAC entre 2000 y 2020 que más influyeron en el desarrollo y diseño de interfaces inclusivas de los RDD para estudiantes sordos? Esta pregunta apunta a identificar y analizar los momentos críticos en la evolución de las TAC durante las últimas dos décadas, y cómo estos han impactado en la creación de interfaces más accesibles y efectivas en los RDD destinados a estudiantes con discapacidad auditiva.

Pregunta específica 2: ¿Cómo han evolucionado las interfaces de los RDD en relación con las TAC utilizadas desde 2000 hasta 2020 para mejorar la educación inclusiva de niños sordos en Ecuador? Esta interrogante repasa la trayectoria de desarrollo de las interfaces de los RDD, testimonia cómo se han

adaptado y evolucionado como respuesta a los avances en las TAC, Su enfoque se apega al medio educativo ecuatoriano y a la inclusión de niños sordos.

Pregunta específica 3: ¿En qué medida han contribuido las mejoras en la usabilidad objetiva y subjetiva de los RDD a la inclusión efectiva de los niños sordos en los procesos educativos en Ecuador? Por esta pregunta se evalúa el papel que han desempeñado las innovaciones en la usabilidad, tanto desde un punto de vista objetivo como subjetivo, en la mejora de la accesibilidad y la experiencia educativa de los niños sordos utilizando RDD en Ecuador.

3.2. Hipótesis

La hipótesis general planteada para el estudio es si en el período de 2000-2020, el diseño de interfaz en los RDD, centrado en la relación entre contenidos-interfaz-interacción, ha desempeñado un factor decisivo en la inclusión educativa de niños sordos. Este enfoque de diseño no solo allana el acceso al conocimiento, sino que también incita una participación más efectiva de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta suposición surge de la observación crítica de que, aunque el acceso a la información ha aumentado exponencialmente gracias a los avances en las TAC, este acceso por sí solo no garantiza una transferencia de conocimiento inclusiva y efectiva.

En el contexto de la globalización de contenidos y tecnologías, se ha identificado una brecha significativa en la educación inclusiva, especialmente para los estudiantes con discapacidades auditivas. A pesar de la abundancia de recursos digitales, la falta de consideración en el diseño de la interfaz puede llevar a la exclusión de estos estudiantes del proceso educativo. Por ello, esta investigación plantea que el diseño de interfaz multimedia, que abarca aspectos como la accesibilidad, la claridad de los contenidos y la facilidad de interacción, es esencial para transformar la información en conocimiento accesible y relevante para todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidades auditivas.

Para corroborar esta hipótesis, el estudio se enfocará en un análisis amplio y general de los RDD, vislumbrando cómo sus interfaces han sido diseñadas y su impacto en la inclusión educativa de niños sordos; se evaluarán aspectos como la presentación visual de la información, la integración de ayudas alternativas a los elementos de audio y la facilidad de navegación. Este enfoque holístico conduce

a una comprensión profunda de las prácticas actuales y a sugerir diseños renovados para el futuro.

Para profundizar en las respuestas, se han formulado tres hipótesis de trabajo específicas, cada una gira en torno a un aspecto particular del diseño de los RDD y su influencia en la educación inclusiva:

Hipótesis de trabajo 1: se sugiere que entre 2000 y 2020, momentos específicos de avance tecnológico y cambios pedagógicos en las TAC, han marcado puntos de inflexión claves que repercuten directamente en la evolución y el diseño de los RDD, particularmente en su capacidad de inclusión para estudiantes sordos. Esta hipótesis busca identificar y examinar los momentos críticos en la evolución de las TAC y destacar cómo estos hitos han impactado en el diseño y la funcionalidad de los RDD para propiciar la inclusión de estudiantes sordos.

Hipótesis de trabajo 2: se plantea que la evolución en la interfaz y la interacción de los RDD, en concordancia con las TAC utilizadas desde 2000 hasta 2020, ha sido determinante para acrecentar la calidad educativa y la inclusión de niños sordos en Ecuador. Esta hipótesis aborda cómo los cambios en las interfaces de los RDD, alineados con las TAC contemporáneas, han contribuido a una educación más inclusiva y efectiva, especialmente en el contexto ecuatoriano.

Hipótesis de trabajo 3: se presupone que la inclusividad de los niños sordos en los procesos de enseñanza-aprendizaje en Ecuador, a través del uso de RDD, ha progresado plenamente gracias a los avances en la usabilidad objetiva y subjetiva y a la implementación de prácticas inclusivas en el diseño de dichos recursos. Esta última hipótesis evalúa cómo los avances en la usabilidad de los RDD y las prácticas inclusivas en su diseño han fortalecido la participación y el aprendizaje de los niños sordos en Ecuador.

3.3. Objetivos

Los objetivos de la investigación se han basado en la tendencia al cambio que experimenta el paradigma educativo, la influencia de las TAC en los procesos de aprendizaje, la universalidad como característica primordial para promover la inclusión y en la injerencia de la comunicación visual en la transmisión efectiva de

contenidos en los objetos de aprendizaje. Los objetivos planteados son los siguientes:

El objetivo general de esta investigación doctoral es identificar los parámetros de diseño en las interfaces de los RDD entre los años 2000 y 2020, que fueron determinantes en la inclusión de niños sordos de 7 a 8 años en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Cuenca, Ecuador.

Este objetivo general, desplegado en torno al ámbito de la educación inclusiva, dejar ver la evolución de las interfaces en los RDD para evaluar cómo estos cambios han impactado en la inclusión de los niños sordos en el ambiente educativo. La elección de niños de 7 a 8 años como grupo de estudio obedeció a que se encuentran en una fase crítica de su desarrollo educativo, un periodo en el que la interacción con los medios digitales impacta decisivamente en su aprendizaje, tal como lo indica Piaget (1972). Al fijar el objeto en Cuenca, Ecuador, la investigación adquiere una perspectiva local e identifica desafíos y oportunidades de este contexto. La tesis se propone, entonces, contribuir al campo académico de la educación inclusiva y ofrecer ideas prácticas para diseñar RDD accesibles y eficaces para todos los estudiantes.

En este marco, el diseño gráfico de interfaces trasciende lo puramente estético y se enfoca en crear experiencias de aprendizaje intuitivas, accesibles y acogedoras para niños que enfrentan enormes desafíos en entornos educativos convencionales. Para ello, aborda los retos particulares que enfrentan los niños sordos, como la excesiva dependencia de elementos auditivos en muchos RDD, e impulsa un cambio hacia prácticas de diseño más inclusivas y consideradas.

En línea con el objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

Objetivos específicos 1: Determinar los puntos de inflexión en la evolución de las TAC en los años 2000 - 2020 como referentes para el desarrollo de los RDD. Se identifican los momentos clave en la evolución de las TAC que han impactado en el diseño y desarrollo de los RDD. Este análisis histórico es esencial para entender cómo los avances tecnológicos y pedagógicos han influenciado la creación de interfaces más inclusivas y adaptativas.

Objetivos específicos 2: Analizar los RDD desde la perspectiva contenidos-interfaz-interacción en relación con las TAC utilizadas en los diferentes

periodos seleccionados entre el 2000 y el 2020 para la enseñanza de niños, especialmente en Ecuador. Este objetivo determina cómo han evolucionado los RDD, en relación con las TAC utilizadas en diferentes períodos para conseguir una inclusión educativa de niños sordos en Ecuador. Al analizar los RDD desde esta triple perspectiva, se aspira a identificar las prácticas de diseño más efectivas y aquellas que necesitan revisarse para atender las necesidades específicas de los estudiantes sordos.

Objetivos específicos 3: Evaluar el nivel de inclusividad de los niños sordos del Ecuador en los procesos de enseñanza-aprendizaje con el uso de RDD, a través de un análisis de usabilidad que incluya los niveles de Usabilidad Objetiva y Subjetiva, así como los niveles de inclusión. Aquí se evalúa la efectividad de los RDD en términos de usabilidad objetiva y subjetiva y niveles de inclusión para los niños sordos en Ecuador. A través de este análisis, se busca comprender cómo los RDD actuales están sirviendo a esta población y qué recursos pueden implementarse para optimizar su accesibilidad y eficacia.

Cada uno de estos objetivos específicos contribuye de manera integral al objetivo general. Al combinar el análisis histórico, evaluación de contenido e interfaz, y estudios de usabilidad e inclusión, este enfoque multidimensional proporciona una comprensión completa de cómo los avances en las TAC y los RDD pueden optimizar la experiencia educativa de los niños sordos.

4. Estado de la cuestión

El análisis del estado de la cuestión se desglosa en las tres áreas temáticas que se trabajan en esta tesis: (a) explora las TAC para examinar cómo estas tecnologías han evolucionado y se han aplicado en el ámbito educativo; (b) aborda el DUA, un eslabón crítico entre las TAC y el diseño de interfaces gráficas, para comprender cómo facilita la accesibilidad y la inclusión en el proceso educativo; y (c) se concentra en el diseño de la interfaz en RDD y analiza cómo estos elementos contribuyen a la experiencia de aprendizaje de los niños sordos. Para cada uno de estos campos amplios, el análisis se bifurca en dos perspectivas: un contexto histórico, que cubre los desarrollos y cambios operados durante los periodos de estudio; y un contexto actual, que gira en torno a las tendencias recientes, tecnologías emergentes, implementaciones exitosas y aspectos de

accesibilidad. Esta estructura dual captura tanto la evolución como el estado actual de estas áreas clave.

4.1. Estado de la cuestión de las TAC

Antecedentes históricos de las TAC

Durante la Edad Media, se produjo una revolución tecnológica con la organización de los procesos de enseñanza y aprendizaje en escuelas parroquiales, esto es, instituciones educativas asociadas a una parroquia o iglesia local que ofertaban programas educativos formales basados, naturalmente, en principios religiosos y valores como fe (San Pedro, 2003). Posteriormente, la Revolución Industrial exigió adaptar el sistema educativo a los requerimientos tecnológicos. En la actualidad, nos encontramos en una revolución digital, que sigue transformando la educación (Brunner, 2001)

Las TAC, de forma concreta, han evolucionado de forma significativa desde los primeros medios de comunicación hasta la consolidación de la informática como herramienta educativa en los años setenta. En la última década, el avance tecnológico ha alumbrado nuevas formas de entender los procesos de enseñanza-aprendizaje, con acceso ilimitado a internet y a diversas plataformas de información (Friedman, 2018). Las nuevas tecnologías, a través de interfaces interactivas, han hecho que los contenidos sean más accesibles para los estudiantes y han promovido su participación activa en la generación de nuevo contenido (Hernández Requena, 2008).

Vidal Puga (2006) realiza un recorrido histórico sobre las TIC en la educación e identifica cuestiones relevantes y líneas de investigación comunes, que han privilegiado metodologías cualitativas como el estudio de caso y la investigación-acción. Como resultado, destaca la necesidad de estudios contextualizados y en profundidad, y concluye que, en general, las TIC no generan cambios sustantivos en la organización de los centros educativos ni en la metodología empleada en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El enfoque de Vidal atiende aspectos pedagógicos y la influencia de la tecnología, pero no profundiza en los factores que pueden viabilizar o dificultar su funcionamiento ni analiza detalladamente la universalidad de los contenidos. Para cumplir los

objetivos de la investigación, un paso básico es evaluar el impacto de las TAC, especialmente el diseño de interfaz, para promover la inclusión educativa de niños sordos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 6.

Educación del futuro



Como en la ilustración de Radebaugh, de 1958, que imaginaba el futuro de la educación, hoy la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías emergentes continúan moldeando las expectativas para el futuro. La Figura 6 grafica el porvenir de la educación para niños enfatizando la inclusión: el aula del futuro está equipada con tecnologías avanzadas, como pantallas holográficas y auriculares de realidad virtual, con las cuales los niños de diversas habilidades y procedencias interactúan, incluyendo aquellos con discapacidades. Se vislumbra así un entorno educativo avanzado y accesible, en el que todos los niños tienen iguales oportunidades para aprender e interactuar.

En los últimos años, la adopción de dispositivos móviles, aplicaciones y plataformas en línea ha abierto nuevas dimensiones para el aprendizaje. Estas

tecnologías han posibilitado crear RDD que se adaptan a diversos estilos de aprendizaje y responden a las necesidades individuales de cada estudiante, potenciando así una educación más personalizada y efectiva (Clark & Mayer, 2016).

Sin embargo, para impulsar verdaderamente la inclusión educativa de los niños sordos se requiere una reflexión y acción consciente en el diseño de interfaces de los RDD, atendiendo sobre todo los principios de accesibilidad y usabilidad. El diseño debe ser inclusivo y atender las necesidades específicas de los niños sordos por medio de características como subtítulos, interpretación en lengua de señas y formas de interacción que son predominantemente visuales o táctiles, solo de ese modo se asegura que todos los estudiantes puedan acceder a los contenidos de forma autónoma y participar plenamente en el proceso educativo (Treviranus, 2014).

La filosofía del diseño parte de la premisa de que centrarse en el usuario maximiza la eficacia de las TAC en la educación; la idea es que los niños sordos puedan acceder de manera independiente al contenido y puedan involucrarse activamente en las actividades de aprendizaje. Para este fin, conviene involucrar a los niños sordos en el proceso de diseño de estas tecnologías, valorando sus comentarios y necesidades, para crear soluciones que sean verdaderamente inclusivas y empoderadoras.

En este sentido, el análisis de los puntos de inflexión en la evolución de las TAC desde los años 2000 hasta la actualidad es relevante para comprender cómo ha impactado en la educación. El estudio de los RDD desde la perspectiva contenidos-interfaz-interacción también ofrece una visión integral de su efectividad para la inclusión educativa. Además, evaluar el nivel de exclusividad de los niños sordos del Ecuador en los procesos de enseñanza-aprendizaje con el uso de RDD identificará las barreras existentes y proporcionará sugerencias de soluciones.

En definitiva, las TAC han transformando la educación en cada revolución tecnológica. En la actual revolución digital, el avance exponencial de la tecnología ha abierto nuevas oportunidades para la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, para potenciar la inclusión educativa de niños sordos, una propuesta es

recurrir al diseño de interfaz de los RDD que pueden ser diseñados para favorecer su accesibilidad y usabilidad.

Tendencias en el uso de tecnologías para la educación

Al hablar de las TAC, resulta beneficioso comprender el avance histórico de la tecnología y su influencia en la educación. Las concepciones educativas clásicas, basadas en el modelo empírico-analítico, han demostrado poca flexibilidad en un entorno en constante cambio (Pons, 2003). Sin embargo, en los años noventa, el uso generalizado de hipertexto e hipermedia abrió el paso a nuevas formas de acceso a la información, comunicación y conocimiento con enorme impacto en la concepción y elaboración de materiales de enseñanza. Esta evolución tecnológica ha promovido una mayor inclusión educativa y ha respetado el ritmo de aprendizaje de los usuarios (Pons, 2003).

En el diseño de RDD, la interfaz emerge como un componente básico del proceso de enseñanza-aprendizaje en tanto la manera en que la información se estructura y se interactúa con ella tiene el potencial de influir profundamente en la adquisición de conocimientos. Estrategias como el aprendizaje constructivo, la mediación cognitiva y la adecuada estimulación sensorial a través de la interfaz son cruciales (Herrera, 2004). En Ecuador, existe un esfuerzo por integrar las TIC en el sistema educativo y aprovechar las oportunidades y los desafíos que representan para una enseñanza que responda a las demandas del siglo XXI. Sin embargo, ante los cambios sociales, económicos y culturales que repercuten en el sistema educativo, es imperativo primero realizar un análisis crítico sobre la implementación de las TIC en la educación y conocer su impacto real en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este análisis se torna más pertinente en un periodo en el que la educación busca reinventar la escuela y el aula para adaptarlas a la dinámica de cambio continuo y volverlas flexibles, como una particularidad inherente (Wagner, 2012).

Junto a los desafíos educativos generales, persisten retos concretos que experimentan los niños sordos en Ecuador, y el primero es la necesidad de ampliar la investigación sobre la interacción entre estos niños y la tecnología educativa. Según un estudio realizado por Méndez Capito (2010), los avances tecnológicos han aportado de forma sustancial al incremento de la accesibilidad educativa para

estudiantes con discapacidad auditiva, pero aún existen brechas en la oferta y calidad de los recursos didácticos digitales adaptados bajo la premisa de que la inclusión efectiva, como se ha mencionado antes, no se limita al acceso tecnológico, sino que requiere un diseño meticuloso que no ignore las necesidades comunicativas y educativas de estos alumnos. Al respecto, el Ministerio de Educación del Ecuador (2020) ha invitado a desarrollar estrategias inclusivas en todas las áreas que abarquen desde la formación docente hasta la creación de RDD que se alineen con los principios del DUA. Como balance, se requiere un compromiso continuo para desarrollar soluciones que aseguren una educación equitativa y rica en recursos para los niños sordos.

Para avanzar hacia las TAC, es indispensable promover Recursos de Aprendizaje (RA) que conlleven la participación activa de los estudiantes, la interacción y la retroalimentación. Estos recursos deben ser diseñados en condiciones óptimas para alcanzar la universalidad del aprendizaje, es decir, que puedan ser accesibles y comprensibles para todos los estudiantes, sin depender de sus características o habilidades (Casablanca, 2014). Para ello, siguiendo al mismo Casablanca, se debe dejar atrás el término *nuevas tecnologías* para adoptar el concepto de *tecnologías culturales*, y entender a las TIC como herramientas didácticas al servicio del aprendizaje.

Las TAC forman un segmento de las TIC que se utilizan específicamente para el aprendizaje; estas tecnologías han sido un elemento transversal en los procesos de enseñanza-aprendizaje e impulsan su universalización independientemente del modelo educativo empleado. Los RDD cumplen un papel relevante en el ámbito de las TAC. Inicialmente, estos recursos se basaban en el paradigma conductista, en el que el aprendizaje se concebía como una respuesta observable a estímulos externos. Con el tiempo, los RDD han evolucionado hacia interfaces dinámicas e interactivas, que toman como referencia las estructuras de las revistas y enciclopedias físicas (Pozo Muncio, 1989), hasta alcanzar avances significativos hacia la universalidad, especialmente en el diseño de interfaces más inclusivas para personas con discapacidad auditiva. La preponderancia de aspectos visuales, estructurales y de navegación y los estímulos sensoriales adecuados a través de la interfaz han sido fundamentales para lograr un aprendizaje significativo y un funcionamiento inclusivo, como lo han sido las

estrategias de aprendizaje constructivo y la efectiva mediación cognitiva (Herrera, 2004).

4.2. Estado de la cuestión del DUA

Evolución del enfoque del DUA

La preocupación por la inclusión escolar en Ecuador emerge como un tema prioritario en el ámbito educativo, especialmente desde la década de los 90, periodo en el que se observa una mayor preocupación por las personas con discapacidad. En respuesta a esta realidad, surgen diversas políticas públicas y se comprometen tanto instituciones gubernamentales como no gubernamentales en brindar apoyo a este grupo social minoritario, históricamente excluido (Álvarez, 1998).

Así, la Constitución del Ecuador establece los principios del Estado, al que se define como constituido por derechos y justicia, social, democrático, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico; un conjunto legal que sienta las bases para un Estado democrático cuyos ciudadanos poseen igualdad de derechos. Este principio de inclusión se extiende al ámbito educativo cuando reconoce a la educación como un derecho ineludible y un deber del Estado, una prioridad en la política pública y una garantía de igualdad e inclusión social (Asamblea Constituyente, 2008). La Constitución, asimismo, promueve una educación inclusiva que ambiciona el desarrollo holístico de los estudiantes y cubrir las necesidades de toda la población.

De acuerdo con la propuesta vygotskiana, la educación debe ser integral, pese a las contradicciones existentes en las instituciones educativas al respecto (Álvarez, 1998). Actualmente, se busca un modelo de educación inclusiva dirigido a todos los alumnos, en función de los principios de normalización, integración, sectorización e individualización, según la tesis de Donoso Figueiredo (2013). El modelo debe también defender los derechos humanos y enfocarse en los estudiantes con necesidades especiales para crear estrategias y condiciones para su participación en el proceso de enseñanza (Bars et al., 2014).

El Ministerio de Educación de Ecuador combate el analfabetismo tecnológico a través de las Aulas Tecnológicas Comunitarias (ATC), que

pretenden incrementar el acceso a internet y la implementación de contenidos (Ministerio de Educación del Ecuador, 2015). Alcanzar una educación inclusiva demanda cambios terminológicos, esfuerzos económicos y sociales, así como la sensibilización y el apoyo de las instituciones educativas (Ramos, 1992).

Las TAC, y en particular el diseño de interfaz, pueden integrar y enseñar los mismos contenidos a personas diferentes al mismo tiempo (Calvo Álvarez & Verdugo Alonso, 2012). La educación integradora reconoce que todos los estudiantes tienen diferentes formas de aprender y necesidades educativas especiales, un saber que deben tener en mente todos los involucrados en el proceso educativo. La educación inclusiva se basa en las premisas de los derechos humanos y busca la participación activa de los estudiantes con necesidades especiales, para lo que requiere cambios profundos en las prácticas educativas, el apoyo de las instituciones y el uso de tecnologías de apoyo.

El DUA fomenta la autonomía y la autorregulación del aprendizaje: los estudiantes pueden tomar decisiones sobre cómo abordar las tareas y cómo mostrar su comprensión. Esto activa la motivación intrínseca y el compromiso activo y contribuye a un mayor rendimiento académico y al desarrollo integral de los estudiantes. Y, en cuanto a los antecedentes históricos, en Ecuador se han llevado a cabo esfuerzos para promover la inclusión educativa a través de políticas y programas gubernamentales, como las Aulas Tecnológicas Comunitarias (ATC) implementadas por el Ministerio de Educación del Ecuador, sin mayores resultados porque la implementación efectiva del DUA requiere transformar la mentalidad y las prácticas educativas, una formación docente sólida y la colaboración entre todos los actores educativos, incluyendo estudiantes, familias, docentes y autoridades educativas.

La educación inclusiva se ha reconocido como un elemento de primer orden para lograr una educación de calidad para todos los estudiantes (Unesco, 2008). A lo largo de la historia, los procesos de enseñanza-aprendizaje han evolucionado y se han adaptado a nuevos paradigmas, influenciados por factores socioculturales y avances científicos. En este contexto, las nuevas tecnologías emergentes han desempeñado un papel destacado al ofrecer elementos para un diseño de interfaces más accesibles, usables y multimodales (INTEF, 2019).

La interfaz se ha convertido en un factor determinante en los procesos educativos junto con otros factores socioculturales como lo político, religioso, cultural e informativo-comunicacional. Su presencia en los procesos de aprendizaje se remonta al desarrollo del alfabeto por los griegos en el año 300 a.C., que transformó la forma de comunicación entre los seres humanos y dio origen a un nuevo estado mental conocido como *mente alfabética* (Havelock, 1996). Pero el hito más significativo en la universalización del aprendizaje fue la invención de la imprenta, que universalizó el conocimiento y desarrolló nuevas maneras de almacenar el saber que superaron la transmisión oral. De igual modo, creó una interfaz global que produjo un cambio radical en los procesos educativos y extendió la alfabetización hacia cada vez nuevas poblaciones. En la actualidad, se atestigua una revolución tecnológica y cognitiva similar a la emergida en la invención de la imprenta, también con opiniones divergentes sobre su eficacia (Schwab, 2016).

En los albores de la cuarta revolución industrial, la aparición de un nuevo estado mental, denominado *mente interactivo-virtual*, está transformando significativamente los contextos educativos. Avances tecnológicos como la realidad aumentada, el internet de alta velocidad, el acceso fácil a la tecnología y el internet de las cosas están dando lugar a diferentes medios de comunicación visual cada vez más globalizados, que combinan diferentes formas de interactividad y medios para transmitir contenidos (Havelock, 1996). Estos avances tecnológicos se abren paso en la educación en un afán de convertirse en su parte integral, lo que plantea nuevos desafíos y oportunidades a la educación inclusiva. En ese panorama, el diseño de interfaces puede actuar como un recurso para garantizar la accesibilidad, la usabilidad y la adaptabilidad de los contenidos educativos a las necesidades de todos los estudiantes (Luna González, 2004).

El DUA busca proporcionar un enfoque inclusivo que atienda las necesidades individuales de todos los estudiantes, reconociendo la diversidad de estilos de aprendizaje, habilidades y características. Su implementación, para ser exitosa y brindar oportunidades equitativas de aprendizaje, requiere un cambio de paradigma en la educación, superar las barreras y prejuicios existentes al respecto, fomentar la capacitación docente en el diseño universal, promover la colaboración entre los actores educativos y proporcionar los recursos y apoyos

necesarios (Basham et al., 2016). Por ese motivo, el DUA representa un enfoque innovador y prometedor para la inclusión educativa y para cumplir la meta que todos los estudiantes tengan acceso a una educación de calidad (Unesco, 1994).

Implementación Exitosa del DUA en la Educación

El DUA, entonces, se encuentra inmerso en un escenario educativo en constante transformación, impulsado por el avance vertiginoso de las TIC, que promueven el fácil acceso a la información y a la interconexión global, que supera las barreras de las realidades nacionales y plantean una tendencia hacia una globalización educativa. Los principios de interactividad, movilidad, convertibilidad, conectividad, omnipresencia y mundialización, propuestos por Toffer (1979), toman protagonismo en el desarrollo de estructuras comunicacionales multimedia y redefinen el panorama educativo.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje a lo largo de la historia han estado estrechamente vinculados con la adopción de distintos paradigmas educativos. El paradigma educativo dominante durante mucho tiempo ha sido el enfoque conductista según el cual el profesor ocupa un papel central en el acto educativo: transmite conocimientos y el alumno participa de forma limitada, condicionado por un programa preestablecido. Este paradigma ha demostrado limitaciones para atender a la diversidad de los estudiantes y promover un aprendizaje significativo y autónomo. Por esa incapacidad, ha fueron gestado nuevos paradigmas educativas. Así nació el enfoque cognitivo, en el cual el alumno se convierte en un participante activo en la construcción del conocimiento a través de la experiencia y la interacción con los contenidos educativos.

Las herramientas multimedia y las TIC han surgido como recursos poderosos capaces de influir en el acceso al conocimiento. Al instar al estudiante a seleccionar, organizar y transformar la información y relacionarla con sus conocimientos previos, lo ayudan a que construya significados propios. Los Massive Open Online Courses (MOOC), por sus características, revolucionan el acceso al conocimiento, desafían el modelo tradicional de educación y promueven la democratización de la educación a nivel global (González & Ávila, 2014). El DUA, al diseñar entornos educativos flexibles y centrados en el estudiante, proveen herramientas que tienden a la inclusión educativa, pues se ajustan a la

diversidad de estilos de aprendizaje y necesidades de los estudiantes, de manera que todos puedan acceder, participar y progresar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En tal virtud, y si bien es cierto que en la actualidad coexisten distintos paradigmas educativos, el enfoque cognitivo ganó terreno por facultar el acceso a la información gracias a la disponibilidad de tecnología. Diseños multimedia y herramientas tecnológicas universalizan los procesos de enseñanza-aprendizaje, proporcionan acceso a la información, lo que puede conducir a un aprendizaje significativo. El DUA, como parte de estas herramientas, se convierte en un recurso de aprendizaje si bien su efectividad depende de su adaptación a las características culturales, sociales y contextuales de cada comunidad educativa, por lo que se presenta como un enfoque prometedor para incrementar la calidad y la equidad educativa en un entorno globalizado

4.3. Estado de la cuestión del diseño de interfaz de los RDD

Innovaciones en el diseño de interfaz para RDD

El diseño multimedia es un medio para la universalidad del aprendizaje al ofrecer estímulos sensoriales, así como por la mediación cognitiva que da lugar entre los estudiantes y los contenidos educativos (Bonsiepe, 1999). El diseño de la interfaz actúa como un elemento integrador entre los contenidos y los usuarios y, en el ámbito educativo, actúa como un puente entre la interacción y comunicación efectiva entre los usuarios y los recursos digitales, particularidad clave para potenciar la experiencia educativa y el acceso a la información (Montero & Fernández, 2004). Para lograr la mediación, el diseño debe ser "amigable", si bien es cierto no existen reglas estandarizadas para certificar que el diseño realmente sea accesible a todos los usuarios (Carneiro et al., 2016).

En el estudio histórico de las interfaces digitales, se observa una evolución desde las formas más rudimentarias de los primeros computadores hasta interfaces gráficas más amigables y los dispositivos táctiles actuales. Ejemplos como el mapa de metro de Londres, la experiencia Stars de Google Chrome y las interfaces físicas de realidad mixta, como The Rhythm of Cities, ilustran cómo el diseño de interfaz ha trascendido disciplinas como el diseño, el arte y la tecnología

para proponer enfoques innovadores en la visualización de datos (San Martín, 2003).

Hoy en día, el diseño de interfaces se ha convertido en un punto nodal en entornos gráficos que impulsan la creación de equipos de diseño de interfaz de usuario en empresas líderes de la industria tecnológica, como Microsoft® (Microsoft®, 2000). Proyectos como el del grupo GNOME han sido fundamentales para proporcionar guías detalladas y gratuitas para el diseño de interfaz, con el objetivo de satisfacer la experiencia del usuario y simplificar la aplicación de este enfoque en el desarrollo de plataformas digitales (Group GNOME, 2002). En el diseño de la interfaz, se destaca el tema de la visibilidad, aspecto que abarca más que la simple capacidad de ver e involucra la capacidad de imaginar, entender e interactuar para desarrollar un concepto (Pimentel et al., 2016). El diseño de la interfaz enfrenta también el desafío de consolidar mecanismos conceptuales, técnicos y metodológicos para ofrecer la información, trascendiendo la dependencia exclusiva de lo visual como forma representacional de datos, y explora nuevas posibilidades sensoriales y perceptivas.

El cambio de paradigma hacia la etapa postcomputadora en el diseño de interfaz se orienta a la visualización de información, a su potencial para transformar y sintetizar datos para el usuario (Pimentel et al., 2016) y a la interacción con las interfaces y su capacidad para ofrecer diferentes modalidades de representación, como elementos sonoros, táctiles o multisensoriales. Asimismo, la visión inclusiva de la interfaz busca cada vez más favorecer la accesibilidad y el aprendizaje significativo de todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades auditivas. Para cumplir este objetivo de diseñar interfaces más inclusivas se requieren recursos que socialicen la información de manera efectiva, lo que implica contemplar diferentes modalidades de representación para satisfacer las diversas necesidades de los estudiantes (Cubo Delgado et al., 2003).

En resumen, la investigación en el diseño de interfaz para la inclusión educativa ha avanzado de forma agigantada. Parte de explorar principios pedagógicos y estéticos para el diseño de pantallas, la integración de medios, la distribución armoniosa de elementos y la atención a aspectos técnicos y estéticos. Hay que reconocer que el campo del diseño de interfaz continúa evolucionando y

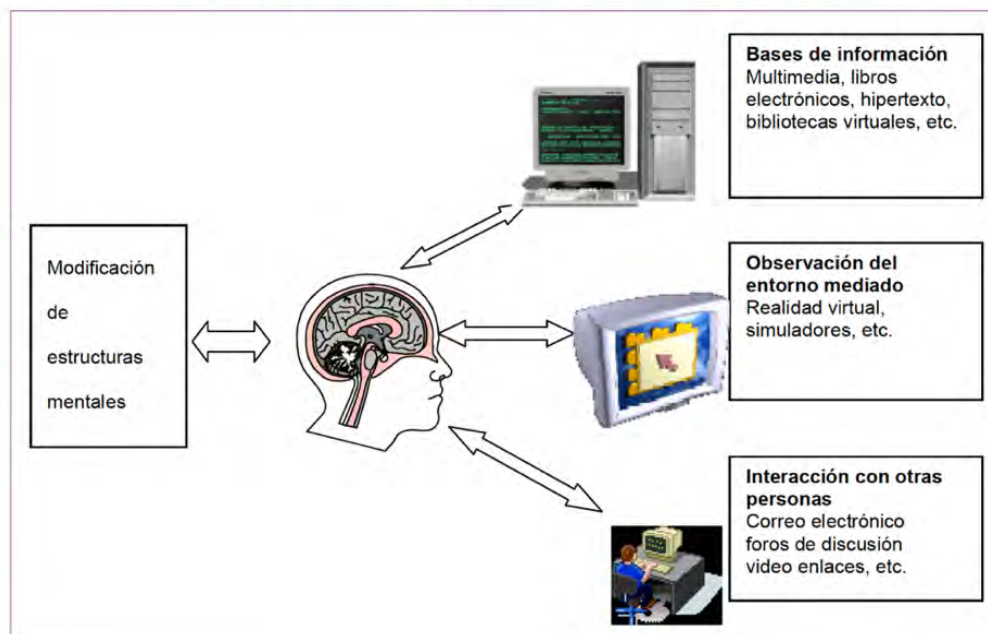
en ese andar encuentra nuevos desafíos. Mantenerse actualizado con las últimas tendencias, investigaciones y tecnologías emergentes en el ámbito del diseño de interfaz es esencial para alcanzar interfaces cada vez más inclusivas, accesibles y eficaces (Cubo Delgado et al., 2003), sin olvidar que para ello se requiere un compromiso de todos los usuarios.

Accesibilidad en las interfaces educativas modernas

El desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje implica el diseño de interfaces que deben sincronizar la propuesta didáctica con la propuesta interactiva y gráfica para lograr una experiencia de aprendizaje coherente y efectiva (Herrera, 2004). La interacción de la interfaz entre los usuarios y los RDD cobra una relevancia particular en el contexto educativo (Herrera, 2004) donde el diseño de interfaz debe gestionar la participación y la igualdad de oportunidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Burgstahler & Cory, 2008). Adicionalmente, se ha puesto en discusión si la interfaz es un medio para la universalidad del aprendizaje, potenciada por la masificación del internet. De ese modo, la interfaz se ha convertido en una narrativa visual primordial utilizada por dispositivos y recursos para comunicarse con los usuarios, lo que le ha llevado a trascender su función técnica para convertirse en una dimensión estética (Rodríguez Ruiz, 2001) (Figura 7), por cuanto su diseño afecta la experiencia sensible de los usuarios y crea retratos digitales únicos (Rodríguez Ruiz, 2001).

Figura 7.

Fiebttes digitales que activan el propósito cognitivo de desequilibración-equilibración



Fuente: **Herrera (2004)**

El diseño de interfaz, además del aspecto visual de las pantallas, implica decisiones relacionadas con el Objeto de Aprendizaje (OA) (Demonte, 2006). Un buen diseño, continuando con el autor, puede ser efectivo en la inclusión de los RDD, para lo cual se requiere un análisis exhaustivo del usuario y su relación comunicativa. Así, el enfoque Inclusive Design for Learning: Making Online Learning Accessible, de Beurgstahler y Cory, de 2015, proporciona estrategias prácticas para que el aprendizaje en línea sea accesible para todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidades auditivas. La serie *Black Mirror* representa una sociedad en la que los avances tecnológicos han transformado la comunicación entre dispositivos y usuarios, al tiempo que se gestan nuevos mensajes y cambios en los métodos de aprendizaje y comportamiento de los usuarios (Palabra & Soto, 2018). Se comprende así que el diseño de interfaz ocupe un alto sitio en la adopción de nuevos medios y tecnologías emergentes.

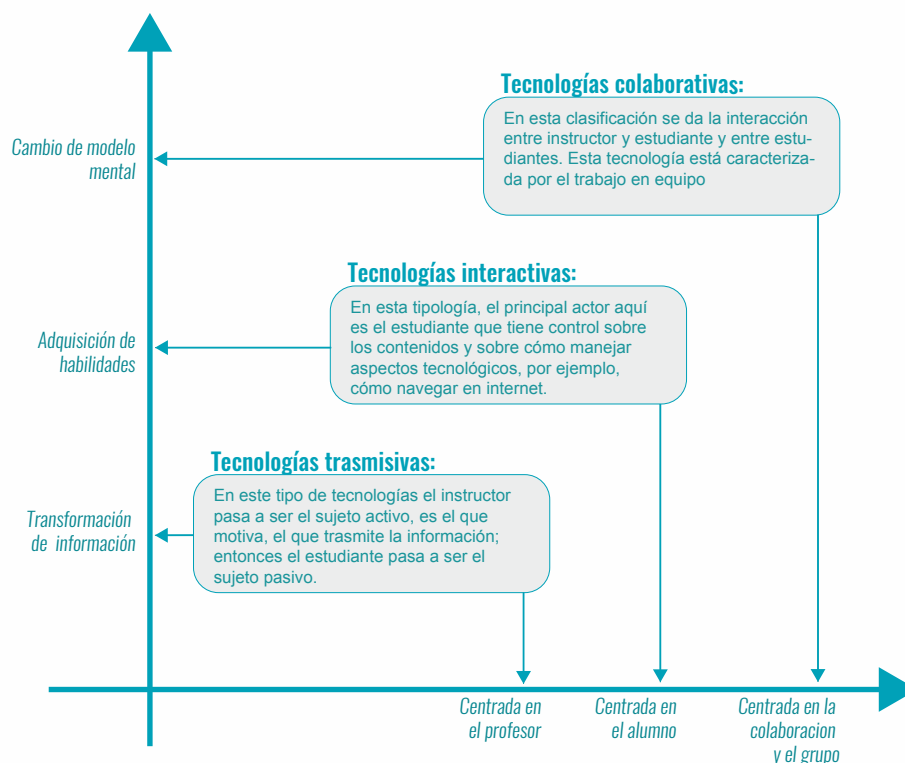
En el ámbito educativo, la idea de multimedia se refiere a la presentación de información mediante diversos medios y formatos, así como a la habilidad de los buenos maestros para actuar como "multimedia" en sí mismos. La naturaleza

multidimensional del organismo humano implica la necesidad de recibir información desde diferentes perspectivas para obtener una comprensión global del entorno (Cubo Delgado et al., 2003).

El diseño de pantallas se vuelve imprescindible para propender la enseñanza y promover la universalidad del aprendizaje. La integración de elementos multimedia en las interfaces proporciona una experiencia enriquecedora para los estudiantes y estimula su participación e interacción con los contenidos educativos; de igual modo, la relación estrecha entre tecnologías y pedagogía promueve un diseño de interfaz centrado en el usuario para impulsar una experiencia educativa significativa (Terrazas Pastor & Silva Murillo, 2013).

Figura 8.

Relación entre tecnologías y pedagogía



Fuente: Terrazas Pastor & Silva Murillo (2013), con base en Casado Ortiz (2001)

Para lograr un diseño de interfaces efectivo se deben priorizar las necesidades y características de los usuarios para garantizar la usabilidad, la

accesibilidad y la experiencia del usuario. Los principios y prácticas presentados por Cooper et al. (2014) y Garrett (2010) ofrecen valiosas pautas para el diseño centrado en el usuario y la creación de interfaces inclusivas.

En definitiva, el diseño de interfaces con fines de aprendizaje se destaca como un aspecto medular para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La implementación de un diseño de pantallas ajustado a los objetivos y contenidos, junto con la integración de elementos multimedia y los principios de usabilidad y accesibilidad, puede proporcionar recursos que generen una experiencia de aprendizaje enriquecedora, con inclusión educativa.

4.4. Vacancias investigativas en el DUA a través de los RDD

La revisión del estado de la cuestión destapa una gran laguna en el conocimiento existente sobre el papel de las interfaces de los RDD en la educación inclusiva de niños sordos, a pesar de los avances en las TAC y el DUA. Esta tesis doctoral asume el reto de colmar ese vacío y ofrecer un análisis detallado y especializado en esta intersección. En efecto, la literatura existente, aunque rica en detalles sobre los progresos tecnológicos y su aplicación educativa, rara vez se enfoca en la inclusión de los niños sordos en el contexto del diseño de interfaces. Investigaciones de expertos como Brunner (2001) y Friedman (2018) han profundizado en los avances tecnológicos y su impacto general en la educación, pero no han explorado en profundidad el papel de las interfaces de los RDD en la inclusión de estudiantes con discapacidades auditivas.

Este déficit señala un vacío en la comprensión y aplicación del diseño inclusivo en los recursos educativos digitales. Este estudio no solo busca expandir el conocimiento actual, sino también detallar el diseño de interfaces en los RDD y su impacto en la inclusión de niños sordos, lo que proporcionará no solo una contribución valiosa al campo académico, sino también un recurso práctico para los educadores y diseñadores de interfaces comprometidos con la igualdad y la accesibilidad en la educación.

Capítulo 1

Marco teórico

El marco teórico de esta investigación gira en torno a tres dimensiones: las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), el Diseño Universal del Aprendizaje (DUA) y el diseño de interfaz de los Recursos Didácticos Digitales (RDD). Estas dimensiones ayudan a comprender la influencia de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje y para explorar cómo pueden ser empleados en la inclusión y la accesibilidad de niños sordos.

En la educación moderna las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) destacan por su capacidad para transformar la educación e ir más allá de las TIC tradicionales hacia un aprendizaje más personalizado e individualizado. A ello se suman enfoques pedagógicos como el constructivismo, según Jean Piaget, y el conectivismo de George Siemens, los cuales tienen como premisa la construcción activa del conocimiento a través de la interacción con el entorno y el uso de las redes sociales en el aprendizaje, respectivamente. Asimismo, se recurre al concepto de Sociedades del Aprendizaje y Conocimiento (SAC), propuesto por Arhippainen & Tähti, que incorpora las TAC en los procesos educativos para fomentar la inclusión y el acceso equitativo al conocimiento. Este panorama integral será el soporte teórico para comprender la evolución de las TAC y su impacto en la educación inclusiva, particularmente para los niños sordos.

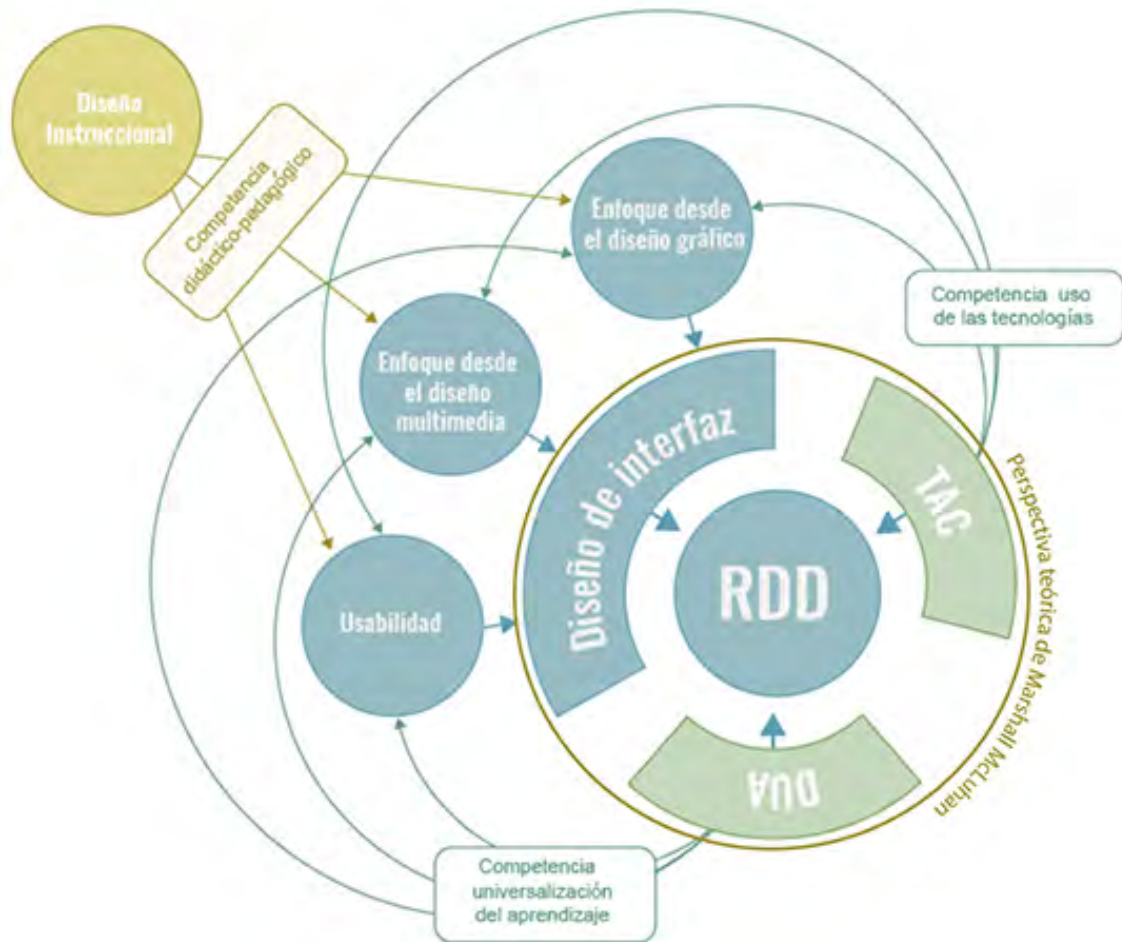
En cuanto a la DUA y la educación inclusiva para niños sordos, se examina cómo sus principios pueden aplicarse efectivamente en el diseño de interfaces de los RDD para diseñar entornos de aprendizaje accesibles y equitativos. Finalmente, el tema del diseño de la interfaz de los RDD aplica la perspectiva teórica de Marshall McLuhan, particularmente su idea de que "el medio es el mensaje". Esta teoría ayuda a comprender cómo debe ser el diseño de la interfaz de forma que comunique y fortifique la experiencia educativa, especialmente de los niños sordos. Mediante tales supuestos, se identifican elementos clave que contribuyen a la inclusión educativa y se destaca el valor de interfaces intuitivas y accesibles.

La imagen representada en la Figura 9 presenta el diagrama de las categorías teóricas de esta investigación y da cuenta de la forma en que se

entrelazan para conformar un marco teórico sólido destinado al análisis y comprensión de la influencia de la tecnología en la educación inclusiva de niños sordos. El enfoque filosófico añade una capa adicional de reflexión en cuanto incorpora las implicaciones éticas y epistemológicas en las decisiones de diseño.

Figura 9.

Categorías teóricas de la investigación



5.1. Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento

Las TAC, que representan la intersección entre educación, tecnología y paradigmas educativos, experimentan una evolución significativa vinculada con el progreso tecnológico y la disponibilidad de recursos didácticos. La Sociedad del Conocimiento (SC) y la Sociedad de la Información (SI) proporcionan el marco para entender su impacto y relevancia. Se requiere incluir los enfoques educativos

que participan en la configuración y desarrollo de las TAC, ya que han sido vitales en la creación y aplicación de estas tecnologías en el ámbito educativo.

El enfoque educativo conductista, basado en experiencias externas como medio de aprendizaje, ha utilizado medios preestablecidos para transmitir conocimientos. Con el avance tecnológico, se han adaptado enciclopedias digitales con recursos multimedia, aunque ciertos recursos han sido criticados por su dogmatismo y autoritarismo (Barnes, 1986). En cambio, en el enfoque constructivista, de Jean Piaget (1973), los individuos construyen activamente su propio conocimiento a través de la interacción con el entorno y la asimilación de nuevas experiencias. En esta teoría, las TAC diseñan un entorno interactivo y participativo que estimula el aprendizaje activo y significativo: las plataformas en línea, simulaciones y herramientas de autoría consiguen que los estudiantes exploren, experimenten y construyan su conocimiento de manera autónoma y fortalezcan su capacidad de reflexión y análisis crítico (Jonassen, 1991).

Por otro lado, el enfoque conectivista de George Siemens (2005) parte del concepto de las conexiones y redes sociales como formas de aprendizaje. Las TAC, de acuerdo con este modelo, han avanzado hacia la interconexión global y el acceso a información diversa y actualizada. Las redes sociales, foros en línea y plataformas colaborativas dan lugar a que los estudiantes interactúen con otros, compartan conocimientos y conozcan diferentes perspectivas de los fenómenos. Esta conectividad genera la colaboración y la construcción colectiva del conocimiento, lo que desemboca en un entorno de aprendizaje típico de la era digital (Chancusig et al., 2017).

Por su lado, el enfoque socioconstructivista, basado en las teorías de Vygotsky, tiene como premisa el papel de la interacción social en el proceso de aprendizaje (Carrera & Mazzarella, 2001). Las TAC han evolucionado para propiciar la colaboración en línea, el aprendizaje en comunidades virtuales y la creación conjunta de contenidos. Estas herramientas promueven el diálogo, el debate y el intercambio de ideas, incrementan las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes y la toma de decisiones en un contexto social y cultural diverso (Hew & Cheung, 2013).

Por último, el enfoque cognitivo, postulado por teóricos como Ausubel (1968/1981), explican la estructuración y organización del conocimiento como

aspectos determinantes de la enseñanza-aprendizaje. Las TAC se han rediseñado para ofrecer sistemas de gestión del aprendizaje, mapas conceptuales y herramientas de búsqueda, que facilitan la representación y recuperación del conocimiento. Estas herramientas ayudan a los estudiantes a construir conexiones significativas entre conceptos y a desarrollar una comprensión profunda y duradera del contenido (Mayer, 2008).

En resumen, los enfoques educativos –desde el constructivista hasta el cognitivo– han sido decisivos en la evolución y desarrollo de las TAC, por cuanto han guiado la concepción de RDD hacia un aprendizaje activo, la colaboración, la conectividad y la estructuración activa del conocimiento. Al integrar estos enfoques en el diseño, se potencia la efectividad de las tecnologías en el proceso educativo, se enriquece la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y se ofrece una educación inclusiva y de calidad.

Sociedad del Conocimiento (SC)

La SC es un concepto propio en la era actual, se refiere a cómo el fácil acceso a la información ha transformado diversas esferas de la sociedad moderna. Esta sociedad interconectada y basada en el conocimiento ha dado lugar a cambios significativos en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en la forma en que se relaciona el aprendizaje con la información (Castells, 1996). En este medio, las TAC ocupan un papel de primera línea al dotar de herramientas y recursos digitales sencillos para el acceso a la información y para brindar un aprendizaje personalizado y colaborativo (Harari & Perkins, 2018).

Avanzar en esta sociedad en constante evolución implica tener presente los desafíos éticos y de privacidad asociados con el uso de tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo. Asimismo, es necesario enfocar el desarrollo e implementación de las TAC desde un enfoque constructivista y conectivista, que valore la participación activa de los estudiantes y fomente un aprendizaje significativo en un entorno digital y globalizado. En este sentido, las ideas de McLuhan destacan porque dan cuenta de la influencia de los medios de comunicación y la tecnología en la sociedad del conocimiento.

Sociedad de la información (SI)

El término *sociedad de la información* ha adquirido protagonismo en la última década. Daniel Bell (1976) acuñó este término décadas atrás en su libro *El advenimiento de la sociedad postindustrial*, cuya tesis es que en esta nueva sociedad el conocimiento teórico se convierte en el eje principal y los servicios basados en el conocimiento conforman el eje de la economía. El término se presenta como un concepto que resume las transformaciones sociales en la sociedad moderna (Krüger, 1980), vinculadas al ámbito político-económico (Burch, 2008), con ello establece una diferencia con *sociedad del conocimiento*, más utilizado en el ámbito académico.

Trejo Delarbre (1996) destaca que la *sociedad de la información* es una aspiración que el conocimiento, su creación y difusión actúen como elementos definitorios de las relaciones entre individuos y naciones. Almeida (2008) afirma que ambos términos se diferencian principalmente en la perspectiva del uso de la tecnología. Mientras que *la sociedad de la información* involucra la universalidad de la información, la *sociedad del conocimiento* pone mayor énfasis en el conocimiento mismo, entendido como la capacidad de gestionar la información recibida y agregar valor a los datos (Torres, 2005).

En América Latina, el término *sociedad de la información* se ha adoptado sin una estrategia clara en muchos países de la región (Valenti López, 2012). Se observan impulsos motivados por la moda de la sociedad de la información o la nueva economía, pero falta el desarrollo de políticas y programas que gestionen adecuadamente sus componentes esenciales. Actualmente, América Latina enfrenta nuevos retos y oportunidades relacionados con la inteligencia artificial (IA), que ha ganado protagonismo como una tecnología disruptiva que está transformando diversos sectores, incluyendo la educación. García et al. (2020) destacan que la incorporación de las IA en la sociedad de la información altera drásticamente los procesos educativos.

En el ámbito educativo, impulsado por el avance tecnológico y el desarrollo de las TIC, en su evolución hacia las TAC, se está produciendo una transformación que implica un cambio en el modelo educativo, ya que el objetivo no es la obtención del conocimiento, sino la organización de la información (Torres

2005). La sociedad de la información en América Latina ofrece oportunidades para acrecentar la calidad educativa mediante la inteligencia artificial, pero requiere un enfoque responsable y ético para su adopción. La transición hacia una sociedad del conocimiento más dinámica y participativa depende de cómo se integre la tecnología y cómo se fomente la colaboración en la construcción colectiva del conocimiento. Se deben implementar políticas y programas dirigidas a la inclusión y al uso adecuado de la IA en la educación, bajo una postura ética y responsable (Pombo Cristina et al., 2020), sobre todo en la transparencia de los algoritmos y la protección de la privacidad de los datos.

De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento

Instituciones como la UNESCO (2005) han reconocido dentro de sus políticas la transición de sociedades de la información hacia sociedades del conocimiento, cambio impulsado por el auge de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. La emergente sociedad global de la información alcanzará su plena significancia únicamente si se orienta hacia un propósito más noble y deseable: la creación a escala mundial de sociedades basadas en el conocimiento, que impulsen el desarrollo para todos, especialmente para las naciones menos desarrolladas. Para alcanzar este objetivo, es necesario abordar dos desafíos planteados por la revolución de la información: el acceso a la información para todos y el futuro de la libertad de expresión (Unesco, 2005).

Las TAC se han alumbrado y evolucionado como un vehículo que guía el camino de la sociedad de la información hacia la sociedad del conocimiento. Su diseño trasciende las ventajas que ofrecen en términos de recopilación, almacenamiento y gestión eficiente de la información, ya que se enfocan en su capacidad para transformarla en conocimiento de manera efectiva. Autores como Castells (2000) han enfatizado que las TAC no solo son herramientas tecnológicas, sino que también propician el acceso universal e inclusivo al conocimiento.

El tránsito de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento implica un cambio de enfoque que fusiona la valoración de la información con la su capacidad de aprovechar el conocimiento para generar desarrollo y progreso. En este sentido, el diseño de interfaces en los RDD adquiere mayor relevancia. Según Norman (2004a) y Laurel (2003), diseñar interfaces accesibles e inclusivas,

especialmente en el contexto educativo, conlleva que los niños sordos accedan y se apropien del conocimiento de manera efectiva. También a través de un diseño adecuado se puede potenciar la experiencia de aprendizaje, promover la participación activa y la igualdad de oportunidades educativas para los niños sordos.

La transición hacia la sociedad del conocimiento lleva consigo nuevos retos y oportunidades en el campo de la educación inclusiva. En este punto se inserta esta investigación, que busca identificar los parámetros de diseño en las interfaces de los RDD que faciliten la inclusión educativa de los niños sordos en Ecuador. Con el análisis de las TAC y su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se pretende impulsar la transformación de la información en conocimiento, y promover una educación inclusiva y equitativa para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades auditivas.

Sociedades del Aprendizaje y Conocimiento (SAC)

El término *Sociedades del Aprendizaje y Conocimiento* se refiere a sociedades que han integrado las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento en sus procesos educativos y de formación y que han logrado la inclusión y el acceso al conocimiento a través de diversos medios digitales. Involucran no solo las herramientas y recursos disponibles, sino también las estrategias y prácticas pedagógicas que facilitan el aprendizaje y la generación de conocimientos (Arhippainen y Tähti, 2002). Las SAC han evolucionado gracias a la integración de las TIC, las TAC y las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP). En este marco, las redes sociales constituyen espacios de aprendizaje y generación de conocimientos a través de la interacción y la colaboración entre los usuarios (Pérez-Sanagustín et al., 2017).

Figura 10.

Transitar de las TIC a las TAC y a las TEP



Fuente: **Reig (2018)**

Los videojuegos, como ejemplo de las TAC, se han convertido en herramientas poderosas para motivar a los estudiantes y potenciar su creatividad e incrementar sus habilidades multitarea. El aprendizaje inmersivo, que se da cuando la audiencia se siente motivada a profundizar en la historia de un videojuego, es una estrategia interesante para el aprendizaje aumentado (Calvillo Gámez et al., 2009).

En cuanto a la inclusión de las TAC en la educación, es necesario estructurar los elementos que intervienen en este proceso de creación de material educativo. En este sentido, se habla de los Objetos de Conocimiento (OC) y los Objetos de Aprendizaje (OA), los cuales componen lo que se conoce como Recursos Didácticos Digitales (RDD). Los OA son colecciones de actividades que cumplen

una función didáctica explícita, mientras que los OC poseen una estructura multimedia y desarrollan la presentación de la información de modo que el estudiante trabaje y aprenda los conceptos y principios que serán aplicados en los OA (Moya López, 2013).

Figura 11.

Estructura los contenidos del RDD



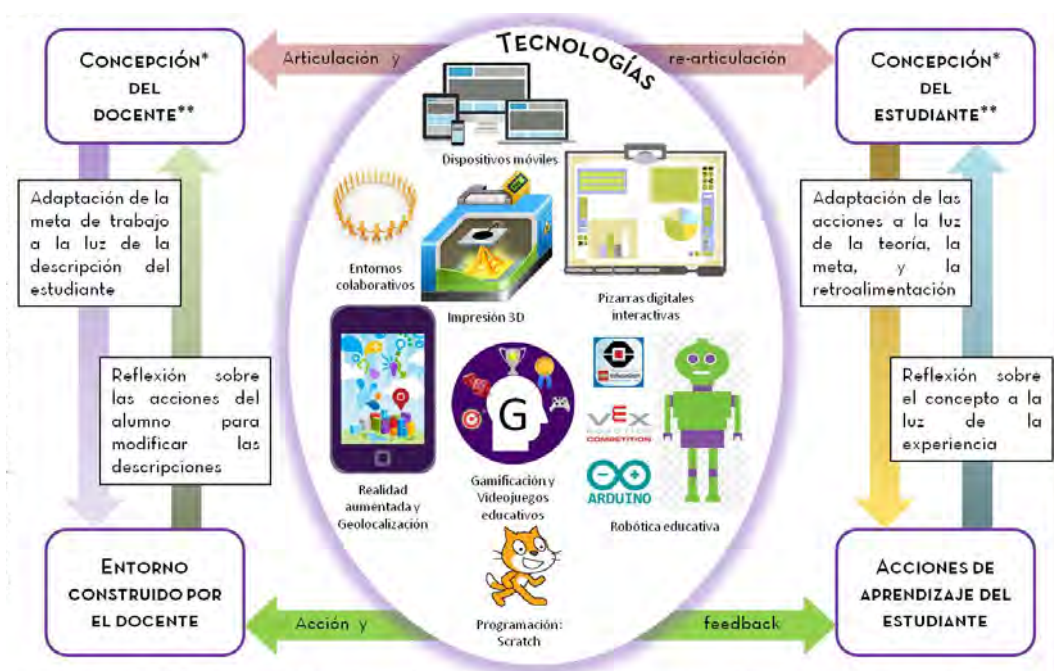
Fuente: **Moya López (2013)**

La implementación de las TAC en las escuelas debe partir del conocimiento del profesor en el uso de herramientas, de manera que se asegure un buen uso de los recursos tecnológicos y la gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque, conocido como T-Pack (Technological Pedagogical Content Knowledge), implica que el profesor conoce los contenidos y las metodologías adecuadas, y enseña mediante el aprender haciendo, experimentando, con un carácter constructivista, colaborativo y cooperativo (Koehler et al., 2015). En concordancia con estas premisas, de acuerdo con Zawacki-Richter et al. (2019), Inteligencia Artificial (IA) puede desempeñar un papel relevante, ya que es una vía de

acceso al conocimiento y al aprendizaje mediante la personalización y adaptación de los procesos educativos a las singularidades y habilidades de cada estudiante.

Figura 12.

El papel de la IA en las sociedades del aprendizaje y conocimiento TAC



Fuente: **Adaptado de Laurillard (2012)**

Las sociedades TAC se caracterizan por integrar las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento en sus procesos educativos, una manera de inclusión educativa y democratización del acceso al conocimiento. Para ello, estructuran de ciertos modos los elementos que intervienen en este proceso de creación de material educativo e implementan estrategias y prácticas pedagógicas efectivas para el aprendizaje y la generación de conocimientos. La IA puede desempeñar un gran papel porque es una fuente de conocimiento y propicia el aprendizaje personalizado y adaptado a los estilos de aprendizaje y habilidades de cada estudiante.

Figura 13.

Estrategias para un aprendizaje constructivo



Fuente: Beltrán Llera (2004) como se citó en Martínez & Zea (2004)

Las TAC se diseñan con diversas dinámicas de aprendizaje que toman en cuenta los intereses y necesidades formativas de los estudiantes. Al mismo tiempo, los diseñadores de recursos didácticos digitales deben procurar crear y distribuir contenidos en condiciones óptimas que maximicen la universalidad del aprendizaje y la comprensión de los conceptos presentados. Los RA deben enfatizar el aprendizaje práctico, propiciar actividades de interacción, con retroalimentación, así como promover la participación activa en la práctica de lo que se intenta aprender. Este enfoque activo y participativo es clave para lograr resultados más halagadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como se visualiza en la Figura 13, que habla de estrategias de aprendizaje.

En la evolución de las TAC, la interfaz ocupa un lugar cimero como ventana de acceso a los contenidos, lo demuestra el cambiado que vemos en las páginas web, o en el diseño estético y visual de una interfaz, que vuelven más exitosa y

placentera la experiencia del usuario al acceder a la información deseada. Esta evolución es fruto del desarrollo de herramientas que potencian el diseño de interfaz, tal como señala Negroponete (1995) al describir la naturaleza multidimensional de la información en el mundo digital. Para explicarlo de forma sencilla, se puede decir que en un libro impreso las frases, párrafos, páginas y capítulos se suceden en un orden determinado no solo por el autor, sino también por la estructura física y secuencial del propio libro. Aunque se puede abrir un libro de forma aleatoria y los ojos pueden hojearlo al azar, este permanece siempre en los límites de las tres dimensiones físicas, pero no es así en el mundo digital. El espacio que ocupa la información no se restringe a las tres dimensiones. Una idea o sucesión de pensamientos pueden comprender una red multidimensional de pistas dispuestas para nuevas elaboraciones o argumentos que pueden ser invocados o ignorados. La estructura del texto, continúa el autor, se debe imaginar como un modelo molecular complejo cuyos fragmentos se pueden reordenar, expandir o modificar sobre la marcha.

El diseño de interfaces interactivas en los RDD y la atención a la inclusión educativa son mecanismos para optimizar la experiencia del usuario y el acceso a los contenidos. El análisis del contexto y la evolución de las TAC dentro del estado de la cuestión conlleva pensar la diversidad de estilos de aprendizaje y de estudiantes, lo que implica recursos didácticos digitales inclusivos y adecuados. El enfoque "aprender haciendo" destaca como una estrategia eficaz para alcanzar resultados óptimos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, se ha observado que la interfaz de los RDD puede intervenir favorablemente en el acceso a la información y en la experiencia de usuario, lo cual ha llevado al desarrollo de herramientas que potencian el diseño de interfaces atractivas y funcionales.

5.2. Diseño Universal del Aprendizaje (DUA)

Diseño para Todos (DPT)

El DPT es una filosofía que celebra la diversidad humana, la inclusión social y la igualdad. De igual forma, defiende la necesidad inherente de los humanos de buscar continuamente formas de adaptarse al entorno para incrementar la calidad

de vida y se alinea con la perspectiva de que no existen usuarios inútiles, sino productos mal diseñados (Clark, 1991). Para Aragall (2013), el DPT supone un esfuerzo para garantizar que todas las personas, independientemente de su edad, género, habilidades o antecedentes culturales, puedan participar en la construcción de la sociedad con igualdad de oportunidades. Un ejemplo práctico sería el diseño de un sitio web accesible tanto para personas con discapacidades visuales como para aquellos con habilidades de navegación limitadas, gracias a características como texto legible, opciones de contraste de color, compatibilidad con lectores de pantalla y una navegación fácil.

La filosofía del DPT se vincula con la famosa frase ya aludida de Marshall McLuhan, "el medio es el mensaje". En este caso, el *medio* es el entorno o producto diseñado, y el *mensaje* es que todas las personas, al margen de su capacidad, edad, género o bagaje cultural, tienen derecho a acceder y utilizar ese entorno o producto. Un diseño inclusivo es, por tanto, una declaración poderosa de igualdad y respeto por la diversidad humana.

Diseño Universal (DU)

El DU es un concepto emergente comprometido con la garantía de accesibilidad para todos. Según el Centro para el Diseño Universal (Center for Universal Design, 2018), se refiere a la creación de productos y entornos que pueden ser utilizados por la mayor cantidad de personas sin requerir adaptaciones o diseños especializados. Mace, quien creó el término en la década de 1980, lo describió como la práctica de diseñar productos, entornos y comunicaciones que pueden ser empleados por las personas de todas las edades, capacidades o condiciones de vida (NCSU, 2011). Steinfeld & Maisel (2012) expanden su definición más allá de la accesibilidad física y sensorial para incluir la cognición y otros factores humanos. Esta definición es relevante en el momento del diseño de entornos de aprendizaje inclusivos, donde la diversidad de necesidades de los estudiantes va más allá de las capacidades físicas y sensoriales.

Diseño Universal del Aprendizaje (DUA)

El DUA no es una metodología rígida, sino un marco de trabajo flexible que promueve la inclusión y la accesibilidad en la educación. Según Ros & Meyer (2010), de ofrecer múltiples vías de aprendizaje para eliminar las barreras en la educación y promover así la igualdad y la inclusión en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque se basa en la premisa de que "lo universal" se refiere a la capacidad de adaptarse a cada estudiante individual, en lugar de ofrecer un enfoque único para todos (Edyburn, 2010) y en superar escollos que, según Ainscow (2004), pueden ser políticas (normativas contradictorias), diferencias culturales (conceptuales y actitudinales) o concepciones pedagógicas (enseñanza-aprendizaje). Los diseñadores del DUA deben reconocer y entender estas obstáculos para poder eliminarlos y crear un ambiente de aprendizaje inclusivo.

El DUA se desarrolló como una forma de satisfacer la accesibilidad para todos los estudiantes, incluyendo a aquellos con dificultades de aprendizaje y atención, y aquellos con discapacidades. Propugna una enseñanza basada en el reconocimiento y valoración de la diversidad de los estudiantes y no categoriza a los estudiantes en grupos "con" y "sin" necesidades educativas especiales. En su lugar, reconoce que todos son únicos y tienen sus propios estilos y ritmos de aprendizaje. Todos los estudiantes pueden beneficiarse de este enfoque, ya que los educadores pueden reconocer y adaptarse a sus fortalezas, debilidades y estados emocionales individuales (Alba, 2012). Igual posición mantienen Toboso & Rogero (2014), para quienes el diseño conlleva poner en práctica metodologías de investigación social realmente inclusivas para las personas con discapacidades.

El DUA fue desarrollada en la década de los 90 por el Center for Applied Special Technology (CAST) en Estados Unidos (Pasor, 2017). CAST criticaba los currículos que están pensados para atender a la mayoría, pero no a todos los estudiantes, y comprendía que las barreras para el aprendizaje no son inherentes a los estudiantes, sino que surgen de la interacción de los estudiantes con métodos y materiales inflexibles (CAST, 2011). Para afrontar el problema, propone cuatro enfoques: el Diseño Universal para el Aprendizaje, el Diseño Instruccional Universal, el Diseño Universal para la Instrucción y el Diseño Universal en Educación,

enfoques que se complementan con la introducción de tecnologías como el Modelo Referenciado de Objetos de Contenido Compartible (SCORM), cuyo ideario es la reutilización de contenidos educativos (Lozano, 2011).

El DUA es, por tanto, un enfoque pedagógico que promueve la inclusión y la igualdad en la educación. Al reconocer y eliminar los obstáculos para el aprendizaje, todos los estudiantes podrían acceder al conocimiento y participar activamente en su educación. Por último, se debe considerar cómo las ideas de McLuhan: los medios no solo transmiten información, sino que también moldean la percepción y experiencia del mundo de las personas. Esto es especialmente relevante para el DUA, que no ve a los estudiantes como receptores pasivos de información, sino como participantes activos en su propio aprendizaje.

5.3. Diseño de interfaz de los recursos didácticos digitales

El marco teórico de este estudio destaca la influencia del diseño gráfico en los RDD, particularmente en su interfaz. Este argumento encuentra su fundamento en el aforismo célebre de Marshall McLuhan ya citado, además, ofrece una visión en la que el diseño de la interfaz es una parte primordial para dar forma a cómo se percibe e interactúa con el contenido educativo. De este modo, la interfaz, que trasciende su mera apariencia estética, es el medio mediante el cual los usuarios, incluyendo aquellos con discapacidades auditivas, se comprometen y participan con el material de aprendizaje.

Siguiendo este enfoque, el diseño de la interfaz debe ser cuidadoso y centrarse en el usuario. Este proceso demanda un trabajo meticuloso para acoger varios principios tales como la usabilidad, la accesibilidad, la estética visual y la coherencia. El trabajo se complementa con un análisis semiótico que aporta un marco sólido para examinar cómo los usuarios interpretan y dan sentido a los signos y los mensajes presentes en la interfaz (Sosa-Tzec & Siegel, 2018). En consecuencia, es posible diseñar una interfaz de RDD que sea atractiva, que promueva la inclusión y que sea efectiva en los procesos de enseñanza-aprendizaje

El diseño gráfico para la interfaz de RDD

La interacción entre los RDD y los usuarios se viabiliza a través de la interfaz gráfica de usuario (GUI), un componente que actúa como un puente entre los usuarios y el contenido educativo. La GUI orienta los procesos de organización de aprendizaje y, más específicamente, la manera de incluir a las personas con discapacidades auditivas. La interacción con el entorno educativo digital se convierte en una experiencia más rica y accesible gracias a un diseño cuidadosamente planeado de la interfaz, un diseño que, en sí mismo, se entrelaza estrechamente con los conceptos de TAC y DUA.

Aquí el diseño gráfico adquiere protagonismo. Para Sastoque & Narváz (2016), la GUI se compone de elementos gráficos que configuran un entorno visual amigable, apto para la comunicación. Si estos elementos están cuidadosamente diseñados y dispuestos, el usuario puede navegar a través del contenido de manera intuitiva y cómoda, lo que deja entrever la función del diseño gráfico en la experiencia de usuario.

Pero el diseño gráfico va más allá de proporcionar una apariencia visual atractiva. Bonsiepe (1999) ofrece una visión más profunda, argumentando que la interfaz no es simplemente un objeto, sino un espacio dinámico en el que se articula la interacción entre el cuerpo humano, la herramienta y el objeto que se maneja. Este enfoque postula a la interfaz como un ecosistema de interacciones, un entorno que no es solo visual, sino también táctil y cognitivo. Aquí, la labor del diseñador gráfico se expande para sopesar cómo el diseño puede afectar y potenciar estos diferentes modos de interacción.

En esta línea, Maulen de los Reyes (2016) argumenta que el diseño gráfico en el contexto educativo se centra en el área cognitiva, en una clara noción de comprensibilidad. Esto significa que el diseño debe ir más allá de lo puramente estético y considerar cómo la interfaz puede impactar los conocimientos, actitudes y comportamientos de las personas. Por lo tanto, el diseñador gráfico no solo tiene que diseñar una interfaz visualmente atractiva, sino también tiene que hacerla accesible, intuitiva y enriquecedora desde un punto de vista cognitivo.

Norman (2016a) proporciona una perspectiva que conecta los objetos cotidianos, las personas y las emociones y destaca el vínculo emocional que

puede surgir entre los usuarios y los objetos cotidianos, una propiedad que puede ser aprovechada para convertir la experiencia de usuario en satisfactoria. Esto significa que el diseño gráfico no solo debe enfocarse en la funcionalidad y la estética, sino también en cómo estos elementos pueden generar emociones positivas en los usuarios.

Visto así, el diseño gráfico ocupa una posición destacada en la creación de una interfaz de usuario eficaz y atractiva para los RDD. Esto, lejos de ser meramente estético, implica un entendimiento profundo de los usuarios, sus necesidades y emociones. Además, requiere una cuidadosa atención a los principios de la usabilidad, la accesibilidad y la estética visual, así como una comprensión profunda de cómo estos elementos interactúan entre sí y con el contenido educativo. El diseño gráfico, consecuentemente, se convierte en una disciplina clave para la creación de experiencias de aprendizaje digital enriquecedoras y accesibles.

La creación de interfaces gráficas para los RDD es un proceso complejo que demanda una cooperación efectiva del equipo de diseño, los usuarios y los clientes. Este proceso, tal como sostiene Wood (2014), implica la investigación de los usuarios, la generación de ideas y la realización de pruebas, entre otras actividades. No solo eso, sino que el diseño gráfico de la interfaz debe tener en cuenta la interactividad, las plataformas tecnológicas y las pantallas de visualización, factores que pueden generar tanto restricciones como oportunidades para el diseño.

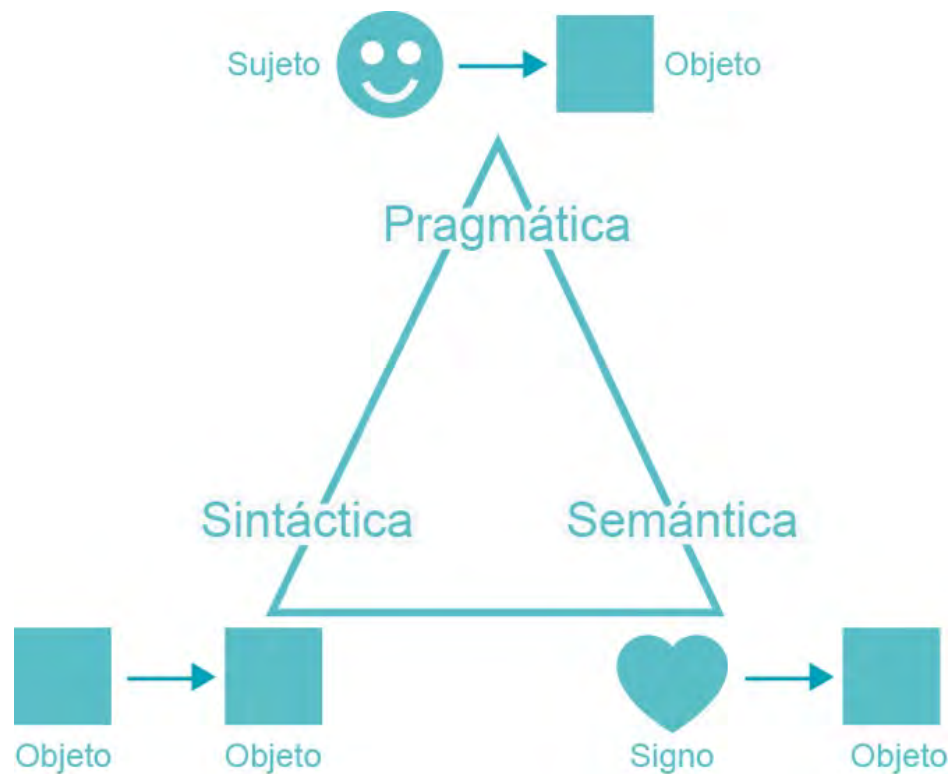
La eficacia del diseño gráfico de la interfaz de los RDD se mide a través de aspectos como la usabilidad, la accesibilidad, la estética visual y la coherencia visual (Sosa-Tzec & Siegel, 2018). Estos elementos trabajan conjuntamente para crear una experiencia de usuario efectiva y satisfactoria en el entorno de aprendizaje digital. El diseño gráfico eficaz ayuda a las personas a interpretar y comprender más rápido la información, a apreciar la estética de la presentación y a confiar en la calidad del contenido (Frascara, 2000).

Siguiendo esta línea, en el análisis de la interfaz gráfica de los RDD destinados a personas sordas interviene también el análisis semiótico desde la perspectiva de la triada de Peirce. Los RDD inclusivos deben diseñarse atendiendo las competencias semióticas, anticipando los comportamientos y

movimientos del estudiante para mantener su atención y transmitir la información necesaria para asegurar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto lleva a entender que la interfaz, ilustrada en la Figura 10, es un espacio donde se desarrollan procesos semióticos, y se convierte en el pilar de la creación de significado y de la generación de una interacción efectiva. Los signos utilizados en las interfaces de los RDD inclusivos poseen estructuras (sintaxis) específicas, se relacionan con los objetos que representan (semántica) e interactúan con los usuarios (pragmática). Esta relación tripartita entre la pragmática, la semántica y la sintaxis puede apreciarse en la Figura 14.

Figura 14.

Pragmática-semántica-sintáctica del análisis RBD



Fuente: **Morris (1994)**

Finalmente, y retomando el pensamiento de McLuhan (el medio es el mensaje), el diseño gráfico efectivo de la interfaz no solo influye en cómo se percibe e interactúa con el contenido educativo, sino que actúa como el vehículo a través del cual se entrega y se interpreta el contenido. La interfaz se convierte, por lo tanto, en el medio a través del cual los usuarios, incluyendo aquellos con

discapacidades auditivas, interactúan y se conectan con el material de aprendizaje. Por tanto, su diseño debe ser meticuloso y girar en torno al usuario, adoptando principios tales como la usabilidad, la accesibilidad, la estética visual y la coherencia, complementados con un análisis semiótico. Con este enfoque se puede evaluar la eficacia de estas interfaces para promover la inclusión en los procesos de enseñanza-aprendizaje para personas sordas.

El diseño multimedia para la interfaz de RDD

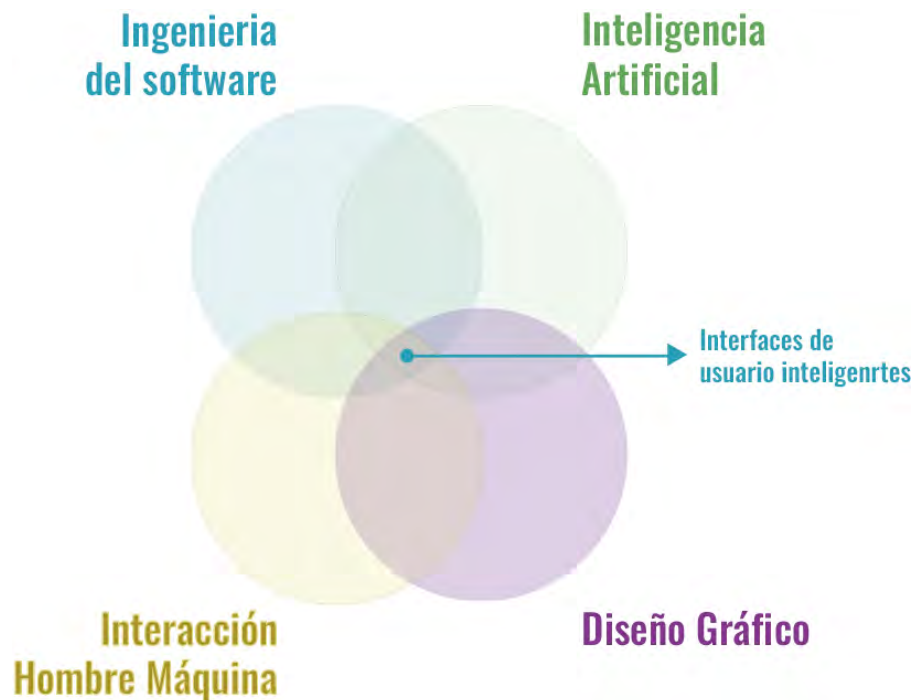
El diseño de la interfaz de los RDD desde la perspectiva del diseño multimedia es imprescindible en la educación actual. En un mundo cada vez más digital y conectado, los dispositivos multimedia se han convertido en herramientas esenciales para el aprendizaje y el entretenimiento (Capella i Priu, 2010). La pandemia global reciente ha acelerado la necesidad de comprender cómo interactúan los estudiantes con estas tecnologías y qué los motiva a usarlas (Dwivedi et al., 2020).

El diseño de interfaces multimedia en los RDD es cardinal para promover entornos de enseñanza interactivos y experiencias de aprendizaje dinámicas. Estas interfaces son medios para la inclusión social y brindan acceso a una variedad de información (Hernández et al., 2014). La utilización de las TIC en la educación se clasifica en tres categorías principales: aprender sobre las TIC, aprender con las TIC y aprender a través de las TIC (Pelgrum & Law, 2003).

La utilidad, facilidad de uso y satisfacción del usuario son componentes del diseño de interfaces multimedia (Sánchez et al., 2007). Estos factores influyen en la interacción del usuario con las interfaces y en el incremento de las tasas de inclusión de niños sordos en los procesos de enseñanza-aprendizaje (López et al., 2016). Los elementos multimedia, como dibujos, animaciones y sonidos, se utilizan para estimular el interés y la exploración en los niños, incluidos los sordos (Ríos et al., 2014). El desarrollo de interfaces de usuario inteligentes para los RDD es un desafío multidisciplinario que requiere atención a las necesidades de los usuarios. Con se trabajo conjunto se puede sugerir soluciones accesibles, especialmente en relación con la inclusión de niños sordos.

Figura 15.

Diferentes disciplinas en el desarrollo de interfaces de usuario inteligentes



Fuente: Beltrán Llera (2004), como se citó López et al. (2016)

El psicólogo cognitivo Donald Hoffman (2015) invita a reflexionar sobre cómo interactúa el ser humano con las interfaces, lo que ayuda a entender que las representaciones simbólicas no necesariamente reflejan la complejidad tecnológica subyacente. Los dispositivos de entrada y salida son cruciales en la construcción de estas interfaces, ya que determinan la cantidad y el tipo de recursos multimedia que el RDD puede utilizar (Martínez, 2017). Estos dispositivos, si se diseñan adecuadamente, pueden crear condiciones para que los usuarios efectúen tareas de manera segura, efectiva, eficiente y agradable, y pueden permitir la interacción con usuarios con discapacidades.

Un paso del diseño exige evaluar las interfaces multimedia desde la perspectiva del usuario, apreciando la facilidad de uso y el placer que experimentan al interactuar con ellas (Heredia & Cota, 2015). La superinteligencia y la pérdida de contacto con la realidad, propuesta por el filósofo Nick Bostrom (2015), plantean desafíos adicionales en la concepción de interfaces multimedia. En un mundo cada vez más inmerso en símbolos y representaciones digitales, es esencial

diseñar interfaces accesibles, eficaces y comprensibles, especialmente para la inclusión de personas sordas. La interacción con estas interfaces, recordando que el medio es el mensaje, sugiere que la forma en que se presenta la información interesa tanto como el contenido en sí. La "pantalla de nuestra consciencia" es una metáfora que describe la representación simbólica de la realidad a través de dispositivos de entrada y salida y desafía las percepciones sobre cómo se diseñan y utilizan las interfaces multimedia en los RDD (Bostrom, 2015). También refleja cómo los medios de comunicación moldean la percepción de la realidad y la interacción con ella.

La exploración de diferentes estilos de interacción, como la manipulación directa y la interacción asistida, puede redundar en la experiencia del usuario. La manipulación directa da lugar a una interacción intuitiva con los elementos de la interfaz, mientras que la interacción asistida fomenta un ambiente colaborativo que asiste al usuario en el proceso de aprendizaje (Shneiderman, 2019). La interfaz de los RDD es una parte integral de la experiencia de aprendizaje en la era digital, y su diseño y desarrollo requieren un enfoque multidisciplinario y una constante evaluación e innovación. El diseño de interfaces de RDD, en definitiva, es un campo de estudio en constante evolución que requiere un enfoque multidisciplinario y una constante investigación sobre cómo presentar la información de manera efectiva (Hernández Sampieri et al., 2006), como el medio para incluir a los niños sordos y para brindarles una experiencia de usuario intuitiva y atractiva.

En este sentido, la IA ha demostrado ser de gran potencial porque puede proporcionar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades específicas de los niños sordos, como el reconocimiento de voz y la traducción en tiempo real que ayudan a una comunicación efectiva (Unesco, 2022). Además, la IA puede personalizar la interfaz según las habilidades y preferencias del usuario, lo que deja ver cómo los medios pueden ser adaptados para satisfacer las necesidades individuales de los usuarios, una idea que concuerda con las teorías de McLuhan (Tegmark, 2017).

El estudio de las interfaces multimedia en los RDD se enfoca en la identificación de los componentes de interfaz efectivos para la inclusión de niños sordos. Se analizan aspectos como el uso de elementos multimedia, la exploración de diferentes estilos de interacción y la evaluación del impacto en los usuarios. Estos

elementos contribuyen a enriquecer el diseño de las interfaces multimedia al favorecer una experiencia de usuario accesible, intuitiva y atractiva (Heredia & Cota, 2015). Plantearse preguntas sobre cómo diseñar interfaces multimedia para lograr una conexión más auténtica y una interacción efectiva con los RDD supone poner en la mesa un diseño reflexivo y consciente en los RDD asumiendo, como advirtió McLuhan (1964), que los medios influyen en la percepción y comprensión de la realidad de las personas.

La usabilidad para los RDD

El marco teórico de esta investigación aborda el diseño de interfaz para los RDD desde la perspectiva de la usabilidad. Usando esta categoría se puede comprender cómo la usabilidad de las TAC impacta en el desarrollo de los RDD y, en consecuencia, en la educación inclusiva (Velásquez & Sosa, 2009). La usabilidad se refiere a la accesibilidad y la experiencia resultante de la interacción entre recursos tecnológicos y usuarios. Para la Organización Internacional para la Normalización (ISO, 2011), es el grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas concretas de manera efectiva y eficiente en un contexto de uso determinado, lo que coloca al usuario como el agente principal en el proceso de diseño.

En la actualidad, la usabilidad se utiliza como referente en el diseño centrado en el usuario en lo que a la gestión del conocimiento en educación se refiere. Expertos como Norman & Nielsen (2012) arguyen que la empatía del sistema con el usuario combina su aceptabilidad social y práctica, tras considerar aspectos como la aceptación de un sistema por parte de un grupo de personas, el precio, el soporte, la confiabilidad y la compatibilidad con los sistemas existentes. Para calificar un sistema usable debe cumplir con estas características: (1) capacidad de aprendizaje, (2) eficiencia en el uso, (3) facilidad de memorizar, (4) tolerancia a errores, y (5) ser subjetivamente satisfactorio.

La usabilidad va más allá de la simplicidad de los sistemas, abarca la satisfacción de los objetivos de los usuarios, el contexto de su trabajo y su nivel de conocimiento y experiencia (Velásquez & Sosa, 2009). Su valor radica en su influencia en el proceso educativo al afectar aspectos cognitivos relevantes que se entrelazan con el área pedagógica. Es por ello que se debe otorgar una atención

especial a la usabilidad en el análisis, previendo su incidencia en el desarrollo de competencias creativas y como un elemento que potencia la construcción de conocimientos y el desarrollo de la metacognición. La usabilidad es, pues, una opción metodológica para inferir la potencialidad cognitiva de los RDD por su influencia en la interacción docente-computador-estudiante. Colorado & Navarro (2012) enfatizan el rol de la usabilidad en el desarrollo de RDD por el carácter de las interacciones de aprendizaje y porque generan situaciones de aprendizaje que contribuyen al desarrollo humano.

La usabilidad es determinante sobre todo en la educación inclusiva para los niños sordos en tanto afecta directamente la efectividad, eficiencia y satisfacción de los usuarios al interactuar con las tecnologías de aprendizaje (Norman, 2004b); por eso, se requiere integrarla en el diseño de interfaces de los RDD para renovar la experiencia del usuario (Molina López & Medina Medina, 2021). Para cumplir ese propósito, la usabilidad debe poseer dos atributos: los cuantificables de forma objetiva y los cuantificables de forma subjetiva.

Los atributos cuantificables de forma objetiva representan las medidas tangibles de la interacción entre el usuario y el RDD. Incluyen indicadores como el tiempo empleado por el usuario para completar una tarea (Lazar et al., 2017), la interacción debe ser rápida y sin obstáculos y ocurrir en el menor tiempo. Se deben optimizar estas métricas, ya que un uso eficiente del tiempo puede potenciar la concentración y la retención de información por parte del estudiante. Por otro lado, los atributos cuantificables de forma subjetiva se refieren a las experiencias emocionales y personales del usuario, que pueden ser medidas mediante herramientas de autoinforme como encuestas o entrevistas. Un criterio de medición es la satisfacción de uso (Hassenzahl, 2018), una medida subjetiva que puede verse influenciada por varios factores como la facilidad de uso y la eficiencia, el atractivo visual o la conexión emocional que el usuario establezca con el recurso.

Para lograr una experiencia del usuario satisfactoria de los RDD, se debe encontrar un equilibrio entre estos dos tipos de atributos. Con un diseño de interfaz eficaz, los usuarios pueden alcanzar sus objetivos de manera eficiente –con un mínimo de tiempo y esfuerzo–, pero también debería proporcionar una experiencia agradable y satisfactoria (Nielsen, 2012). Aunque los atributos objetivos y

subjetivos pueden medirse de manera separada, están íntimamente relacionados: un tiempo de tarea reducido (una medida objetiva) puede contribuir a una mayor satisfacción del usuario (una medida subjetiva). En el contexto educativo, el disfrute y la satisfacción del estudiante pueden suscitar el aprendizaje y la retención de información, lo que a su vez puede llevar a una mayor eficacia en la realización de las tareas (Sauro & Lewis, 2012). Por tanto, parece primordial adoptar un enfoque integral para medir y optimizar la usabilidad de los RDD, en atención tanto a los aspectos objetivos como subjetivos, pues el diseño de interfaz efectivo no solo hace que un recurso sea fácil de usar, sino también hace que el usuario quiera usarlo.

Los RDD han transformado las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, aportando valor agregado a través de experiencias interactivas y emocionales que promueven un aprendizaje más profundo y significativo. Correia et al. (2012) arguyen que el diseño emocional de los RDD puede generar emociones positivas en los estudiantes e incentiva la comprensión y la transferencia de conocimientos. Se hace evidente la relevancia de elementos de diseño gráfico tales como la forma, el color, la tipografía y la usabilidad, que pueden inducir emociones diversas e impactar en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Plass et al., 2014; Schell, 2019).

El diseño emocional en los RDD se extiende más allá de la transmisión de información. Según Schell (2019), se ambiciona crear un entorno atractivo que fomente la participación activa de los estudiantes en el aprendizaje. Al generar emociones positivas como la curiosidad, el asombro, la satisfacción y la motivación, se crea un ambiente propicio para la exploración, la experimentación y la adquisición de conocimientos. La emoción es un componente de primer orden en la experiencia humana y es intrínseca a las interacciones del ser humano con el mundo que lo rodea (Yoon et al., 2013). Por eso, el análisis y cuantificación de las emociones generadas por el uso de los RDD validan resultados en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El entendimiento y medición de estas emociones se consigue mediante la Ingeniería Kansei, un enfoque que establece modelos matemáticos para relacionar las características del diseño del producto con las necesidades emocionales de los usuarios (Tello & Galán, 2009). Estos principios se vinculan

con teorías como la de Donald Norman (2016b), quien sostiene que los objetos atractivos funcionan y generan una mayor empatía con los usuarios. Según Norman, hay tres niveles de diseño que influyen en la experiencia del ser humano: (a) diseño visceral, es decir, las primeras impresiones basadas en la apariencia del producto; (b) diseño conductual, enfocado en la usabilidad y la interacción del usuario con el producto; (c) diseño reflexivo, centrado en las emociones y reflexiones personales que el producto provoca a largo plazo.

Para comprender las emociones de los estudiantes que usan RDD, se utiliza una estrategia planteada por PrEmo, herramienta desarrollada por Pieter Desmet. Se miden las emociones de los estudiantes haciéndolos seleccionar personajes ilustrados o emoticones que representan sus emociones (Caicedo & Desmet, 2009); la matriz incluye 14 emociones con una estrategia *click-and-drag*. Para el caso de niños sordos, se emplea una matriz con emoticones que representan diferentes emociones. Estos emoticones también refuerzan la comunicación en entornos virtuales (Gordillo et al., 2015).

Según Norman (2004c), la apariencia atractiva de las cosas hace que la persona se sienta a gusto y piense de forma más creativa, lo que puede favorecer la usabilidad (Norman, 2004d). Por tanto, se corrobora el afán de considerar la usabilidad, la accesibilidad y la experiencia emocional del usuario al diseñar interfaces para los RDD. La aplicación de metodologías como la Ingeniería Kansei, el análisis emocional y la incorporación de principios de diseño visual, junto con la integración de la IA, pueden proporcionar herramientas valiosas para comprender e innovar la experiencia de los estudiantes (Ford et al., 2019).

El diseño de RDD debe considerar elementos como emoticonos y representaciones visuales de emociones, lo que puede aumentar la eficacia del aprendizaje y motivar al estudiante para contribuir a la consolidación de la información en la memoria a largo plazo (Tyng et al., 2017). La usabilidad, considerada desde perspectivas técnica, cognitiva y emocional, es un componente de los RDD, afecta a la eficacia, eficiencia, seguridad y satisfacción en el uso. El enfoque de diseño centrado en el usuario (DCU) implica adaptar los RDD a una variedad de usuarios (Norman & Draper, 1986), al igual que la accesibilidad es necesaria para la inclusión de usuarios con discapacidades (W3C, 2018). La integración de la IA ayuda en la personalización y adaptación del

aprendizaje basado en el comportamiento del usuario (Luckin et al., 2016). Todos estos aspectos son decisivos para un diseño de RDD que priorice la educación inclusiva y empodere a todos los estudiantes.

5.4. Ideas finales

El capítulo 1 de esta tesis proporciona un análisis exhaustivo y multidisciplinario de las TAC y muestra cómo su diseño integra perspectivas filosóficas, educativas y de diseño. Comienza por explorar la transformación de la sociedad, y su evolución desde la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento. McLuhan proporciona una base filosófica para discurrir cómo las tecnologías de la información han cambiado la forma de percibir y procesar el conocimiento de las personas.

Desde una perspectiva educativa, se analiza el trabajo de Jean Piaget, cuyas teorías sobre el desarrollo cognitivo y la educación infantil llevaron a comprender cómo los niños aprenden y cómo las TAC pueden ser diseñadas para apoyar este proceso. Su enfoque en las etapas del desarrollo cognitivo subraya cómo crear recursos didácticos apropiados para las capacidades cognitivas de los estudiantes en diferentes edades y de ese modo puedan gestionar formas eficaces de aprendizaje.

En el ámbito del diseño de interfaces, se revisaron las contribuciones de Jakob Nielsen, un pionero en la usabilidad de interfaces digitales, gracias a sus principios como la simplicidad, claridad y facilidad de uso, esenciales para el desarrollo de RDD accesibles y eficaces. Nielsen enfatiza que una interfaz intuitiva, especialmente para usuarios con necesidades especiales, como los niños sordos, asegura que los RDD sean no solo informativos, sino también inclusivos y accesibles.

El DUA se aborda como un marco clave para garantizar la accesibilidad y la inclusión en los recursos educativos. Este enfoque se alinea con los principios de Diseño para Todos y Diseño Universal, y se centra en crear entornos de aprendizaje que acomoden una amplia gama de necesidades y preferencias de aprendizaje. En este punto, se resalta cómo el diseño de interfaces y los contenidos de los RDD deben ser adaptativos y flexibles para satisfacer las

necesidades de todos los estudiantes, incluyendo a aquellos con discapacidades auditivas.

En conjunto, esta sección proporciona una comprensión integral de la manera en que las TAC, nutridas por teorías filosóficas, pedagógicas y de diseño, pueden ser utilizadas para garantizar la calidad educativa. Al integrar estos diversos enfoques, la tesis subraya la necesidad de recursos educativos digitales que no solo sean efectivos desde un punto de vista pedagógico, sino que también sean inclusivos y accesibles, lo que refleja un compromiso con la igualdad de oportunidades en la educación.

Capítulo 2

6. Metodología

Esta investigación adopta un enfoque de investigación mixto, combina elementos cualitativos y cuantitativos, con el fin de proporcionar una visión completa del objeto de investigación. El componente cualitativo se destina al análisis histórico de las TAC y se basa en la interpretación de diseñadores de RDD, profesores y usuarios, siguiendo los postulados de Denzin & Lincoln (2011); y para el análisis de la interfaz y el diseño gráfico de los RDD, se emplean métodos de análisis de contenido y análisis semiótico. La semiótica, de conformidad con la definición de Pierce (1931), traduce cómo los elementos de diseño pueden actuar para lograr la inclusión de niños sordos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El análisis se enfoca en las interfaces de los RDD más utilizados entre 2000 y 2020 en la educación general. A partir de una selección detallada de estos RDD, se estudia el nivel de inclusión y los elementos que favorecen la inclusión de niños sordos. Se examinan críticamente las fases de significación en estas interfaces para determinar su contribución a un aprendizaje inclusivo y efectivo para estudiantes con discapacidad auditiva.

El corpus de datos se forma mediante la recopilación de RDD y su influencia en los procesos de enseñanza para personas sordas. Estos se emplean en simulaciones interactivas con estudiantes con y sin discapacidad auditiva, así que se puede evaluar la interacción y el aprendizaje colaborativo que promueven. Se analiza la estructura gráfica de la interfaz de los RDD tomando como criterio a los diferentes actores involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Adicionalmente, se evalúa la usabilidad de personas con discapacidad auditiva en respuesta a los ejercicios planteados.

El objetivo final es identificar los parámetros de diseño en las interfaces de los RDD, de modo que se incluyan a los niños sordos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El proceso de investigación ha seguido esta hoja de ruta:

1. Análisis histórico de las TAC entre 2000-2020
2. Determinación de los puntos de inflexión en la evolución de las TAC que impactan en la educación

3. Identificación de los períodos de análisis
4. Selección de los principales RDD para el análisis
5. Análisis de cada RDD desde la perspectiva de contenidos-diseño de interface-interacción
6. Determinación de la muestra representativa de RDD y participantes para análisis detallado
7. Prueba de cada herramienta RDD por los niños sordos para evaluar su utilidad y eficacia
8. Evaluación de los resultados obtenidos en la implementación de los RDD en el proceso educativo
9. Identificación de la herramienta que ha demostrado ser más efectiva para la inclusión educativa de niños sordos
10. Análisis de inferencia para determinar los parámetros para la inclusión de los niños sordos
11. Evaluación de los resultados que respaldan la hipótesis planteada en la investigación
12. Resumen de las conclusiones principales derivadas de la investigación
13. Recomendaciones para diseñar recursos educativos que incluyan a niños sordos.

6.1. Instrumentos o técnicas elegidas

1. **Corpus teórico de la evolución de las TAC entre 2000-2020:** se aplicó análisis documental para identificar hitos tecnológicos y su influencia en el diseño de interfaces de usuario. Este método sigue la línea propuesta por Otero-Agreda et al. (2022).
2. **Herramientas de RDD generales:** se continuó con el análisis documental, enfocado en seleccionar RDD relevantes en cada período definido por los hitos tecnológicos.
3. **Herramientas de RDD seleccionadas:** se evaluó los RDD elegidos a través de pruebas funcionales desde cuatro perspectivas: didáctica, tecnológica, accesibilidad e interfaz, para identificar herramientas efectivas y áreas que pueden tener mayor rendimiento.

4. **Niños sordos en Azuay-Ecuador:** Para entender la experiencia de los niños sordos con los RDD en Azuay, se combinaron métodos objetivos y subjetivos, incluyendo análisis GOMS, evaluación de aprendizaje, experiencia de usuario e inclusividad. Se empleó tanto una evaluación objetiva (usabilidad, eficiencia, etc.) como subjetiva (percepción del usuario), emulando modelos de autores como Nielsen y Yusef.

Figura 16.

La experiencia del usuario



Fuente: Arhipainen & Tähti (2002)

Este enfoque multidisciplinario se refleja en la Figura 18. Subraya la presencia de la UX y de los aspectos emocionales en el diseño de RDD; el uso de conceptos como la Ingeniería de Kansei (Flores España, 2019), las teorías de Norman y las investigaciones de Ford et al. (2019) sobre emoticonos para desarrollar encuestas de satisfacción del usuario. Así, un diseño emocional y la experiencia del usuario en el desarrollo de RDD resultan eficaces mecanismos para la educación de niños sordos.

6.2. Diseño de la investigación

Se puede revisar el detalle en el Anexo A. El primer objetivo de la tesis, identificar los hitos en la evolución de las TAC entre 2000 y 2020, se aborda mediante un diseño de investigación estructurado en dos fases principales.

Fase 1: Análisis de avances tecnológicos: Unidad de Análisis 1 (avances tecnológicos del siglo XXI) (UA.1)

Objetivo: analizar la evolución de las TAC entre 2000 y 2020.

Metodología: análisis documental en función de tres variables: año, avances tecnológicos (nombres y categorías) y tipo (hardware o software).

Propósito: establecer una línea de tiempo de los hitos tecnológicos, que se categorizan según su naturaleza, con las categorías usabilidad y experiencia de usuario.

Fase 2: Selección de herramientas de RDD: Unidad de Análisis 2 (Herramientas RDD generales) (UA.2)

Objetivo: analizar los RDD desde la perspectiva de contenidos, interfaz e interacción en relación con las TAC utilizadas.

Metodología:

1. **Selección de RDD:** análisis documental de los RDD desarrollados entre 2000 y 2020, utilizando una grilla de selección con variables como período, nombre, país de desarrollo, perfil del destinatario, objetivos didácticos y cumplimiento de normas SCORM.
2. **Evaluación de RDD:** se divide en dos etapas:
 - **Evaluación objetiva:** sin intervención del usuario final, empleando criterios técnicos y funcionamiento de los RDD, mediante una matriz que identificó los parámetros utilizados.
 - **Evaluación contextual:** análisis del uso de los RDD por los usuarios, enfocado en contenidos, interfaz e interacción.
3. **Criterios de evaluación:**
 - Componentes didácticos, tecnológico, de accesibilidad y de interfaz.
 - Cumplimiento de normas SCORM y calidad según norma UNE 71362.

- Uso de tablas estructuradas para la evaluación detallada, con criterios/ítems, definición, nivel de exigencia, puntuación y observaciones.
- Puntuaciones de 0 (no *cumple*) a 1 (*cumple*), y NA (*no aplicable*).

4. **Proceso de evaluación:**

- Cada criterio se evalúa a través de una lista de ítems específicos.
- La valoración total del criterio representa la suma de las puntuaciones de los ítems.
- La ratio se calcula como el cociente de la puntuación total entre ítems aplicables.
- Categorización del RDD según la ratio: *excelente, muy buena, buena, no suficiente, deficiente*.
- Conformidad de calidad mínima basada en la puntuación de los ítems mínimos.

Esta fase cumple parcialmente el segundo objetivo de la tesis, análisis detallado de las herramientas RDD seleccionadas. Se adopta un enfoque que evalúa cada herramienta por su diseño, usabilidad y eficacia, con especial atención en los aspectos didácticos, tecnológicos, de accesibilidad y de interfaz. La metodología intenta evaluar de forma exhaustiva y objetiva los RDD, apela a criterios técnicos y a la experiencia de usuario para entender cómo estos recursos pueden influir de forma positiva en la inclusión educativa de niños sordos en Ecuador.

Fase 3: Evaluación de las herramientas RDD seleccionadas. Unidad de Análisis 3 (recursos didácticos digitales seleccionados) (UA.3)

Objetivos:

- Analizar los RDD seleccionados centrándose en su calidad, pertinencia y efectividad.
- Evaluar el nivel de inclusividad de los niños sordos del Ecuador en los procesos de enseñanza-aprendizaje utilizando los RDD.

Metodología y evaluación

1. Presentación y análisis de RDD seleccionados:

La Tabla 1 detalla los RDD seleccionados (UA.3) e incluye información como nombre, país de desarrollo, implementación, perfil del destinatario, entre otros. Esta tabla proporciona una visión general de los RDD y sirve como base para el análisis detallado.

Tabla 1.

Unidad de análisis: RDD seleccionados

Nombre de la herramienta	País de desarrollo	Países de implementación	Perfil del destinatario	Objetivos didácticos	Competencias destrezas para desarrollar	Tiempo de aprendizaje estimado	Conocimientos previos del destinatario	Empaquetado SCORM
Nombre	Lugar	Lugar	Edad en años	Cumple/ No cumple	Cumple/ No cumple	Cumple/ No cumple	Cumple/ No cumple	Cumple/ No cumple
2000 -2005								
2005 -2010								
2010 -2015								
2015 -2020								

2. Análisis de componentes específicos:

- **Componente didáctico (V1_UA.3):**¹ evaluación de la descripción didáctica, calidad de los contenidos y capacidad de generar aprendizaje. Se evalúan aspectos como claridad de objetivos y adecuación al perfil del destinatario (Del y Une, 2017).
- **Componente tecnológico (V2_UA.3):** análisis de formato y diseño, reusabilidad, portabilidad y estructura de escenarios de aprendizaje (Wiley, 2002).
- **Componente de accesibilidad (V3_UA.3):** evaluación de la navegación y operatividad en términos de accesibilidad (Swan et al., 2022; W3C, s. f.).

¹ (V1_UA.3)= Variable 1= componente didáctico; es igual para el resto de variables.

- **Componente de interfaz/diseño (V4_UA.3):** análisis de aspectos visuales como sistemas gráficos, elementos morfológicos, cromática y tipografía (Lupton, 2010).
- **Componente de interfaz/dispositivos (V5_UA.3):** evaluación de dispositivos de entrada y salida (Norman, 2004e).

3. Evaluación de interfaz/diálogos y usabilidad:

- **Interfaz/diálogos (V6_UA.3):** análisis de menús, manipulación directa, *visual feedback*, relaciones y animación en el RDD (Shneiderman, 2019).
- **Interfaz/usabilidad (V7_UA.3):** evaluación de consistencia, simplicidad, eficiencia, transparencia y ergonomía del RDD (Nielsen, 2012).

4. Estructura de evaluación y análisis comparativo:

- Implementación de criterios y subcriterios específicos para evaluar cada componente de los RDD, mediante un enfoque cuantitativo y cualitativo. La Tabla 2 presenta el detalle.

Tabla 2.

Características de análisis de la interfaz

UNIDAD DE ANÁLISIS	CATEGORÍAS O VARIABLES QUE APARECEN EN EL OBJETIVO	INDICADORES	VALORES	ESTRATEGIA PARA ALCANZAR EL OBJETIVO	
				INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE ANÁLISIS
Recursos didácticos digitales seleccionados	Componente didáctico	% índice didáctico	1. Descripción didáctica (valor y coherencia didáctica)	Estudio de casos	Matriz de datos
			2. Calidad de los contenidos		
			3. Motivación		
	Componente tecnológico	% índice tecnológico	4. Formato y diseño	Estudio de casos	Matriz de datos
			5. Reusabilidad		
			6. Portabilidad		
			7. Estructura del escenario de aprendizaje		
	Componente accesibilidad	% índice accesibilidad	8. Navegación	Estudio de casos	Matriz de datos
			9. Operatividad		
	Componente interfaz/diseño	% índice de interfaz	10. El sistema gráfico - sistemas compositivos - técnicas de composición	Estudio de casos	Matriz de datos
			11. Elementos morfológicos de la imagen		
			12. Instantes de la forma		
			13. El encuadre de la imagen		
			14. Cromática		
			15. Tipografía		
			16. Comunicación visual-principios estructurales		
			17. Semiótica		
			18. Diagramación		

Componente interfaz/ dispositivos	19. Dispositivos de entrada	Estudio de casos	Matriz de datos
	20. Dispositivos de salida		
Componente interfaz/ diálogos	21. Menús	Estudio de casos	Matriz de datos
	22. Manipulación directa		
	23. Visual <i>feedback</i>		
	24. Relaciones		
	25. Animación		
Componente interfaz/ usabilidad	26. Consistencia	Estudio de casos	Matriz de datos
	27. Simplicidad		
	28. Eficiencia		
	29. Transparencia		
	30. Ergonomía		

Esta fase evalúa los RDD seleccionados de manera integral para verificar su alineación con los requisitos de calidad, accesibilidad y eficacia educativa. Luego del análisis se comprende el impacto de los componentes didácticos, tecnológicos, de accesibilidad y de diseño en la inclusión educativa de los niños sordos en Ecuador. El enfoque multidimensional incluye cada aspecto de los RDD, que es evaluado en relación con su capacidad para mejorar la inclusión educativa de los niños sordos. Este paso contribuye a la validación de la hipótesis del segundo objetivo específico de la tesis. Con esta información recabada en esta fase, se establecen las bases para cumplir el objetivo 3 de la tesis.

La próxima etapa involucró la definición del tamaño de la muestra para garantizar una evaluación representativa de los RDD.

Fase 4: Determinación del tamaño de la muestra

Objetivo: seleccionar las muestras para el estudio. Se determinó que el universo fuesen escuelas inclusivas de tercer y cuarto año de Educación Básica en la provincia de Azuay, Ecuador.

Criterios de selección y justificación: se diseñó una tabla de criterios de selección apuntado a la diversidad y necesidades concretas del estudio, como subraya Hernández Sampieri et al. (2006). Los criterios se explicitan en la Tabla 3.

Tabla 3.*Criterios de selección de escuelas*

Criterio	Cumple	No cumple	Observaciones
Tipo de institución			Fiscal, particular, fiscomisional
Especialización en discapacidades			Inclusivas, enfoque en discapacidad auditiva
Ubicación			Parroquias específicas de Cuenca
Cantidad de alumnos			Número total y por nivel educativo
Recursos y accesibilidad			Evaluación de recursos educativos y accesibilidad
Historial de inclusión			Experiencia en educación inclusiva

El uso de criterios, que procuran abordar el objeto de estudio de forma integral, da cuenta de una selección de escuelas y datos que resultan representativos y, por tanto, a tono con los objetivos de la investigación.

Análisis de la discapacidad auditiva en niños sordos: conforme a las definiciones de discapacidad auditiva de Serrato (2009), se clasifica esta condición en niños sordos para partir de las necesidades específicas de los niños sordos y proporcionar una verdadera educación inclusiva. La Tabla 4 clasifica la discapacidad auditiva de los niños sordos.

Tabla 4.*Tipos de discapacidad auditiva en niños sordos*

Criterios/ítems	Definición del criterio y orientaciones para puntuación máxima de los ítems	Persona	Persona
		1	2
Usuario			
1. Tipos de discapacidad auditiva	Según Marchensi, la sordera o déficit auditivo se refiere a cualquier alteración en el órgano de la audición o en la vía auditiva.		
1.1. Sordera hereditaria	De carácter recesivo, es decir, el gen que la provoca es dominante y se transmite por consanguinidad de los padres.		
1.2. Sorderas adquiridas	Se asocian con lesiones o problemas específicos como infecciones, rubéola, incompatibilidad de RH, anoxia neonatal, entre otros.		

2.Ciudad de origen	Mapea las discapacidades dentro de la muestra de estudio.		
2.1. Ciudad de origen			
4. Grado de discapacidad	Los diferentes niveles de pérdida auditiva se clasifican de la siguiente manera:		
3.1. Leves	Pérdida auditiva inferior a 40 decibelios.		
3.2. Moderadas	Pérdida auditiva en el rango de 40 a 70 decibelios.		
3.3. Severas	Pérdida auditiva superior a 70 decibelios. Conforme a la Seguridad Social, se considera a una persona como sorda a partir de los 75 decibelios.		
3.1. Sordera	Ausencia completa de capacidad auditiva.		

Análisis y evaluación de la muestra: se efectuaron mediante los criterios de usabilidad objetiva y subjetiva. Con este enfoque, se pueden apreciar los aspectos técnicos de los RDD y comprender las experiencias emocionales de los niños con discapacidad auditiva (Martínez Bencardino, 2012).

Fase 5: Usabilidad-niños sordos (UA.4). Unidad de Análisis 4(Usuarios-Niños Sordos)

Objetivo: analizar la usabilidad objetiva y subjetiva de los RDD en relación con los niños sordos.

Metodología de análisis

Enfoque GOMS (Goals, Operators, Methods, and Selection Rules): este enfoque descompone las tareas y analiza los elementos que inciden en la interacción y la eficiencia de uso.

Análisis de componentes de usabilidad:

- 1. Tiempos de interfaz:** evalúa la rapidez y eficiencia de las interacciones, atiende la velocidad de respuesta del sistema y la fluidez de las acciones de los niños sordos (Norman, 2016d).
- 2. Interacción:** analiza la claridad, intuitividad, retroalimentación visual y facilidad de navegación en el RDD (Nielsen, 2012).
- 3. Accesibilidad:** evalúa la accesibilidad bajo los criterios tecnologías de asistencia y adaptabilidad del contenido.

4. **Consistencia:** análisis de la consistencia en diseño visual, estructura y navegación de la interfaz.

Evaluación del aprendizaje

Se evaluó la capacidad del RDD para propiciar aprendizaje significativo mediante criterios como la claridad de los contenidos, interactividad, adecuación a las necesidades de aprendizaje y cumplimiento de tareas propuestas. Incluye una evaluación integral del progreso y del nivel de aprendizaje.

Experiencia de usuario

Se analizó la interactividad, accesibilidad, adaptabilidad, encontrabilidad, utilidad, confiabilidad y atractivo del RDD para los niños sordos, así como la percepción subjetiva de estos niños sobre la atractividad, diseño y estética del RDD.

Componente de usabilidad-inclusividad:

Se examinó la eficacia de la interacción, usabilidad efectiva, perceptibilidad, operabilidad y comprensibilidad del RDD.

Usabilidad subjetiva:

Se evaluó la facilidad de aprendizaje, propensión al error, eficacia y eficiencia en el uso del RDD.

Uso de estrategias de diseño emocional y herramientas como PrEmo para medir emociones y satisfacción.

Tablas de evaluación:

Tabla 5.

Estructura análisis de usabilidad subjetiva







Criterios /ítems	- Definición del criterio - Orientaciones para la puntuación máxima de los ítems	Nivel de emoción: - placentera - displacentera - ausencia de emoción	Puntuación: Encarta 2020	Puntuación: Wikipedia 2008	Puntuación: Coursera 2013	Puntuación: Google Classroom 2020
-------------------------	---	--	--------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--

Sistema de evaluación de usabilidad subjetiva y estrategias de diseño emocional: para este análisis se usó la herramienta PrEmo, propuesta por Ford y Desmet, la cual captura cómo las emociones de los niños sordos influyen en su experiencia con los RDD. La inclusión de emojis en las encuestas provee una

medición visual accesible de estas emociones, una manera de interpretar datos subjetivos. Las emociones se clasifican en estas categorías: *placenteras*, *displacenteras* y *neutras*. Cada una recibe un valor en una escala de puntuación, como se aprecia en la Tabla 6.

Tabla 6.

Sistema de evaluación de la usabilidad subjetiva

Emoción placentera		Emoción displacentera		Ausencia de emoción	
					
1		0		0,5	

Ampliación del análisis de usabilidad subjetiva:

- **Kansei Engineering:** explora la ingeniería de Kansei para comprender los sentimientos de los niños sordos hacia el RDD y la calidad de su contenido. Esta perspectiva estudia aspectos como satisfacción, predictibilidad, potencial, retroalimentación informativa, adaptación, diseño, encontrabilidad, motivación, efectividad de uso y accesibilidad.
- **Evaluación de contenidos y adaptación:** mide la percepción sobre la calidad y pertinencia de los contenidos, la predictibilidad de las respuestas del RDD y cómo estos se adaptan a las necesidades individuales de los niños sordos.

Indicadores clave para la evaluación

1. **Porcentaje de aprobación en evaluaciones de aprendizaje:** este indicador midió la efectividad de cada herramienta seleccionada en el proceso enseñanza-aprendizaje de niños sordos.
2. **Índice de satisfacción de niños sordos:** reflejó las percepciones de los niños sobre la usabilidad y experiencia de usuario de los RDD.
3. **Índice GOMS:** evaluó la eficiencia y eficacia de las tareas realizadas por los niños en las herramientas.

Análisis comparativo y determinación de la herramienta con mejores índices de inclusividad: