



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
Índice de Figuras.....	9
1. Introducción.....	11
2. Problematización.....	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.

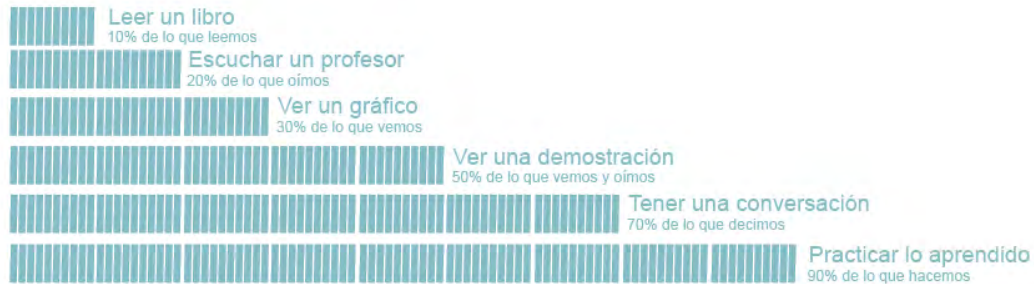
La investigación se justifica en la medida en que aspira a transformar de manera sistémica la manera en que se diseñan e implementan los recursos educativos digitales. Los avances tecnológicos han abierto nuevas avenidas para el aprendizaje y la enseñanza, pero la inclusión de estudiantes con discapacidades 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



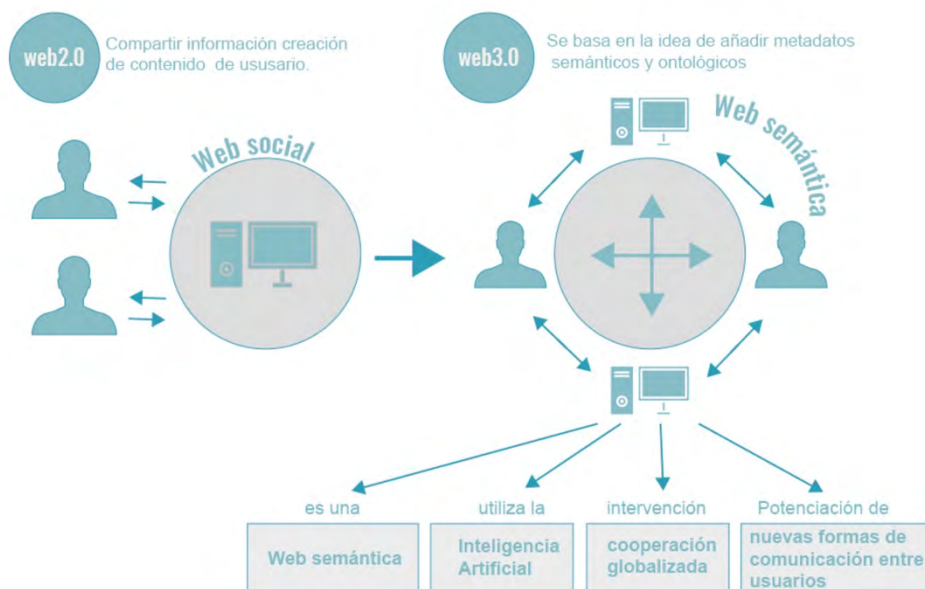
Fuente: Vargas (2010)

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



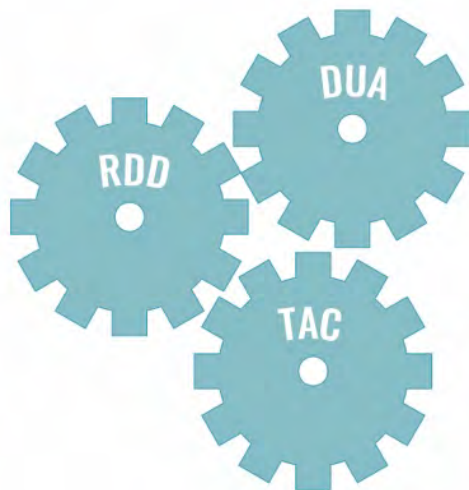
Fuente: Küster & Hernández (2013)

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. Problemática

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).

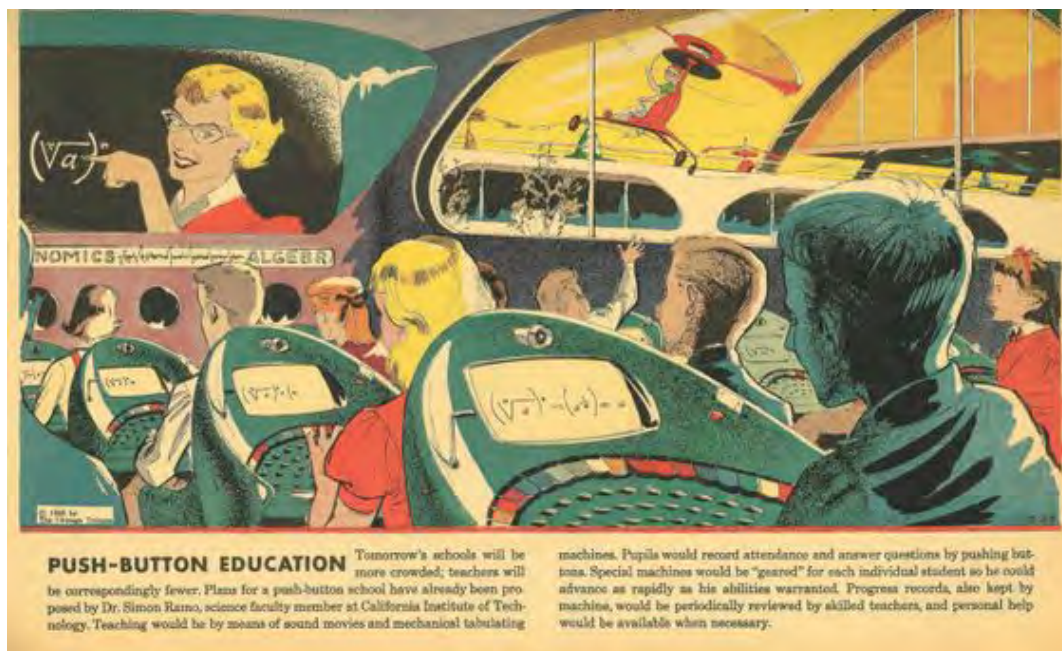
Relevancia y originalidad

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.

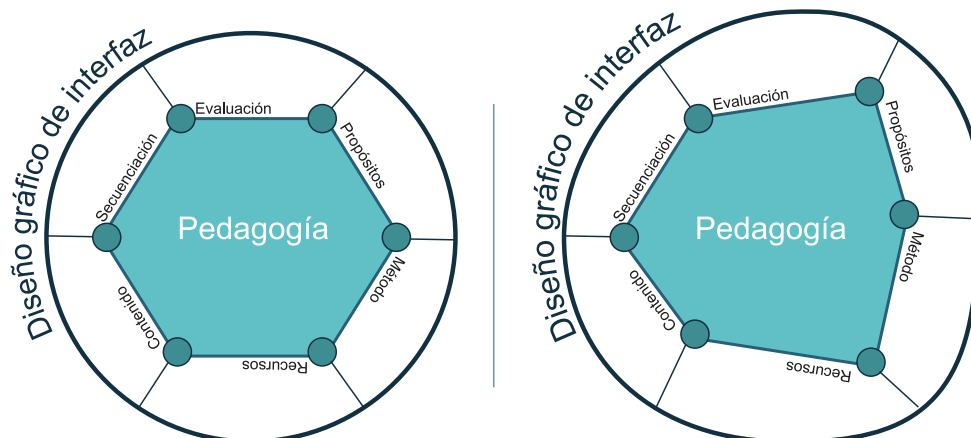
2.2. Relevancia de la investigación en su impacto científico o social

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

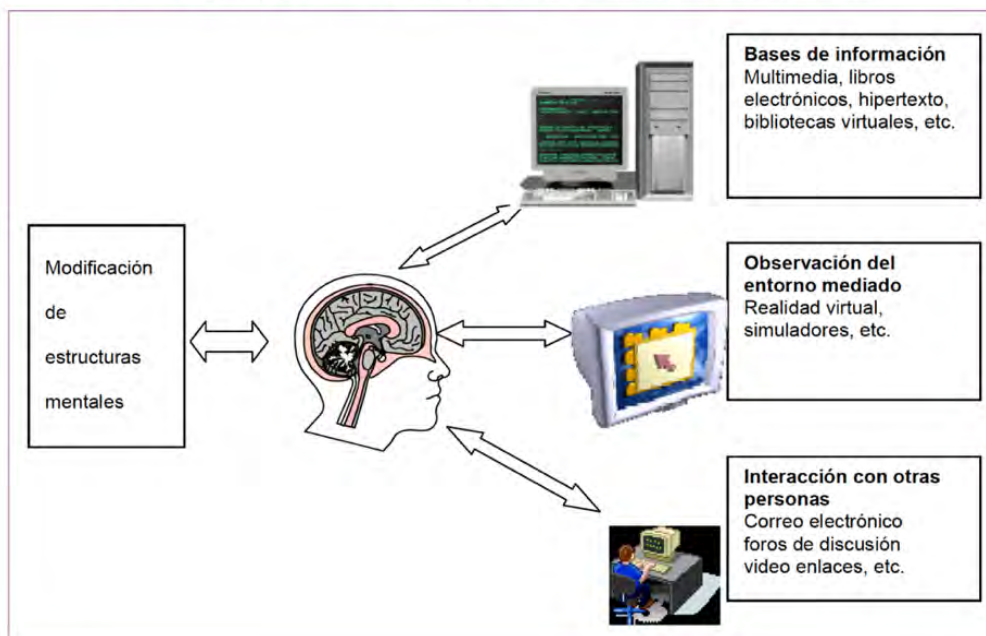
en ese andar encuentra nuevos desafíos. Mantenerse actualizado con las últimas tendencias, investigaciones y tecnologías emergentes en el ámbito del diseño de interfaz es esencial para alcanzar interfaces cada vez más inclusivas, accesibles y eficaces (Cubo Delgado et al., 2003), sin olvidar que para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

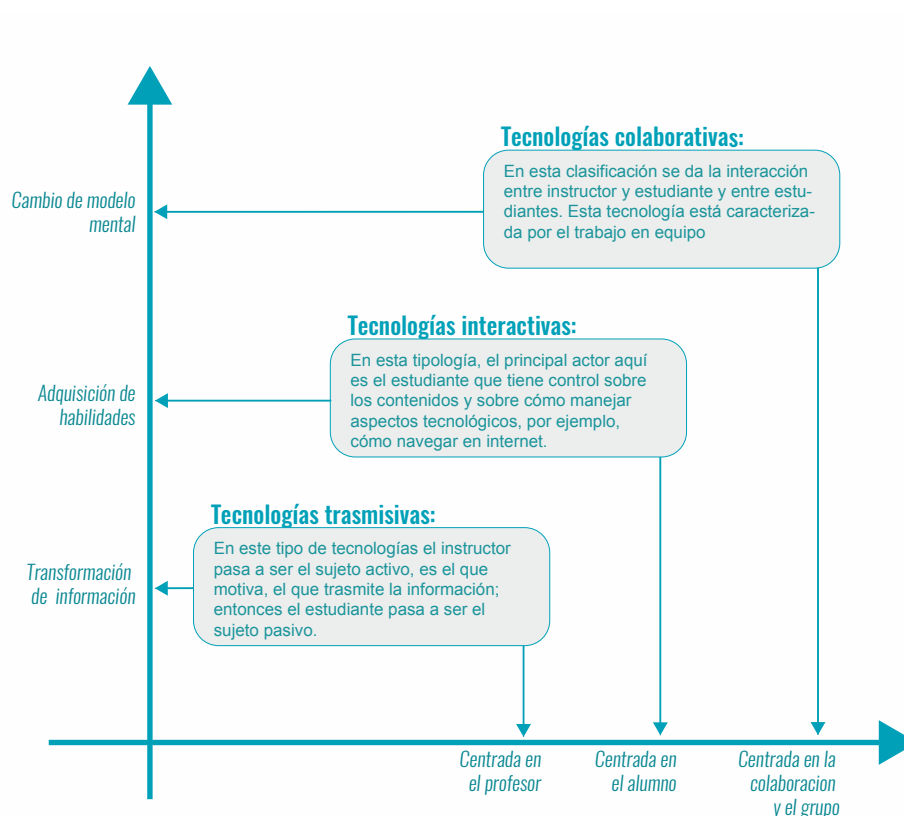
En el ámbito educativo, la idea de multimedia se refiere a la presentación de información mediante diversos medios y formatos, así como a la habilidad de los buenos maestros para actuar como "multimedia" en sí mismos. La naturaleza

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.

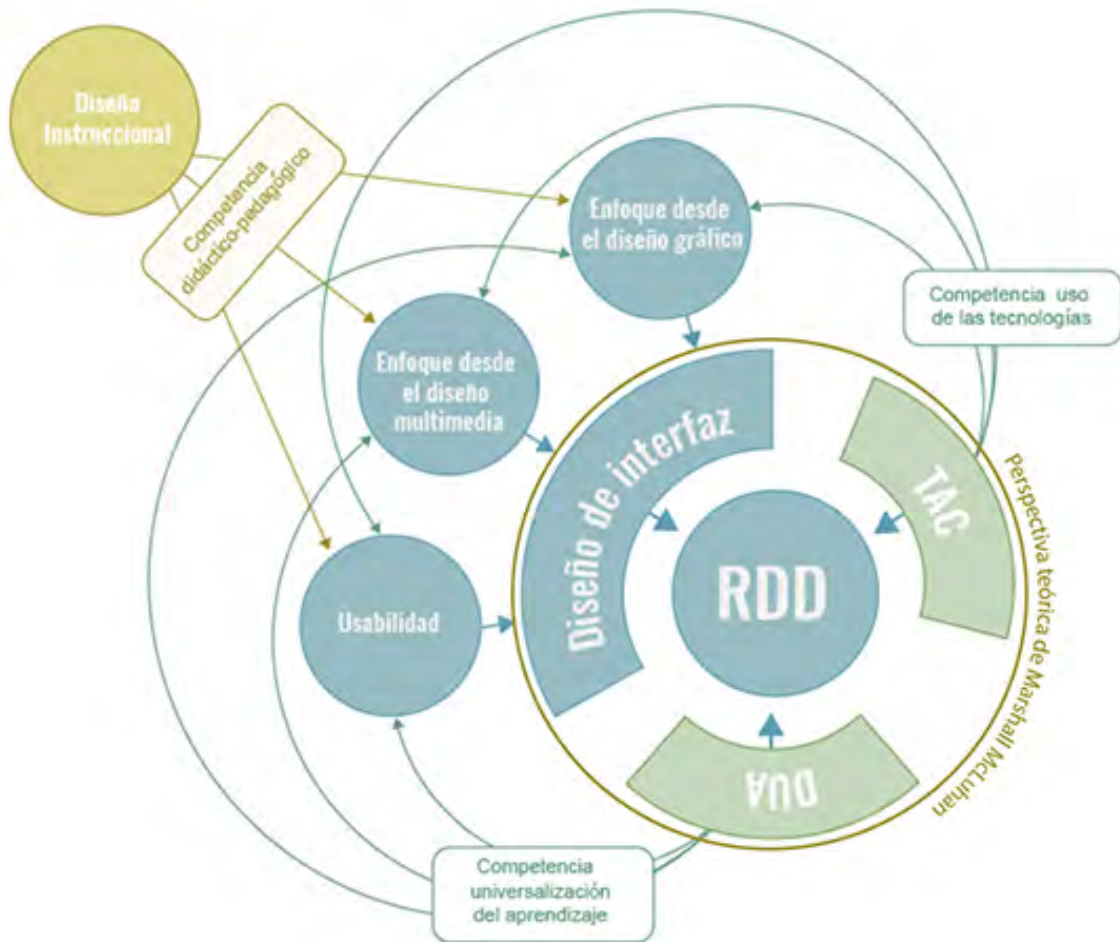
En cuanto a la DUA y la educación inclusiva para niños sordos, se examina cómo sus principios pueden aplicarse efectivamente en el diseño de interfaces de los RDD para diseñar entornos de aprendizaje accesibles y equitativos. Finalmente, el tema del diseño de la interfaz de los RDD aplica la perspectiva 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



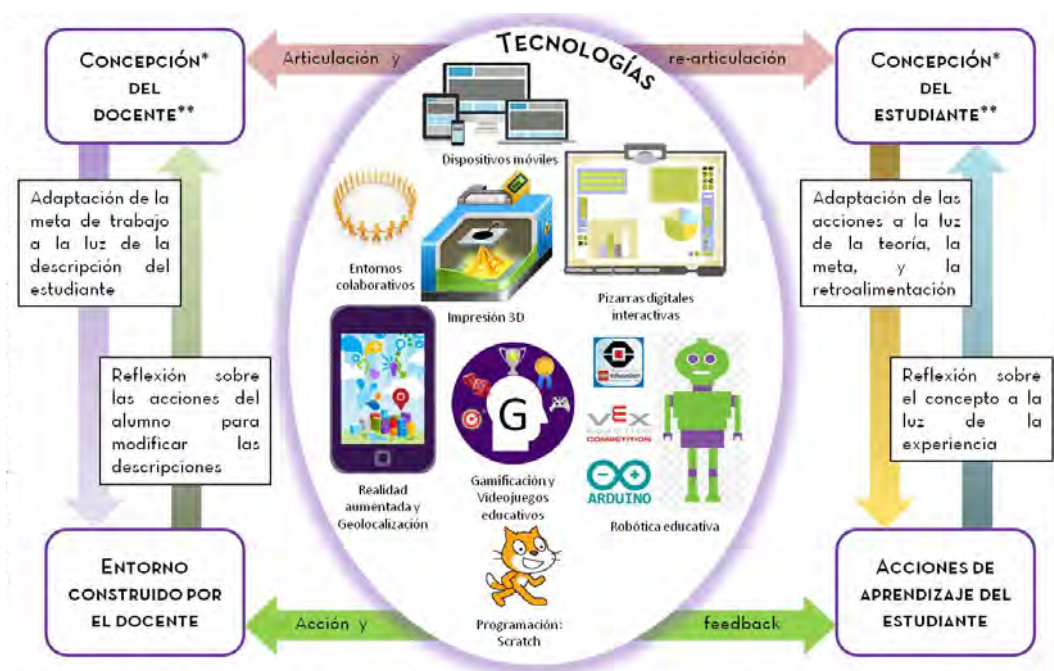
Fuente: **Moya López (2013)**

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 & Narvárez (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.

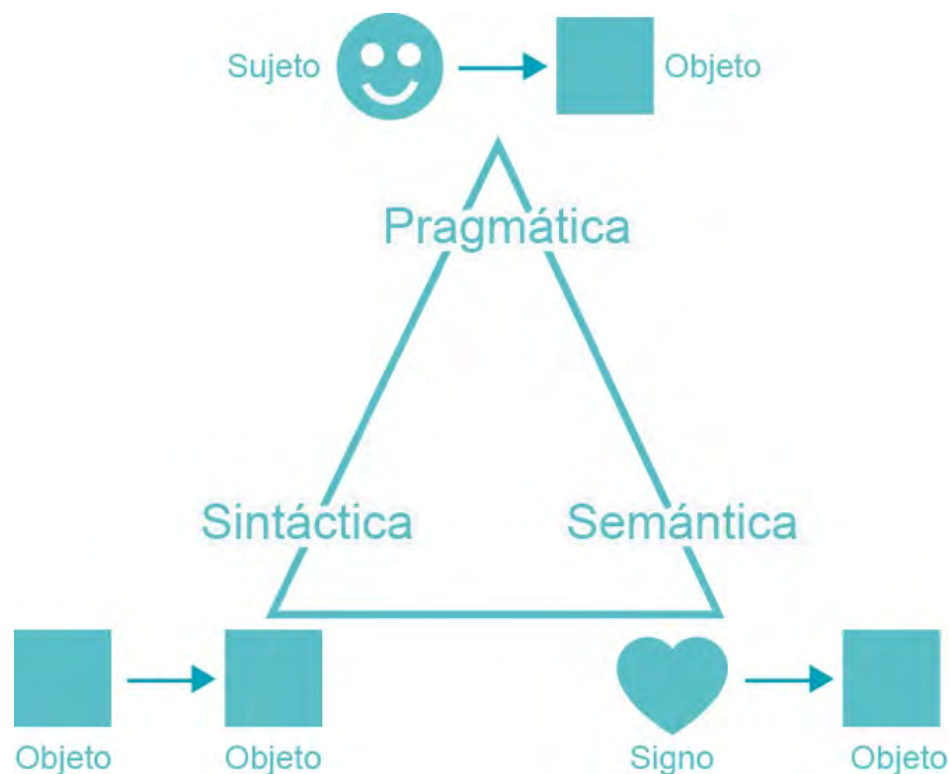
La eficacia del diseño gráfico de la interfaz de los RDD se mide a través de aspectos como la usabilidad, la accesibilidad, la estética visual y la coherencia visual (Sosa-Tzec & Siegel, 2018). Estos elementos trabajan conjuntamente para crear una experiencia de usuario efectiva y satisfactoria en el 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

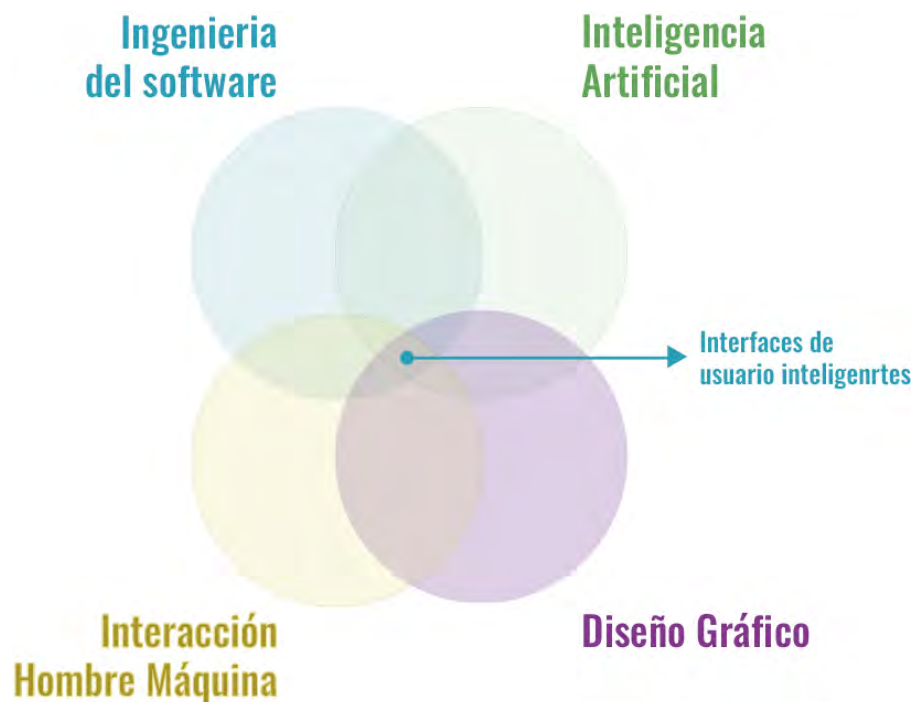
El diseño de la interfaz de los RDD desde la perspectiva del diseño multimedia es imprescindible en la educación actual. En un mundo cada vez más digital y conectado, los dispositivos multimedia se han convertido en herramientas esenciales para el aprendizaje y el entretenimiento (Capella i Priu, 2010). 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 atraktividad, 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:

- Tras calcular los indicadores, se compararon para validar las hipótesis y ver cómo respondían a las preguntas de investigación.
- Identificar la herramienta con los más altos índices de inclusividad para definir los parámetros de diseño con el fin de conseguir la inclusión de los niños sordos en procesos educativos.

Integración del análisis semiótico:

- Se consideró el diseño comunicacional en la interacción humano-computadora (Carroll, 2003) para apreciar cómo los diseñadores de RDD se comunican a través de interfaces, y cómo estos diseños pueden fomentar la inclusión.

Tabla 7.

Resumen eficacia en el proceso enseñanza aprendizaje

UA.4:		Usuarios niños sordos-eficacia en el proceso enseñanza aprendizaje					
		Análisis GOMS	Evaluación del aprendizaje	Experiencia de usuario	Inclusividad	Usabilidad objetiva	Usabilidad subjetiva-satisfacción
Niño 1	2000 - 2005						
Niño 2							
Niño 3							
Niño 4							
Niño 5							
Niño n							
Niño 1	2005 - 2010						
Niño 2							
Niño 3							
Niño 4							
Niño 5							
Niño n							
Niño 1	2010 - 2015						
Niño 2							
Niño 3							
Niño 4							
Niño 5							
Niño n							
Niño 1	2015 - 2020						
Niño 2							
Niño 3							
Niño 4							
Niño 5							
Niño n							

La Fase 5 integró métodos innovadores para evaluar la usabilidad desde varias dimensiones para asegurar que los RDD sean accesibles, efectivos y atractivos para los niños sordos. En esta fase se logró una comprensión holística de cómo los RDD pueden mejorar la inclusión y el aprendizaje de los niños sordos, y cómo los diseñadores pueden optimizar sus recursos para este fin.

Fase 6: Identificar de los parámetros de diseño para lograr la inclusión de los niños sordos del Ecuador

En esta fase se sintetizaron los hallazgos acumulados de las fases previas: se integró el conocimiento adquirido sobre avances tecnológicos, herramientas de los RDD, se seleccionaron herramientas específicas, se determinó el tamaño de la muestra y se efectuó el análisis de usabilidad para identificar con precisión aquellos elementos de diseño que eran más efectivos para la inclusión de niños sordos en procesos educativos.

Objetivo de la fase: discernir qué herramienta RDD demuestra el mayor grado de inclusividad para niños sordos para examinar los parámetros de diseño que contribuyen a esta efectividad.

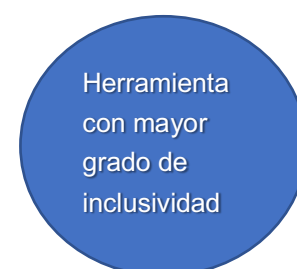
Los parámetros de diseño se pormenorizan en la Tabla 8.

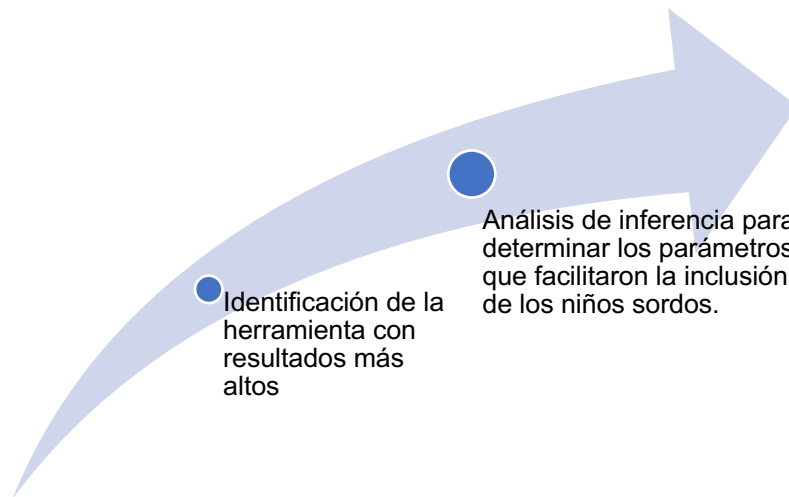
Tabla 8.

Parámetros de diseño para la inclusión de niños sordos en RDD

Parámetros de diseño	Descripción	Ejemplo de implementación	Puntuación ponderada (para Axel). ejemplo
Presentación de contenidos	Diseño claro y comprensible de los contenidos	Uso de ilustraciones y animaciones para explicar conceptos	0.7 (nota ficticia)
Representaciones visuales/ táctiles	Uso de elementos visuales o táctiles para transmitir información	Incorporación de imágenes y objetos táctiles en actividades de aprendizaje	0.9

Herramientas de accesibilidad	Disponibilidad de herramientas de apoyo para niños sordos	Subtítulos o interpretación en lengua de señas como opciones de accesibilidad	0.8
Interacción efectiva	Facilitar la comunicación entre los niños sordos y el RDD	Uso de chats o foros de discusión con traducción automática a lengua de señas	0.9
Diseño adaptativo	Adaptación del diseño a las necesidades individuales de los niños sordos	Personalización de las preferencias de idioma, tamaño de fuente, etc.	0.6
Facilidad de navegación	Interfaz intuitiva y fácil de usar para los niños sordos	Menús claros y sencillos de navegar con opciones visuales claras	0.7
Retroalimentación informativa	Proporcionar retroalimentación clara y descriptiva sobre las acciones realizadas	Mensajes de confirmación y explicación después de completar una tarea	0.8
Motivación y efectividad de uso	Diseño que motive y mantenga la atención de los niños sordos	Uso de recompensas virtuales y desafíos interactivos para mantener el interés	0.9
Accesibilidad	Considerar las necesidades específicas de los niños sordos en el diseño	Proveer opciones de navegación y acceso adaptadas a la lengua de señas	0.7
Usabilidad objetiva	Evaluar la eficacia y eficiencia del RDD para los niños sordos	Registro del tiempo y número de errores durante las tareas de interacción	0.8
Usabilidad subjetiva	Evaluar la satisfacción y percepción de facilidad de uso del RDD por parte de los niños sordos	Encuestas de satisfacción y opiniones de los usuarios	0.9
Elementos de diseño gráfico	Utilizar elementos gráficos para mejorar la usabilidad	Uso de colores contrastantes, íconos claros y legibles y tipografía accesible	0.10





Finalmente, se calcularon los indicadores para corroborar o refutar la hipótesis planteada: porcentaje de niños que aprueban la evaluación de aprendizaje en cada herramienta seleccionada, índice de satisfacción de los niños sordos con respecto al uso de los RDD, y otros indicadores relacionados con la usabilidad objetiva y subjetiva.

Fase 7: Prueba la hipótesis

Esta fase constituyó una etapa decisiva, pues se evaluó la validez de la hipótesis. El enfoque consistió en verificar si el análisis cualitativo y cuantitativo de las interfaces de los RDD proporcionaba evidencia suficiente para respaldar o refutar la hipótesis establecida.

Objetivo de la fase: examinar la correlación entre los avances en TAC, el diseño de las interfaces en los RDD y la inclusión educativa de los niños sordos en el proceso enseñanza-aprendizaje. Se implementó una metodología de análisis mixto para las interfaces de los RDD, que integró los parámetros de diseño identificados en la fase 6 y los principios de la Interacción Humana-Computador (HCI).

Metodología de análisis

1) **Análisis cualitativo:** evaluó las interfaces de los RDD cualitativamente para comprender cómo los parámetros de diseño influyen en la inclusión educativa de los niños sordos. Se exploró la efectividad, eficiencia y satisfacción de los usuarios en el uso de los RDD.

2) **Análisis cuantitativo:** se efectuó un análisis cuantitativo para medir la eficiencia y efectividad de las interfaces de los RDD tomando como referencia los parámetros de diseño como variable.

Evaluación de resultados: se llevó a cabo una evaluación exhaustiva para determinar si los RDD atendían la inclusión educativa de los niños sordos, lo que implicó (a) examinar la interacción entre los contenidos, la interfaz y los usuarios sordos, y (b) medir la eficacia de los RDD en términos de accesibilidad, usabilidad y satisfacción del usuario.

Desarrollo de conclusiones y recomendaciones: al final de esta fase, se formulan conclusiones basadas en los resultados obtenidos, las cuales proporcionan una visión sobre la relación entre el diseño de las interfaces de los RDD y la inclusión educativa de los niños sordos. Las recomendaciones formulan propuestas para investigaciones futuras en el desarrollo de recursos didácticos digitales más inclusivos y accesibles.

6.3. Resumen del capítulo

El capítulo revisó la metodología de trabajo de la tesis. Se trata de un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos. Como el estudio evalúa la usabilidad de las interfaces de los RDD, tomó herramientas como la evaluación GOMS y escalas de emoticones para medir la experiencia del usuario. Estos métodos ofrecen información valiosa sobre cómo las interfaces pueden ser optimizadas para lograr la inclusión educativa y resaltan el diseño intuitivo y accesible para la comprensión de los contenidos educativos por parte de los niños sordos.

El análisis de la usabilidad objetiva y subjetiva de los RDD se realizó aplicando técnicas como el análisis GOMS y la evaluación emocional a través de emoticones. Este enfoque destaca la relevancia de los aspectos emocionales y subjetivos en la experiencia de uso de los RDD. Finalmente, el estudio incluye la evaluación de la calidad didáctica de las plataformas educativas para lo que compara plataformas antiguas y modernas en el afán de entender la evolución del diseño didáctico. Con estos datos, se aspira a lograr una experiencia de aprendizaje efectiva y equitativa para todos los estudiantes, teniendo en cuenta cada uno de los parámetros que se plantean a través de este análisis.

Capítulo 3

7. Desarrollo de la investigación

Análisis histórico de las TAC, periodo 2000-2020

Se puede revisar el detalle del análisis histórico en la matriz de selección histórica de las interfaces de las TAC (Anexo B, Matriz de datos, pestaña Obj1-f1-mt01).

7.1. Diseño multimedia en las TAC desde la perspectiva interfaz-interacción

El avance de la ciencia y la tecnología ha generado cambios e innovación constantes en diferentes disciplinas, incluida la educación. Estos cambios han llevado a la evolución de las TAC, cuyo uso ha impactado en la inclusión educativa desde la perspectiva interfaz-interacción. Una revisión histórica de las TAC durante el periodo de 2000-2020 desde esta perspectiva se justifica por su relevancia en términos de avances tecnológicos y diseño de interfaces en el ámbito educativo. Durante este período, se produjo una transformación significativa en la forma en que las tecnologías se integraron en la educación y cómo se diseñaron las interfaces educativas. Autores como Norman (2002) y Nielsen (2012) han enfatizado que el diseño debe estar centrado en el usuario y la usabilidad durante este tiempo, lo que ha influido en la forma en que se abordan las interfaces educativas

Se debe partir por qué se considera como Recursos Didácticos Digitales (RDD). En términos generales, engloban cualquier plataforma, medio o recurso que genere, construya o aplique recursos para la educación utilizando una interfaz como medio de comunicación (Gimeno & Pérez, 2008). Estos recursos abarcan una amplia gama de herramientas y tecnologías, como aplicaciones móviles, plataformas en línea, simuladores, juegos educativos, entre otros.

El diseño multimedia en las TAC, desde la perspectiva interfaz-interacción, desempeña un papel destacado en la promoción de la inclusión educativa. Las interfaces de los RDD actúan como el medio de comunicación entre los usuarios y las herramientas de aprendizaje, y su diseño debe ser cuidadosamente pensado para colaborar en una interacción efectiva y satisfactoria, y para lograrlo es necesario tener en cuenta los principios del DUA, que proponen que los RDD

deben ser diseñados de manera flexible y adaptativa, y deben considerar las diferentes necesidades y capacidades de los estudiantes. Esto implica proporcionar opciones y alternativas en la presentación de contenidos, en las formas de interacción y en las formas de expresión (CAST, 2011). En el campo del diseño multimedia y la inclusión educativa, para Leguízamo (2009), los diseñadores de RDD deben ser participantes activos en la comunicación que se lleva a cabo en los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de las interfaces de usuario.

La usabilidad y la experiencia de usuario son elementos clave en el diseño de interfaces de los RDD. La usabilidad se refiere a la facilidad de uso, eficacia y satisfacción del usuario al interactuar con los RDD. Una interfaz bien diseñada optimiza los procesos de navegación, proporciona retroalimentación clara y ofrece opciones de personalización, todos eso contribuye a una experiencia de usuario positiva. La experiencia de usuario comprende los aspectos emocionales, perceptuales y cognitivos que los estudiantes experimentan durante la interacción con los RDD. Una buena experiencia de usuario, como sostiene Hassenzahl (2018), puede motivar la participación y la retención del conocimiento.

La gamificación es un ejemplo concreto de diseño multimedia efectivo en los RDD. Consiste en la incorporación de elementos y dinámicas de juegos en el ámbito educativo, como desafíos, recompensas y niveles de dificultad. La gamificación motiva a los estudiantes a participar activamente en el proceso de aprendizaje, da pie a la interacción, la competencia amistosa y el logro de metas, generando un entorno educativo más atractivo y estimulante.

Con el análisis histórico del diseño multimedia en las TAC desde la perspectiva interfaz-interacción, se puede entender la evolución de los RDD y su impacto en la inclusión educativa. Al conocer los avances tecnológicos, los principios del DUA y los elementos de diseño que apoyan la inclusión, se pueden proponer ideas y recomendaciones para diseñar interfaces dirigidas a entornos educativos inclusivos. Este análisis ayuda a comprender cómo las TAC han transformado los procesos educativos y han abierto nuevas posibilidades de aprendizaje al reducir la brecha digital, en línea con los desafíos planteados por Bilinkis (2019).

El diseño multimedia en las TAC desde la perspectiva que se estudia aquí es un factor para promover la inclusión educativa. Mediante el análisis histórico de este componente, se percibe su evolución a lo largo del tiempo y su impacto en los procesos educativos. Con esos datos y la aplicación de los principios del DUA, se pueden sugerir recomendaciones para diseñar interfaces inclusivas y con ello se puede reducir la brecha digital y lograr una educación más equitativa y accesible para todos.

(Fase 01)

7.2. Contexto histórico de las TAC (1980-2000): antecedentes

De acuerdo con Agazzi (1998), “no es cierto que los seres humanos puedan adaptarse a cualquier medio ambiente, pero sí es verdad que este ha ideado miles de formas para adaptar el medio ambiente a sus necesidades” (p. 18). Es decir, el ser humano, a través de la ciencia y la tecnología, ha provocado cambios su medio, a veces menores y otras veces muy abarcativos, que han provocan lo que Khun llama revoluciones científicas y con ellas cambios de paradigmas. El desarrollo de los ordenadores personales en las décadas de 1980 y 1990 marca un período de transición debido a que el estudio científico y una mayor sofisticación de la técnica se convirtieron en protagonistas. En ese periodo, se dio paso a un nuevo paradigma científico que se puede etiquetar como *digital*. Síntomas de este cambio se pueden observar cuando los aspectos comerciales y culturales comienzan a relacionarse sin dificultad con estas nuevas tecnologías y a provocar su incorporación en tareas comunes, que apuntan a la eficiencia y a la calidad de vida, con repercusión en la vida cotidiana.

En efecto y como explica Agazzi (1998), la ciencia, como acción humana y social, posee consecuencias prácticas que terminan por repercutir en la sociedad. Un recorrido por diferentes desarrollos tecnológicos a lo largo de los años corrobora lo dicho y refleja el crecimiento de la tecnología y de su historia. El inicio de la era digital en los años 1990, cuando esta nueva tecnología comienza a influir en la vida cotidiana, provoca cambios en distintos dominios del conocimiento y en los modos de hacer del ser humano y afecta especialmente a las herramientas laborales y académicas.

En una perspectiva histórica, es conveniente fijarse cómo el ser humano usa y acomoda sus contextos para su progreso social a través de las tecnologías. Estos contextos se entienden como sistemas complejos que forman y establecen sus propios procesos y conexiones; empiezan rápidamente a fusionarse y a funcionar con estas nuevas tecnologías. La transición que representa el inicio de la era digital empezó a partir de las repercusiones de investigaciones y desarrollos científicos tempranos en el siglo XX. Si se toma al internet como punto de referencia, se puede observar su paso del mundo militar, desde aproximadamente 1988, hasta convertirse en uno de los principales medios de comunicación comercial hoy (Kovacich, 2016).

La información y la comunicación son los personajes principales en la era digital que, impulsadas por la ciencia y la tecnología, se ligan al desarrollo del conocimiento y la economía y comienzan a expandirse de la mano de fenómenos como la globalización. Aquella época se ve particularmente estimulada por el crecimiento de la globalización y de la nueva industria de los servicios y su desarrollo se mantiene vinculado y afectado por las características que empiezan a formar del nuevo paradigma en la sociedad, como la complejización del pensamiento, los nuevos cambios sociales y políticos, las computadoras personales y la sofisticación de las tecnologías. El motor y desafío que representa la información para el ser humano ha derivado a la constante búsqueda de forma más sofisticadas de comunicación a través de la inversión en las tecnologías de la comunicación, en las que el intercambio y producción de conocimiento se han visto beneficiados hasta ser el producto más constructivo de las nuevas tecnologías.

7.3. Puntos de inflexión en la evolución de la TAC: el nacimiento del internet

La idea del internet nació en los años 1950, en las investigaciones desarrolladas por una agencia dirigida por el departamento de Defensa de Estados Unidos llamada *Advanced Research Projects Agency* (ARPA), con la intención de desarrollar una red de comunicaciones relacionadas con investigaciones y fines militares. Como la Guerra Fría había comenzado y Rusia representaba su rival tanto político como científico, se desencadenó una serie de desafíos militares y tecnológicos entre los dos bloques. Estados Unidos inauguró el proyecto ARPA

tras el lanzamiento del satélite ruso Sputnik al espacio, y así comenzó una investigación en ciencias de la computación formada por académicos de laboratorios de investigación y varias universidades como MIT, UCLA, UCSB, entre otras, para construir una red de comunicación estratégica al servicio del Gobierno.

Las investigaciones más relacionadas con el internet se desarrollaron a lo largo de las décadas de 1960 y 1970. Estos años fueron la etapa de formación del internet, cuando los ordenadores aún eran un objeto extraño en la sociedad. En 1962 estos estudios comenzaron a ser expuestos y se publicó el primer artículo científico con el concepto de internet, titulado: "On-Line Man Computer Communication" (Cohen-Almagor, 2011). Este incipiente uso del internet arrancó en las manos de la ciencia.

El padre de las redes de comunicaciones digitales, quien ayudó a construir el ARPA, fue Leonard Kleinrock. En sus palabras, la razón por la que el proyecto en el que trabajaban quería desplegar esta red fue para que sus investigadores compartieran entre sí los recursos especializados que desarrollaban (hardware, software, servicios y aplicaciones), y no para que sirviera a objetivos de protección militar (Kovacich, 2016). En octubre de 1972, Bob Kahn, responsable del diseño arquitectónico de ARPANET, organizó la primera demostración pública de la nueva red tecnológica en el International Computer Communication Conference. Ese mismo año se introdujo la primera aplicación de correo electrónico, resultado de la necesidad de los desarrolladores de ARPA por encontrar un mecanismo de coordinación más eficaz (Leiner et al., 1999).

El paso del uso científico del internet, que deriva a un uso más volcado a la sociedad, se dio gracias a varios factores, como el desarrollo de ordenadores cada vez menos complejos y más personales, y otros de carácter político como el fin de búsqueda de progreso que motivó el uso de esta nueva herramienta prometedora, pero desconocida. Meggs & Purvis (2009) describieron cómo progresivamente Estados Unidos afrontó la aparición y uso de los nuevos ordenadores y la red en la sociedad:

Los lugares de todo Estados Unidos donde había superordenadores se conectaron mediante la Fundación Nacional de la Ciencia (National Science Foundation NSF) en la NSFNET en 1986, que en dos años sustituyó totalmente a la ARPAnet. En 1991 el Congreso de Estados Unidos aprobó

una ley que amplió el acceso a las escuelas públicas, los institutos y las organizaciones comerciales, lo cual generó una expansión impresionante de lo que actualmente se conoce como Internet. (p. 504)

Cuando se amplía el uso de la red a ámbitos más allá de los científicos, esta empezó a mostrar un gran potencial en el plano comercial y cultural. Su naturaleza expansiva se desplegó y pronto se convirtió en ese “instrumento ubicuo para el comercio, la investigación y la expresión para usuarios y sociedades de todo el mundo” (Meggs & Purvis, 2009). El hecho refleja la necesidad del ser humano por observar y conocer los fenómenos a los que se ve expuesto, y que lo conducen a buscar o crear herramientas. Pero la necesidad de uso llevó a algo más: la creatividad amplió sus propósitos.

Desde una aproximación técnica, como lo resume Cohen-Almagor (2011), ARPANET fue un proyecto de investigación que exploró la forma más favorable de construir una red que pudiera funcionar como un medio de comunicación confiable. Su principal obstáculo fue desarrollar un conjunto acordado de señales entre diferentes computadoras que abrieran canales de comunicación para que los datos pasaran de un punto a otro. Estas señales, que denominaron *protocolos* y que son la clave de la historia del internet, funcionan como herramientas gramaticales esencialmente comunes en un lenguaje tecnológico, y son las que comunican a dos personas que usan dos computadoras en cualquier lugar del mundo, podían crear, enviar, buscar o recibir texto, imágenes o archivos de audio y video.

Período 2000-2005

1. Durante este período, la web se estableció como una plataforma sólida para la entrega de contenidos educativos. Gracias a la aparición de LMS (Learning Management Systems) o plataformas de gestión del aprendizaje como Moodle y Blackboard, las instituciones educativas pudieron administrar y distribuir recursos digitales de manera más efectiva (Dai et al., 2022), lo que representó un punto de inflexión en la forma en que se entregaban los RDD y marcó el comienzo de la transición hacia entornos virtuales de aprendizaje.

2. A medida que se reconoció que se debe garantizar la accesibilidad de los RDD para todos los estudiantes, surgieron regulaciones y estándares específicos, como la Ley de Estadounidenses con Discapacidades (ADA) y la

Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) del W3C (W3C, 2008). Estos enfoques hacia la inclusión supusieron otro punto de inflexión al no ignorar las necesidades de los estudiantes con discapacidades en el diseño de interfaces y contenidos educativos digitales.

Periodo 2005-2010

1. Durante este período, la proliferación de las redes sociales, como Facebook y Twitter, impactó en la forma en que los estudiantes interactuaban y colaboran en línea (Anderson & Dron, 2011). *Los RDD comenzaron a integrar características de aprendizaje social y colaborativo*, lo que cambió la dinámica y la concepción de la educación y el aprendizaje en línea.

2. La popularización de los dispositivos móviles, como smartphones y tabletas, impulsó el desarrollo de aplicaciones educativas y la adaptación de los RDD para dispositivos móviles (Traxler, 2009). Con este cambio, los estudiantes pudieron acceder al contenido educativo en cualquier momento y lugar, lo que marcó nuevos rumbos dirigidos hacia *la flexibilidad y la accesibilidad de la educación* en línea.

Periodo 2010-2015

1. En este período, la analítica de aprendizaje se convirtió en un campo fértil para la educación en línea (Deterding et al., 2011; Siemens & Long, 2011). Las instituciones y los educadores comenzaron a utilizar datos y análisis para conocer el progreso y el rendimiento de los estudiantes. Esta tendencia marcó un punto de quiebre en la forma en que se personalizaba la experiencia de aprendizaje a través de los RDD.

2. La incorporación de elementos de juego y gamificación en los RDD se volvió más común (Deterding et al., 2011). Esto cambió la dinámica de la motivación y el compromiso de los estudiantes y supuso un punto de inflexión en la forma en que se diseñaban los RDD para que el aprendizaje fuera más interactivo y atractivo.

Periodo 2015-2020

1. La IA y el aprendizaje automático (AA) pasaron a ser componentes principales del diseño de RDD (Siemens, 2013). La IA se utilizó para personalizar aún más la experiencia de aprendizaje, ofrecía recomendaciones de contenido y evaluaba el progreso del estudiante de manera más precisa. A partir de este momento, hubo una inflexión en la adaptabilidad de los RDD.

2. La pandemia de COVID-19 aceleró drásticamente la adopción de la educación en línea (Hodges et al., 2020). Las instituciones educativas se vieron obligadas a migrar rápidamente a entornos virtuales, lo que implicó la aceptación y la expansión de la educación en línea y el uso de RDD como herramientas educativas cotidianas.

Estos puntos de inflexión en la evolución de la tecnología aplicada a los RDD reflejan cómo la educación ha ido adaptándose y transformándose a lo largo de las dos últimas décadas. Cada período ha estado signado por avances tecnológicos, cambios en la forma en que se conciben los entornos educativos y un enfoque continuo orientado a la inclusión y la personalización del aprendizaje. Estos desarrollos han influido en gran medida en la forma en que se diseñan, desarrollan y utilizan los RDD en la educación actual.

(Fase 02)

Identificación de los períodos de análisis

El desarrollo de las computadoras personales es un acontecimiento relevante en el que se puede observar los acercamientos entre la sociedad y la tecnología digital, como también el paso hacia el fortalecimiento de la era digital. Se puede decir que tanto el internet como las computadoras personales se desarrollan progresivamente en la sociedad a través de la experimentación, de una manera en la que ambas terminan sumergiéndose en ella debido a que se afectan entre sí. De esta forma, comenzaron a expandirse más allá de las tareas que resuelven o el estilo de vida porque con el tiempo se demostró que no solo el ser humano afecta a su medio a través de ellas, también el comportamiento humano cambia cuando interactúa con ellas: el mundo digital comienza a modificar el mundo físico a través de las conductas afectadas por la tecnología.

El paso a las computadoras personales hunde sus raíces en los desarrollos tecnológicos de principios del siglo XX. Entre investigaciones y desarrollos de otros productos, aparece paulatinamente hasta que se empieza a atender el desafío tecnológico de explotar la capacidad de integración de numerosos componentes en un solo circuito informático, los semiconductores. Como avances previos estaba la tecnología de los transistores que, desde su creación en los años 1950, se desarrolló para obtener los procesadores de las computadoras personales. Se puede observar una línea de tiempo construida por la revista *Byte*, pionera en publicaciones sobre informática: Intel logra avanzar significativamente al conseguir incorporar en un solo circuito electrónico más componentes de lo habitual y crea el primer microprocesador (Williams & Welch, 1985).

Llegados a este punto, se abre el camino al desarrollo de la industria de este tipo de tecnología. En 1974 se construyó el microprocesador de 16 bits, y se iniciaron realmente los primeros encuentros con algún tipo de público. En los años tardíos de 1970, las computadoras personales comenzaron su camino de experimentación, desarrollo y comercialización. Wilkes (1988) explica que los microprocesadores no fueron un producto de la industria de las computadoras personales sino de la industria de semiconductores. Su historia derivada al mundo de las computadoras personales surgió con el primer microprocesador, el 4004 de Intel, que estaba compuesto por unos 2300 transistores, un dispositivo de cuatro bits que se había apropiado de la codificada en binario para la operación decimal; se puso a disposición del público general en 1971.

Las computadoras personales salieron del contexto científico o militar hasta formar parte de la vida de la sociedad en la década de 1970, al ser usadas por personas próximas a estos contextos, aficionadas o con conocimientos sobre informática. Tanto los medios de información existentes como los usos diversos de estos nuevos avances informáticos, cada vez más prácticos, fueron determinantes, pues dieron apertura a la aún pequeña, pero creciente popularización con la que empezaron estas computadoras. Es decir, las primeras relaciones que surgían entre una nueva tecnología y la sociedad ocurrieron experimentando o lanzando otro tipo de dispositivos relacionados con estas nuevas tecnologías.

De esta manera, productos que se popularizaron antes, contribuyeron a la divulgación de estas tecnologías, como las calculadoras o las primeras consolas

de videojuegos, pero también contribuyeron las publicaciones o revistas sobre temas tecnológicos que mantenían informados a los nuevos consumidores y fanáticos, que además seguían la pista al tema desde las tecnologías de los transistores. Entre las más nombradas se encuentran la revista *Radio-Electronic*, *Creative Computing*, *Popular Electronics* y *BYTE*. Esto, a su vez, dio lugar a la formación de clubes de aficionados a la tecnología y de personas que no sabían cómo armar las computadoras que habían adquirido. Entre ellos se reconocen el Amateur Computer Group, The Apple I Owners club, y uno de los más influyentes, el Homebrew Computer Club, al que pertenecían personajes como Steve Wozniak y otras figuras que aportaron al desarrollo de las tecnologías digitales computacionales.

Cuando los microprocesadores nacieron, la idea general que se tenía de un ordenador era diferente. Luego cada avance condujo a que estos cambiaran hasta llegar a la idea de computadora personal como el producto terminado que conocemos hoy en día. Al hablar de computadoras personales en la década de 1970 se habla puntualmente de las placas del circuito de los microprocesadores, pues los productos periféricos aún no se producían o comercializaban. Sin embargo, sí se hablaba de placas abiertas para su modificación o de kits en los que venían incorporados ciertos elementos periféricos, y que condujeron a los aspectos formales posteriores. Esto provocó que todo consumidor tuviera que construir el hardware de sus ordenadores por ellos mismos, es decir, necesitaban tener conocimientos al respecto. Así se empiezan a crear lazos con la tecnología debido a la inversión, tiempo y aprendizaje que exigía hacer que una computadora funcione, pues el uso que le daban llegaba hasta ese paso de montaje.

Cuando los avances tecnológicos salían al mercado se anunciaban en las revistas sobre tecnología, y así cada persona o club se informaban sobre productos novedosos y se lanzaban a experimentar con ellos. La revista *Byte*, por ejemplo, contenía artículos tutoriales de tipo “hágalo usted mismo”, para armar o mejorar los ordenadores. En 1978 la emoción de tener una computadora recaía en armarla y hacerla funcionar y una vez que funcionaba se llegaba a un obstáculo al preguntarse qué más se puede hacer, ya que no podían hacer mucho más con ellas (Williams & Welch, 1985). En un momento en el que el concepto de software y su comercialización era casi inexistente, los interesados o posibles

consumidores debían esforzarse e investigar más antes de tener un ordenador, pero también durante su uso. Esta situación llevó a lo que se denominó el movimiento de las computadoras personales:

Las personas que iniciaron el movimiento de las computadoras personales en los Estados Unidos no fueron científicos en computación ni ingenieros de software. Eran personas sin ninguna reputación previa. Alguien se enteró de la Intel 4004 y comenzaron los retoques. Las empresas se iniciaron no por razones comerciales, sino porque amigos o amigos de amigos querían copias de las computadoras de la mesa de la cocina. Pocas de estas empresas sobrevivieron. Creo que es correcto llamarlo un movimiento, como la liberación de las mujeres o la oposición a la energía nuclear. Para los involucrados fue un momento de emoción, anticipación y satisfacción. (Wilkes, 1988, p. 5)

Por esto, de acuerdo con Garetz (1985), las raíces de la computación personal se remontan atrás, a enero de 1975 con la publicación del artículo de portada de Popular Electronics sobre el Altair 8800, que funcionaba con el procesador 8080 de Intel. Muchos progresos derivaron del éxito de las computadoras personales al microprocesador 8080 y a Apple. Este microprocesador abrió el camino a que los usuarios usaran el lenguaje de programación y comenzaran a experimentar. Y gracias a que Apple les dio apertura, empezaron a apostar por popularizarlo y expandirlo de forma masiva al resto de la sociedad.

Existen muchos otros aspectos que contribuyeron al desarrollo de las computadoras personales. Estas iban construyendo un valor personal de manera cada vez más intrínseco mientras su interacción con las personas aumentaba, y a su vez acrecentaba también su oferta-demanda, es decir, la generación de una dinámica en la que al mismo tiempo que se consumían también se desarrollaban. Por ejemplo, la interfaz y el hardware de la Apple I tenía que ser montado y su código transcrito por los propios consumidores para que así pudiera empezar a usarse, por lo que los vendedores de las tiendas de ordenadores debían aprender a programar las interfaces para poder venderlas. Como lo reafirma Loop, integrante del Apple I Owners Club: esos miembros del club se expandieron por la industria de las microcomputadoras a medida que crecía (Owad, 2005).

Como se ha visto, tanto el crecimiento, como la comercialización y el acceso de las computadoras personales están inevitablemente vinculados con los clubes. Como cada usuario debía ensamblar y programar sus propios ordenadores se generaron grupos que se reunían constantemente para intercambiar ideas y con la iniciativa de promover el crecimiento de las computadoras personales. Con esta motivación se fueron desarrollando objetivos y visiones propias y también situaciones nuevas. Harry McCracken, vinculado con los clubes de la época, explica el carácter histórico que estos tuvieron y cómo los miembros del Homebrew Computer Club inventaron la piratería de software al compartir copias no autorizadas en cinta de papel del Altair BASIC, el primer programa de lenguaje informático para computadoras personales. Bill Gates cocreador de este traductor y socio general en ese entonces de la *startup* llamada Micro-Soft, sacó un anuncio en el boletín del club, Homebrew, para quejarse del robo (McCracken, 2013).

McCracken (2013) también documentó una reunión conmemorativa del Homebrew Computer Club y explicó todo aquel amplio abanico de aportaciones que surgieron de los clubes informáticos y cómo siguieron repercutiendo en el desarrollo de la tecnología hasta la actualidad. El miembro más emblemático del Homebrew puede ser el cofundador de Apple, Steve Wozniak; en sus primeros días, la empresa que él y Steve Jobs iniciaron era prácticamente una escisión del club. Woz asistió a la reunión y habló efusivamente sobre cómo la misión de Homebrew de hacer que las computadoras fueran parte de la vida cotidiana inspiró la primera computadora de Apple (McCracken, 2013).

Desde 1975, el Homebrew Computer Club trataba ya de diseñar y fabricar ordenadores más accesibles. Luego otros clubes como el Apple I Owners Club creado en 1977, aumentaron su divulgación y consumo, en este último caso tras la comercialización del que fue el primer ordenador personal de esta marca (Owad, 2005). A medida que la comunidad crecía, el mercado de las computadoras personales también, y de poseer un nicho muy específico los ordenadores personales se expandieron poco a poco a otros sectores científicos y otros inversionistas. En una entrevista a socios del club de la Apple I, se confirmaba el crecimiento posterior que logró el nuevo modelo, la Apple II, al extender ese nicho a nuevos sectores, impulsado por la creciente demanda de una computadora plug

'n play entre estudiantes de secundaria con mentalidad científica, de maestros y muchos tipos de negocios con visión de futuro (Owad, 2005).

En este escenario, los años 1980 se convirtieron en una década de maduración. Se invirtió en investigaciones sobre ciencias computacionales, con conferencias y estudios especializados, que fueron financiadas por instituciones, primero en Japón y EE. UU., y luego en Europa, con el objetivo de sustentar aquellos fuertes avances tecnológicos que ocurrían (Ausiello & Iwama, 2019). La rapidez con la que las nuevas tecnologías se esparcían demuestra una motivada relación desde su inicio con el contexto económico, como el interés de las empresas privadas y gubernamentales, lo que visibiliza otro de los factores determinantes en el crecimiento histórico de la tecnología. De acuerdo con los datos de Ausiello & Iwama (2019), en esta década germinó la informática teórica hasta convertirse en una ciencia madura con su propio lenguaje: diseño de máquinas, sistemas operativos, lenguajes de programación, sistemas de gestión de bases de datos y aplicaciones, todos apoyados por modelos y métodos formales.

En este ambiente se creó el caldo de cultivo de la era digital que se potenciaría décadas después. Con la maduración de la informática como un campo científico, el inicio del internet, de los sistemas y aplicaciones basados en la web a principios de los noventa, cambió drásticamente el panorama de la informática, y con ello se abrió la puerta a una nueva fase con profundos cambios en la agenda de investigación para la teoría de la computación (2019). Así las nuevas tecnologías entraron a formar parte de distintos ámbitos, en la cotidianidad, en las empresas de las décadas de 1990 y 2000, que empiezan a dirigir su inversión hacia otro tipo de industria para transformar la forma en que gestionan, producen y comercializan, no solo para adaptarse a las nuevas exigencias del mercado, sino porque empiezan a representar maneras más convenientes de hacer. Por eso último, los estudios sobre tecnología y ciencia en los años 1990 se concentran en las interfaces y el usuario, nociones hoy esenciales en el campo del diseño.

El contexto académico con las enciclopedias y los juguetes didácticos son un ejemplo del inicio de la apuesta por la digitalización y la adaptación de las nuevas interfaces digitales a unas más simples y accesibles, y así empieza un camino de constante inversión en tecnología hacia la fabricación de estos nuevos recursos. Por otro lado, los métodos tradicionales de hacer pasan a ser vistos como

formas anticuadas, mirada que contribuyó a la inversión por lo digital. Como ejemplo la impresión a gran escala de productos editoriales de gran tamaño requería un proceso de producción más largo y contaminante, al tiempo que era menos atractivo y menos cómodo. En contraste, las comunicaciones digitales, que se acababan cuando salen de la imprenta, o los programas de multimedia interactivos, podían producirse sin límites e incluso se les podía añadir contenido o modificarlos constantemente (Meggs & Purvis, 2009).

Puntos de inflexión en la evolución de la TAC (2000-2005)

La primera década del siglo XXI fue una era de innovación y avance tecnológico sin precedentes, caracterizada por la rápida evolución de las tecnologías digitales y el gran impacto que llegaron a tener en la sociedad y la educación. Este período, 2000-2005, fue testigo de cómo la tecnología redefinió el acceso al conocimiento y la información. Empresas como Vtech son ejemplos destacados de la expansión de las nuevas tecnologías y ofrecen una perspectiva única de la amplitud histórica de este desarrollo. Durante la década de 1980, Vtech incursionó en el campo de los productos de aprendizaje electrónico. Un hito en su historia fue la presentación en 1986 de su primer ordenador infantil, el Talking-Whiz Kid (VTech, 2023). Paralelamente producía tecnología doméstica y de otros tipos, pero fueron sus productos didácticos lo que innovaron la sociedad de las décadas de 1980 y 1990. Esta iniciativa respondía a los cambios que sucedían en el mundo con la era digital, cuando crecía el consumo de ordenadores personales. Vtech yendo de la mano, usa la nueva tecnología para satisfacer diferentes necesidades y amplía su oferta para cubrir a niños, un consumidor de tecnología hasta entonces ignorado.

Al ser una de las primeras empresas tecnológicas en apostar por recursos didácticos digitales, su expansión refleja el acceso a la tecnología en la época. VTech se expande desde los años 1990, sus interfaces ofrecían contenido simple e interactivo de varias asignaturas escolares a través de una pantalla LCD de puntos con íconos predeterminados, un teclado y un *mouse*, emulando a los productos de Windows y Apple. Las interfaces de estos juguetes didácticos ofrecen una dinámica similar al modelo de 1997 ordenador Genio 9000..., el más vendido a nivel mundial. Desde esta década, se esparció internacionalmente y se popularizó

en países como Estados Unidos, Francia, Alemania y España. Su uso se intensificó en la primera década del 2000 con su sistema de aprendizaje Vsmile, que produjo laptops infantiles, demandadas en ámbitos domésticos y escolares.

El cambio que provocó el desarrollo de la tecnología en los años 1990 se encuentra relacionado con el diseño del software para la interacción entre ordenadores y usuarios, sino que también repercutió en otro tipo de interacciones que afectaría a más dinámicas sociales. Un estudio en los años 1990 explica este proceso con el caso de las enciclopedias: los avances tecnológicos consiguieron que estas sean fuentes de referencia más prominentes. Con la llegada de la era de las computadoras, las enciclopedias pasaron a ser poderosos recursos de información. Un alumno de escuela, por ejemplo, no tendría que pasar por la tortuosa experiencia de visitar la biblioteca y buscar entre numerosos volúmenes y sesiones de fotocopias: toda la información que necesitaba, incluida imágenes, estaba disponible en la computadora de casa (Louw, 2012).

Las enciclopedias pasaron a ser digitales, una forma de optimizar el recurso y se convirtieron en uno de los primeros softwares en tener la intención y capacidad de usabilidad más cómoda y atractiva, de ese modo se llevó la tecnología a aplicaciones más cotidianas. Este desarrollo incentivó el cambio hacia lo digital en tal magnitud que se compraron más enciclopedias en CD-ROM desde su llegada que los volúmenes impresos que se vendieron en los 200 años anteriores (Alevizou, 2002). Este caso concreto, de acuerdo con Louw (2012), se ejemplifican los beneficios pragmáticos de este material, lo que motivó su producción.

El ejemplo también muestra que es posible contribuir al desarrollo de la tecnología a través de sus formas de acceso o almacenamiento como el formato multimedia. La expansión del uso de las nuevas tecnologías a ámbitos más cotidianos mostró la necesidad de desarrollar ordenadores y softwares menos complejos, lo que abrió un camino de innovación para su mejora. Dado que el acceso *online* aún no se encontraba mayormente expandido, el CD-ROM fue la herramienta más conveniente y usada por las obvias ventajas del disco: no había que preocuparse por su disponibilidad o su costo, su navegación era fácil y poseían mayor contenido multimedia (Alevizou, 2002).

La tecnología multimedia a fines de la década de 1980, lo explica Alevizou (2002), inclinó la tecnología al interés público, detonó el paso a aquel uso amigable

y popular y dotó a la información y textos de los beneficios que ofrecen el sonido y video, recursos hasta entonces inexistentes. A ello se sumó el incremento del uso de imágenes y texto a través de softwares y el transporte en medios de almacenamientos económicos, primero con el CD-ROM y con el tiempo, en páginas web. La búsqueda de dinámicas más convenientes y amigables para la interacción con la tecnología aumentó el interés en lo multimedia desde la investigación y dio paso a profundos estudios sobre interfaces. De esta manera, se puede entender la actuación del sector comercial, que invirtió y compitió en el mercado de las computadoras. *Encarta* fue una de las primeras enciclopedias digitales más exitosas, entre su competencia se encontraban *Compton 's Interactive Encyclopedia* de Estados Unidos y *The new Grolier Multimedia Encyclopedia*, de Gran Bretaña. Estos nuevos formatos continuaban trabajando con recursos de trayectoria reconocida y avanzada en cuanto a recopilación de información y ampliaron su uso académico a la sociedad común.

Microsoft lanzó Encarta en 1993, un producto multimedia en CD-ROM que se basaba en la enciclopedia impresa *Funk y Wagnall* (Alevizou, 2002). Los primeros años usaron una interfaz sencilla, pero interactiva que actualizaban cada cierto periodo de tiempo. Las nuevas versiones de su contenido se ofrecían a través de cada lanzamiento y esto pasaba gracias a los derechos que pagaba a enciclopedias tradicionales para que su información se pudiera agregar y actualizar. El contenido científico que ofrecía el equipo de Encarta estaba respaldado, montado y desarrollado por grupos multidisciplinares de profesionales, como antropólogos, historiadores, músicos, diseñadores gráficos, programadores, entre muchos otros. Esta forma de trabajo evidenciaba que detrás de los desarrollos tecnológicos existía un proceso complejo tanto científico como social.

A mitad de la década de 1990 se puede notar el crecimiento en el desarrollo de interfaces en los esfuerzos en la industria tecnológica por conseguir distintos tipos de consumidores. Encarta empezó a profundizar en recursos multimedia y los amplió para incorporar imágenes, video y audio e hipertexto (Martínez & Gómez, 2003). Estas características multimedia no solo convierten a su contenido en mucho más atractivo, también conectaron eficazmente el formato CD-ROM y el *online*. Adicionalmente, puede observarse que desarrollaron los formatos de almacenamiento: su distribución inicia en formato CD-ROM con éxito, y en 1997 es

la primera en distribuirse en formato DVD (Martínez & Gómez, 2003), posteriormente pasó al formato *online* y en los inicios de la primera década del 2000 se agregó en la web. Su éxito se corrobora en este dato: en el 2000 fue el sitio web de consulta *online* más visitado en EE. UU., solo luego de *britannica.com* (Alevizou, 2002).

Encarta, en resumen, ganó popularidad por su interfaz más amigable y asequible que la de su competencia, y por su cómodo acoplamiento, gracias a que funcionaba en el sistema operativo de su misma empresa. Phillip Adriaan Louw en 1999, al comparar tres enciclopedias digitales (*Encarta*, *Compton's New Century Reference II* y *Grolier Multimedia Encyclopedia*) demuestra el amplio acceso al conocimiento que se conseguía gracias a la tecnología de la época. Concluye que "el texto de Encarta 99 es el más versátil de los tres, lo que lo hace accesible a los grupos destinatarios desde el final de la escuela primaria hasta el nivel superior" (p. 286).

En el 2004, Microsoft lanzó *Mi primera Encarta*, un software para un usuario más específico, a diferencia de Encarta que llegaba a un público más amplio. Dado que Microsoft basó su éxito en su distribución en un formato físico (Iglesias Fraga, 2019), no podía seguir respondiendo a las necesidades del futuro mercado digital: acceso gratuito y veloz capacidad de actualización de información que ofrecía internet. La lenta y estática capacidad de estas enciclopedias para actualizarse y almacenarse provocaron un decrecimiento en su demanda que en 2009 Encarta decidió cerrar y parar su venta (Iglesias Fraga, 2019).

Como se puede observar a través de los softwares nombrados, en el transcurso de los años 1990, la era digital ya participa en varios niveles de la vida cotidiana. Sin embargo, como el internet no era tan asequible y su uso era aún limitado, el formato disco se distinguió como el más usado de la época. Como el internet se hacía cada vez más sofisticado, asequible y popular, el servicio de las enciclopedias CD-ROM comenzó a volverse obsoleto. Con el ejemplo de Encarta, se observa una muestra del paso a la era digital, caracterizada por un limitado contexto multimedia y el almacenamiento a través de discos, hacia avances tecnológicos que empiezan a sofisticarse cada vez más.

Otro referente capaz de demostrar el crecimiento de los nuevos avances de la tecnología en la década de 1990 es DK multimedia, una extensión de la

editorial ya existente DK o Dorling Kindersley, que se dedicó al desarrollo de contenido multimedia didáctico en formato CD-ROM adaptando muchos de sus proyectos editoriales a este nuevo formato. En 1995, el Grupo Zeta (Macaulay, 1995) creó una división dedicada al software educativo llamada Zeta Multimedia que trajo y adaptó su contenido al idioma español y expandió el acceso a los avances digitales al público hispanohablante y fomentó la iniciativa en la producción local. Como afirman Meggs & Purvis (2009), gracias a la multimedia, empresas pequeñas e individuos de calle llegaron a comunicarse eficazmente con el público y con los productos o servicios que les ofertaba el mercado. Las empresas de producción o comercialización multimedia duplicaron su actividad en un año y en 1998 llegaron a conformar una actividad empresarial de gran calado (Universidad de Barcelona, UBA, 2000).

En los años 1990, la demanda de lo multimedia empezó a crecer, pero su nivel de sofisticación era aún pobre debido a los límites tecnológicos de la época, sobre todo en cuanto a la tecnología de las interfaces de los softwares. Estas venían siendo creadas por informáticos y programadores y no por especialistas, como los diseñadores gráficos. La iniciativa detrás de los softwares desarrollados por DK Multimedia y su apuesta por nuevas herramientas tecnológicas le condujeron a ser uno de los pioneros en desarrollar un software mucho más sofisticado que su competencia y a adquirir una gran resonancia. Al haber notado, valorado y aprovechado el papel del diseño gráfico consiguieron un producto multimedia completo y exitoso, su gran mérito en la historia de lo multimedia.

La popularización de los softwares educativos siguió un proceso complejo, ya que no coincide con sus lanzamientos o años de creación originales. Esto se debe a diversos factores sobre todo geográficos y de comunicación, como la distribución poco definida de estos años. La adaptación que hizo Zeta Multimedia, sumada a las limitaciones del contexto, la reciente implantación de la globalización y la era digital, más los problemas de distribución, demuestran que las empresas multimedia de finales de los años 1990 tuvieron dificultades para llegar a ese público potencial de manera eficaz.

El software *Cómo funcionan las cosas* es un ejemplo de ello. Fue lanzado por Dorling Kindersley en 1994, comercializado por Zeta Multimedia en 1995 y como esta última demostró su mayor actividad en 1998, se puede afirmar que su

difusión en el mercado y en la vida cotidiana llegó tarde en relación con su creación. Los años 1990 se pueden describir como ese inicio digital en el que todo comenzaba a conectarse de la manera en la que lo conocemos ahora, pero, a medida en que esas conexiones se daban, también se construían. El problema de la espaciada distribución y comunicación en realidad fue parte de esa limitación del contexto temporal/tecnológico y del comienzo de la era digital. William Gibson, artista internacional de los años 1990, lo expresaba así: "Creo que el futuro ya ha llegado, el problema es que no está equitativamente distribuido, algunos vivimos en el 2000-2020 y otros de nosotros en el quinto" (Pinillo, 2014).

Otra tecnología de la época fue el sistema operativo de software libre Linux, compatible con UNIX, del proyecto GNU, creado en 1991. Dicho proyecto fue patentado por Richard Stallman en 1983 bajo el nombre de Movimiento de Software Libre. Forma parte de una fundación que defiende, como su nombre indica, los aspectos sociales de los softwares y la concienciación sobre el acceso abierto y gratuito de la tecnología. Ha influido de diversas formas al cambiar la perspectiva sobre la privatización del software. Se basa en lo que Eric Raymon (1999) formula como ley de Linus, en su popular frase: *dado un número suficiente de ojos, todos los errores se vuelven obvios*, la base conceptual para todos sus desarrollos.

En 1984 era imposible utilizar un ordenador moderno sin instalar un sistema operativo privativo... No se permitía a nadie compartir software libremente con otros usuarios de ordenador, y prácticamente nadie podía modificar el software para adaptarlo a sus necesidades... El Proyecto GNU se fundó para cambiar todo eso. Su primer objetivo fue desarrollar un sistema operativo portable compatible con Unix y 100 % software libre (Proyecto GNU, 2023, párr. 2).

Gcompris es un ejemplo de software libre y también un software educativo creado en el 2000 por Bruno Coudoin. Su autor lo ideó en vista de que Linux no ofrecía un software de este tipo. En este CD-ROM existían comprimidos más de cien actividades y juegos educativos que enseñaban ciencia, matemática, gramática, geografía, entre otras áreas. Bajo los valores de software libre, Gcompris fue creado como una aplicación educativa de Linux para un uso inclusivo y global, por lo que se dobló a más de 50 idiomas y se distribuyó a la mayoría de países posibles, incluyendo aquellos en vías de desarrollo. Su ejemplo muestra tanto la

expansión en el acceso de la tecnología que se estaba adquiriendo como la lucha por conseguir este acceso.

Con Linux se puede tener una idea más clara del porvenir de la era digital. A finales del siglo XX aparecían diseños más evolucionados, no solo con respecto a tecnicidades, sino también a conceptos o teorías más completas sobre la vida y lo digital, como la inclusión. Todo esto en conjunto da cuenta de un momento de transformaciones, crisis y oportunidades emergidas en esta nueva y hasta entonces desconocida era, en la que interfaces como las de estos softwares educativos resultaron fundamentales, sobre todo aquellos que marcaron tendencias y progresos. Una muestra del cambio que sucedía se expresa en este texto:

Un caso paradigmático del salto cualitativo que se produce en los productos multimedia con una especial preocupación por el trabajo gráfico de las pantallas sería el de las obras de referencia de Dorling Kindersley. No es extraño que fuera este packager inglés quien liderara las ventas internacionales a otros editores de productos multimedia en los años 93 y 94. (Matas, 2001, p. 74)

Todo esto desencadenó un momento de desarrollo de empresas y softwares que trataron de aprovechar las propiedades de lo *online* para generar proyectos novedosos que se fueron planificando y ejecutando a lo largo de la década de 1990 hasta despuntar en los años 2000. Tanto es así que, a medida que el internet aumentó su expansión, se disolvieron limitantes y estos sitios web se llenaron de usuarios. Brin & Page (2012) señalaron que la cantidad de información en la web crecía tan rápidamente como el número de nuevos usuarios, muchos de ellos sin experiencia en mecanismos de búsqueda. Meggs & Purvis (2009) también dieron cuenta del tráfico y acceso al internet: en 1997, según sus cifras, se conectaban electrónicamente más de treinta millones de usuarios en más de un centenar de países; y a principios de 2005, había más de ochocientos millones de usuarios de internet en el mundo.

Puntos de inflexión en la evolución de la TAC, periodo 2005-2010

Las décadas del 2000-2020 se pueden tomar como el comienzo de un proceso de digitalización del conocimiento en la web gracias a las iniciativas de desarrollos como Google, Wikipedia o YouTube, entre otras plataformas. Todas ellas

abrieron un camino de expansión social y geográfica del internet, y se empezó a notar el proceso de reemplazo del CD-ROM y lo *offline* por lo *online*, la lucha sobre el acceso al conocimiento y la incorporación de nuevas formas de interacción para dar eficiencia a los procesos. No obstante, el proceso conllevó también la aparición de nuevas dinámicas y problemas sociales ocasionados por las nuevas interacciones en la web. La tecnología ligada al contexto cultural o educativo provocó que estas nuevas maneras de aprender y enseñar encontrasen nuevos retos y oportunidades y poco a poco se convirtieron en un nuevo medio al que acudir cuando se buscaba información.

Google, nacido como un proyecto de investigación en 1996, refleja el proceso histórico de la tecnología a través de su evolución. Su función básica es la de ser un motor de búsqueda, es decir, un soporte que organiza la información existente en la red y que la hace accesible para todos. El software fue ideado por Larry Brin y Page en 1995. Ese mismo año, la página web fue lanzada oficialmente y poco después también su imagen. Su algoritmo fue explicitado en un artículo publicado en 1998.

El estudio y la preocupación de los dos fundadores con respecto al funcionamiento del internet de esos años provocaron que Google creara una forma novedosa y eficiente de buscar en la web. Gibson explicó en una entrevista en 1996 que se demandaba gente que trabajase navegando y buscando información en la web para otros porque, según él, existía una necesidad real al respecto. La realidad en aquel entonces convertía al internet en una monstruosa pérdida de tiempo, en la que se corría con muchas posibilidades de quedarse sentado buscando y no encontrar nada (Rosenberg, 2009). Es decir, se estaba configurando un cúmulo de contenido en la web, algo nunca antes visto, por lo que resultaba cada vez más difícil encontrar el contenido que se buscaba (Google, 2011). Entonces, al detectar y satisfacer carencias tecnológicas y académicas de la época, Google logró convertirse en una herramienta innovadora.

Con el tiempo Google se transformó en un motor de búsqueda universal, de interacción sencilla, con el fin de llegar a ofrecer respuestas a problemas cada vez más complejos. Poco a poco se convirtió en una biblioteca universal y en uno de los recursos didácticos más usados formal e informalmente. Pero, más allá de proveer todo tipo de información, se caracterizó por su eficiencia que le

convirtieron en una inevitable herramienta o medio entre el estudiante y el aprendizaje. A lo largo de los años 2000, los productos que desarrollaba adquirieron una especial orientación, así nacieron Google Maps, Google Academy, Google Docs, Google Translator, y más tarde Google Classroom.

Google organizó todas estas aplicaciones y las ofreció a instituciones académicas como recursos didácticos bajo el nombre de Google Workspace for Education Fundamentals. Aunque su website original fue la primera interfaz de búsqueda, se adaptó a sus usuarios y se popularizó, por lo que el uso didáctico es una característica propia de Google como buscador. Millones de personas comenzaron a realizar búsquedas diariamente con preguntas *cómo* o *qué es*, sobre colores, objetos, definiciones, instrucciones, datos históricos, ubicaciones geográficas, etc. Google, motivada en responderlas, ofrecía un tipo de contenido más amplio. En 2011 agregó una herramienta de buscador de imágenes. Los siguientes avances tecnológicos, tanto de Google como de otras plataformas, ponen de manifiesto el esfuerzo por desarrollar algoritmos cada vez más complejos que satisfagan la interacción con el usuario.

Con el tiempo se multiplicaron los artículos y noticias sobre cómo Google es o puede ser usado como un recurso didáctico y en la primera década de los años 2000, universidades, colegios y escuelas trabajan ya usando Google. También lo hicieron grandes instituciones como la Unión Europea, la MIT, la NASA, entre muchas otras, al mismo tiempo que colaboraban con la empresa de Google con el fin de conseguir búsquedas y resultados con material científico académico. Una muestra de esa colaboración es el trabajo conjunto que entabló con la Comisión Europea, del cual emergió Google Académico. Como Google ya venía indexando páginas web universitarias, el nuevo proyecto tuvo como objetivo que los usuarios de Internet dirijan sus búsquedas de material de investigación a estas bibliotecas, lo que en la práctica implicaba que la gente encuentre los resultados específicos de forma más rápida, al tiempo que se promovía la publicación gratuita de las investigaciones universitarias (Comisión Europea, 2004)

La curiosidad de sus fundadores por los patrones del funcionamiento del internet, más allá del esfuerzo técnico por el desarrollo de la plataforma, motivó un estudio profundo del campo de la programación y de la posición de las nuevas tecnologías en la sociedad. Los resultados se tradujeron en el aumento de su

capacidad para ofrecer productos y servicios tecnológicos que cubrían diversos aspectos de la vida, con un modelo de negocio que pasaba desapercibido, pero que sobrevivió y ayudó a popularizar los sitios web en general. Con este ejemplo, se observa la evolución de la tecnología y la intervención de las empresas como Google, Amazon o Ebay, que representan los cimientos y el éxito de otras empresas y del internet de estos años. Con la apuesta de Google Ads, que en sus inicios ofrecía publicidad *online*, se podía trabajar con alrededor de 300 negocios: esta fue una de sus primeras extensiones en el 2000 (Google, 2009).

BrainPOP, creada en 1999, es parte de este auge de páginas web. Con ella surgen los populares blogs y las redes sociales. Esta web educativa, construida con poco presupuesto, produjo contenido multimedia básico, como animaciones cortas y tests para niños hasta alcanzar una considerable expansión en el 2001. BrainPop es un ejemplo de las iniciativas que nacen cuando el internet aún no poseía rapidez o facilidad de acceso: "en los primeros días de Internet, las películas tardaban una eternidad en cargarse. Para darles a los niños algo que hacer mientras esperaban, el equipo creó un breve cuestionario" (Brain POP, 2020, 3:05).

Estos casos demuestran la capacidad de Google para ofrecer productos y servicios tecnológicos diversos desde muy temprano, así como el crecimiento y aporte de la empresa a través de cada una de sus apariciones a lo largo de las décadas del 2000 y del 2010. Sus softwares incluyen distintos tipos de desarrollos tecnológicos, entre las más populares están en 2002 Google News, en 2004 Gmail, en 2005 Google Maps, en 2006 unen a YouTube y Google Apps y Docs empiezan a funcionar como computación basada en la nube, en 2007 Android OS y luego, en 2008, su primer teléfono G1 (CNN, 2021) En ese camino, Google ha ayudado a digitalizar empresas alrededor del mundo.

Wikipedia es otro referente cuya historia es capaz de evidenciar características de la era digital. Se trata de un sitio web con software de acceso libre y de tipo wiki, y además una de las primeras enciclopedias libre y *online*, propiedades que le dieron una vasta popularización. Como explica uno de sus fundadores, Jimmy Wales (2018), su visión fue imaginar un mundo en el que cada persona dispusiera de acceso libre a la totalidad del conocimiento humano. Inició como un proyecto de Wales con ayuda de Larry Sanger, quienes construyeron Nupedia en

el 2000, una enciclopedia *online* con contenido cerrado sometido a revisión por pares antes de publicarse. Para cumplir plenamente su visión crearon en el 2001 Wikipedia (Greenstein & Devereux, 2017). Se financiaba gracias a la Fundación Wikimedia, una organización sin fines lucrativos basada en donaciones.

Un wiki es un testimonio de la interacción digital y de la construcción misma del contenido de la web: es un tipo de plataforma en la que los usuarios pueden editar colectiva y abiertamente un contenido, por lo que pueden estar en constante cambio. Debido a esto tienden a provocar opiniones de desconfianza sobre su contenido, pero son un tipo de web cuya finalidad es el libre acceso al conocimiento, es decir, acepta y respeta las propiedades y posibilidades a las que el conocimiento en sí se puede abrir, y con ello se evita marginar la participación de cualquier persona. Pese a este prejuicio que ha rodeado a Wikipedia, un estudio sobre las wikis muestra que en realidad lo que conduce a esta desconfianza es que la gente asume que la contribución de otros afectará su trabajo porque no está acostumbrada a ceder el control y la responsabilidad, menos a extraños (Ebersbach et al., 2008).

Si tomamos la idea del proceso de digitalización del conocimiento como aquel momento de la historia en el que surge la necesidad de expandir y trasladar la información a la web, se puede contemplar el aporte de las wikis al acceso del internet, pues al conminar una participación activa y colaborativa con el fin de proveer información de diversa utilidad e interés, la web sigue construyéndose y respondiendo a naturaleza. A pesar de las características que pueden llegar a parecer demasiado libres, wikis como Wikipedia toman decisiones por consenso y poseen mecanismos de revisión. Un estudio del 2005 sobre Wikipedia y sus características colaborativas advierte su valor atendiendo su creciente cantidad de información, como se espera de una biblioteca, así como la continua inserción de contenidos que recibe cada día. Sus virtudes son que recibe colaboración espontánea de miles de personas en numerosos idiomas y el grado de rectificación y de edición que esa intervención genera (Andrade, 2004)

La divulgación de los valores del Movimiento Software Libre en la comunidad de la programación repercutió en muchos proyectos tecnológicos de la época y cambió la manera en que estos funcionaban y con ello la manera en la que los usuarios recibían y juzgaban ese contenido. De esta forma, Wikipedia nació para

ofrecer contenido menos burocrático, apegada a los valores de este movimiento. La aceptación con la que comienza hace que crezca y a finales de la década era tan popular que cambió el uso del internet hasta convertirse en el sitio de consulta más popular de la red en 2005 (Greenstein & Devereux, 2017).

Wikipedia emplea licencias de código abierto creadas por GNU desde los años 1990, con las que protegen su contenido. Este tipo de licencias ofrecen al software de código abierto sus propias licencias y seguridades, acordes a sus características. Además, tienen como objetivo compartir información funcional, útil y gratuita, y asegurar a todos la libertad efectiva de copiarlo y redistribuirlo, con o sin modificación, para fines comerciales y no comerciales. También da crédito al autor y al editor sin ser considerados responsables de las modificaciones realizadas por otros (GNU, 2008).

Desde los primeros años de la era digital es posible notar cómo el crecimiento y uso del internet tiene que ver con cuestiones económicas y geopolíticas. Softwares como Wikipedia o Google, además de haber sido esas primeras herramientas que aportaron novedosas posibilidades, demuestran interacción entre softwares y un crecimiento que fomenta el uso del internet. A medida que este acceso se expande, crece velozmente. Como explican Greenstein y Devereux (2017): "Wikipedia también tuvo la suerte de ser oportuno. No tenía una estrategia de marketing para atraer tráfico cuando se fundó, pero el auge de Google ayudó enormemente" (p.15). Es decir, iba creciendo a medida que se incrementaban sus contribuciones, si bien estaba limitada por las características del internet de aquel entonces. Así la describían en 2006 teóricos del diseño gráfico:

Quizás los nuevos lugares basados en la Web sean la próxima gran novedad, pero aún es demasiado pronto para calcular su consecuencia colectiva... Entonces, mientras que las revistas impresas siguen siendo los lugares dominantes porque sus textos son más modificados, los blogs están desafiando gradualmente el *status quo*, que ya ha comenzado a cambiar. (Bierut et al., 2006)

Los valores del movimiento Software Libre fueron determinantes en el cambio que se produjo en la era digital, sobre todo con respecto al acceso. GNU refleja una parte esencial del desarrollo de las tecnologías digitales: su inversión en el estudio de los aspectos morales y sociales de la industria de software traducen

cómo la maduración de la tecnología tiene que ver con su desarrollo teórico y social, y también con este tipo de regulaciones, morales y colectivas, que la sociedad necesita para controlar y estudiar los avances que hace, sobre todo cuando las herramientas afectan al mundo y sus dinámicas. Es decir, los valores detrás de las nuevas tecnologías colaboran también en la expansión que lo *online* adquiere, y a su vez responden a su naturaleza y devenir.

Scratch muestra la transición a un nuevo momento del internet. Este software libre es un lenguaje de programación educativo que colabora con los valores inclusivos del internet y abre el acceso a niños, pues nace con el objetivo de acercarlos desde temprana edad al lenguaje de programación. Durante sus primeros años esta empresa organizó conferencias y trabajó con educadores para promover promocionar su uso en la escuela, con lo que logró un acercamiento al público. En 2010 llegó a un millón de miembros, lo que daba cuenta del crecimiento de esta etapa del internet y de las demandas por el aprendizaje formal e informal del lenguaje de programación.

YouTube es otro caso del concepto contenido generado por el usuario, que empieza desde la primera década del 2000. En este sitio web de videos se podía compartir y buscar un tipo de contenido más complejo que el que se frecuentaba en la web de los años 1990. Nació de la necesidad de subir videos en internet, que en sus inicios presentaban limitaciones para este tipo de contenido y ofrecía un producto difícil de consumir. Durante los primeros años de la plataforma se hablaba de la democratización del internet en relación con el objetivo de disponer de conocimiento gratuito, discusión propia de las comunidades informáticas del momento. El gerente de YouTube se alineó a esta idea y declaró con orgullo que una de las particularidades de su sitio era la democratización de la forma en que se descubren y promocionan los videos (Salvato, 2009).

La plataforma publicó su primer video luego de su lanzamiento en abril de 2005 (Van Eerden, 2006). Lidió con problemas de derechos de autor para ampliar su capacidad de publicación de videos y firmó acuerdos con productoras musicales, de televisión y de cine. En 2006 Google compró la empresa y conservó a sus fundadores y trabajadores, fusión que rindió frutos. En 2008, el 38 % de los videos vistos en internet provenía de esta plataforma (Shum, 2016). Es así como el tipo de interactividad que ofrecieron desde finales de los años 2000 dio lugar a

mayores posibilidades de colaboración con el contenido, y brindó la capacidad de enseñar y aprender a través de videos.

Puntos de inflexión en la evolución de la TAC, periodo 2010-2015

Mientras el discurso sobre las nuevas tecnologías crecía en la sociedad, el periodo 2005 -2010 pretende un uso más amigable de la tecnología, y piensa en un enfoque que prioriza cómo el usuario usa y cómo le afecta el contenido que consume. El diseño, por otro lado, gana protagonismo en los procesos y se retoman valores del pasado como el de su responsabilidad social, su búsqueda de un compromiso con el bienestar y el desarrollo de las personas. En conjunto, se empieza hablar de una humanización de la tecnología, a pensar más en los procesos, como defendía y exigía Richard Buchanan en el 2006, esto para llegar a comprender el contenido de los productos que se crean, y poder conseguir resultados que deriven en soluciones más profundas (Bierut et al., 2006).

En la era contemporánea, cuando la experiencia del usuario se entrelaza con el avance del código, el texto como contenido adquiere una enorme relevancia. Lupton (2010) articula este cambio de paradigma al señalar que la manera en que se utilizaban los textos rebasa su significado intrínseco. En esta perspectiva, un simple clic adquiere una dimensión de tránsito y conexión (Bierut et al., 2006). Dicho enfoque evoluciona desde la interacción enfocada en el ser humano de los años 90, a un diseño enfocado en el usuario, hasta llegar al diseño centrado en lo humano, el cual enfatiza la preservación de la dignidad humana en los productos y procesos. Con ello el cuidado por el contenido se vuelve cada vez más estudiado y detallado y por esta razón, se pasa de hablar de *forma* y *función* a hablar de *forma* y *contenido*. El usuario se vuelve cada vez más un participante activo en la web, ya no son pocas personas especializadas aquellas que saben sobre softwares. Con la llegada de los cursos *online* los softwares no solo se encuentran distribuidos en la web o en dispositivos, empiezan a ser esas herramientas que se comparten y con las cuales la gente se autoeduca.

La impaciencia del lector digital surge del hábito cultural, no del carácter esencial de las tecnologías de visualización. Los usuarios de sitios web tienen expectativas diferentes a las de los usuarios de medios impresos.

Esperan sentirse “productivos”, no contemplativos. Esperan estar en modo de búsqueda, no en modo de procesamiento. (Bierut et al., 2006)

Khan Academy da cuenta de las nuevas dinámicas de lo *online*. Es una web educativa de videos sin fines de lucro, basada en donaciones. Se lanzó en el 2007 con el propósito de ofrecer educación gratuita y con un enfoque en la vida cotidiana, específicamente cuando los niños necesitan ayuda con sus tareas. Salman Khan, uno de sus fundadores, tras graduarse en la MIT y mientras trabajaba en fondos de inversiones, empezó a ayudar a familiares dando clases de matemáticas por videos, y fue animado por ellas a publicarlos: "me decían que me preferían a mí en YouTube que en persona" (Khan, 2011). Con el tiempo sus tutoriales publicados en YouTube se popularizaron, su efectividad se corroboraba en los rendimientos escolares, por lo que decidió dedicarse a tiempo completo a ello.

Khan Academy se salía de la definición del e-learning que se popularizaba en la época y trazaba el camino a un nuevo cambio en la tecnología y la educación digital. Ofrecía experiencias de e-learning focalizadas en crear recursos innovadores, incluso para una clase de física (Pantaleoni, 2013). De esta forma, se expandieron y convirtieron en uno de los primeros cursos *online* con base en tutoriales de YouTube, incorporados como herramienta en las escuelas. Los medios de estos años describirían este nuevo formato de cursos como el nuevo modelo de enseñanza o incluso como la educación del futuro. La BBC expresaba en 2013: "todos se cuentan entre los usuarios de un programa de lecciones en internet que está revolucionando la educación tradicional y ya tiene adeptos en más de 200 países" (Martins, 2013, párr. 1).

Khan academy es una de las plataformas educativas *online* contemporáneas a la popularización de las Massive Open Online Courses (MOOC) y a la colaboración abierta en los inicios de la década del 2010. Provee un código con licencia Creative Common que no estaba disponible para modificación, pero sí para su visualización y ofrece unas cuantas extensiones con código abierto. El jefe de la arquitectura del software, John Resig, explicó así sus objetivos: “Quería construir a partir del modelo de código abierto. Quería que el código fuera el frente y el centro, y no solo se mostrara el contenido gráfico, incluso cuando no es un ejercicio de programación (Resig & DeCausemaker, 2014).

Alrededor de los años 2014 se divulgaba con fuerza el concepto de código abierto, y se afirmaba como otra vía de innovación eficaz para el desarrollo colaborativo de código abierto (Cabrera & Le Renard). La idea de lo colaborativo para innovar y producir proyectos o sistemas crecía de la mano de una tecnología diseñada con estas características. El trabajo colaborativo como estrategia se empieza a difundir a través los nuevos sitios web y aplicaciones que ofrecían estas herramientas. El código y colaboración abierta se vuelven compatibles e ideales para la enseñanza *online* que buscaba expandir la educación a nivel mundial y sin costo. Khan Academy, además de enseñar programación, ponía a disposición de los estudiantes sus códigos para que experimentaran con ellos, como señala el arquitecto de la plataforma:

Aunque no es obligatorio, quería mostrar el código. Las personas interesadas en el espacio pueden mirar la simulación, verla y decir "Oye, ¿cómo funciona esto? ¿Cómo puedo aprender más?" Puedo entrar... hacer los cambios que quiera. Ese es el modelo que hemos adoptado aquí. (Resig & DeCausemaker, 2014, párr. 20)

Open source o código abierto se refiere a un código de softwares que poseen una fuente disponible para el público de forma gratuita para su modificación o redistribución. El Movimiento Open Source es una derivación del Movimiento Software Libre de los años 1980 que, en busca de una adaptación de su discurso a un contexto comercial, empieza a preferir la nueva terminología para poder conseguir modelos de negocios más favorables. Se puede observar cómo se reflejaban las altas expectativas en torno a lo *open source*:

Los modelos de innovación de código abierto ya han dado resultados, tanto en términos de contenido como de tecnología y sistemas de apoyo. También pueden desempeñar un papel importante en difundir innovaciones de los mercados más desarrollados a los emergentes, ya que las soluciones, producidas por universidades mejor establecidas están disponibles de forma gratuita para los nuevos usuarios. (Cabrera & Le Renard, 2013, p. 22).

La popularidad y confianza que ganaba el contenido de Khan Academy estaba respaldada por la colaboración de diversos convenios con la NASA, el MoMA, la Academia de Ciencias de California y el MIT. Al incluirse la plataforma en

escuelas y colegios, el uso del internet y las innovadoras maneras de enseñar empezaron a cambiar las dinámicas de las clases. Un ejemplo fue el incentivo del uso de dispositivos electrónicos que se daba en las aulas tras el desarrollo de las interfaces de los teléfonos celulares. A su vez, esto se da debido a que desde sus inicios Khan Academy se encontraba vinculada con YouTube, Google y Facebook, donde mostraba su contenido para que los usuarios pudieran tener seguimiento de sus progresos o de las áreas que aún no dominaban (Viñas, 2011).

A lo largo de la década del 2010, los dispositivos electrónicos se vuelven cada vez más sofisticados, menos costosos y más accesibles, y se popularizan a niveles tan altos que se usan cotidianamente. Desarrollos como los teléfonos inteligentes, tablets y ordenadores personales se expanden y fortalecen el consumo digital y la popularidad de las redes sociales. Para la década del 2010, la cultura popular inunda la plataforma de contenido que se actualiza, manipula, viraliza y consume constantemente; de esta forma, tutoriales de todo tipo se vuelven cada vez más populares, que llegan a crear tendencias y dinámicas nuevas a su alrededor. También se consumen y utilizan plataformas como herramientas educativas que proporcionan contenido educativo informal. A la par comienzan debates sobre lo amateur y lo profesional que conducen a pensar en la democratización del uso del internet y cuestionan la sobreabundancia de contenidos.

Duolingo es una plataforma web que inicia con una problemática que aún presentaba el internet de la época con respecto a su accesibilidad, pues, a pesar de su uso masivo, su contenido aún presentaba restricciones. Durante estos años una gran porción de la información del internet se encontraba en inglés y la tecnología desarrollada para traducción automática aún no era por completo funcional, esto quería decir que si se desconocía este idioma no era posible tener acceso a gran parte de la web. Esta problemática dio lugar a que los fundadores se preguntaran: "¿Cómo podemos conseguir que 100 millones de personas traduzcan la web a los principales idiomas, gratis?" (Von Ahn, 2011). Como respuesta, Von Ahn desarrolló la plataforma en colaboración con expertos en lingüística e idiomas y la lanzó en 2012 (Smale, 2020). Su éxito reflejaba una nueva característica de lo digital: la interacción con el usuario mediante una interfaz cómoda y dinámica porque el usuario la consume como una aplicación de entretenimiento.

Esta empresa tenía como ideal expandir la idea del acceso libre al conocimiento, como sus políticas describen: "creemos que la verdadera igualdad es cuando la mejor educación es accesible para todos, no importa cuánto dinero tengas" (Duolingo, 2022). La demanda por la aplicación comenzó desde sus primeros años, gracias al acceso fluido que el internet empieza a adquirir, lo que aumentó la velocidad de la circulación de la información. De este modo, Duolingo, como otras empresas, expandieron su contenido de forma rápida, sin campañas de marketing ni publicidad, sino gracias al "boca a boca positivo" (Smale, 2020).

Otra tecnología anterior a Duolingo fue Captcha, que el mismo Luis von Ahn puso en marcha durante los años 2000 tras estudios en criptografía e internet. Estos dispositivos empleaban tecnología de búsqueda e identificación de palabras e imágenes, y su funcionamiento algorítmico se fue refinando con el tiempo hasta conseguir que estos solucionen acciones cada vez más complejas y brinden resultados más sofisticados. Captcha es un método de seguridad cuyo sistema se basa en el test de Turing, que consiste en poner a prueba el conocimiento tanto de una máquina como de una persona. Es así como a través de identificar las palabras que muestran los captchas, el usuario puede autenticar que no es un programa de computadora al tiempo que colabora descifrando palabras que aún esos sistemas no son capaces de identificar por sí mismos.

Luego de diez años de estudios sobre este software en Carnegie Mellon y de su uso alrededor del internet, coincidiendo con el lanzamiento de Duolingo, Captcha cambia su nombre a Recaptcha y es adquirido por Google en 2009. De esta manera, gracias a este motor de búsqueda de imágenes de Google se vuelve cada vez más sofisticado, lo que contribuye al crecimiento del internet, pues se empieza a utilizar para digitalizar contenido, por eso las palabras que solían mostrar los Recaptchas provenían de viejos libros físicos que Google digitalizaba, pero su software tenía dificultades para descifrar (BBC, 2020).

A finales de los años 2000, la tecnología empieza a concentrarse en el desarrollo de herramientas para brindar experiencias de usuarios más satisfactorias, y con ello surgieron las técnicas de ludificación. Estas empiezan a circular bajo el término en inglés *gamification*, una nueva dinámica en la experiencia de usuario con el fin de motivar y entretener como medio para completar una tarea. Con tal inserción, las técnicas y recursos que estimulan el aprendizaje se vuelven cada

vez más eficientes y populares. Era fácil observar su auge alrededor de la web en la década de 2010. Adicionalmente, los cursos *online* se popularizan y con ellos se incrementa el uso de los MOOC, Massive Open Online Courses, que surgen en el año 2008 tras el impacto de los cursos *online* (Ruiz, 2013b), Cabrera & Le Renard (2014) describieron así el momento:

En el último año, ha habido una explosión en la cantidad de cursos en línea abiertos masivos, o MOOC [...] a menudo sin costo para los estudiantes. Proveedores con fines de lucro como Coursera y Udacity y asociaciones de colaboración sin fines de lucro como EdX están llevando cursos a las masas, independientemente de su formación académica o matrícula universitaria. (p. 22)

Coursera fue una de las primeras interfaces MOOC más demandadas. Fundada por dos profesores de la Universidad de Stanford, Daphne Koller y Andrew Ng, en el 2012, constituye una plataforma de educación *online* que ofrece cursos MOOC con certificados. Su objetivo era identificar las mejores clases de los mejores profesores de las mejores universidades e impartirlas gratuitamente a todas las personas del mundo interesadas (Koller, 2012). Desde temprano, firmó convenios con un sinnúmero de universidades de primer nivel que rápidamente se fueron agregando a su oferta en la medida en que podían contar con material y videos explicados por profesores de instituciones internacionales.

El modelo de negocio con el que Coursera alcanza su éxito muestra el funcionamiento de los servicios de los años 2010: contenidos de acceso libre y gratuito a todos, excepto cuando se requería asesoramiento personalizado o certificados. Este modelo se identificaba como *freemium models*, un concepto difundido en los modelos de negocio de la Web 2. Se trata de la posibilidad de realizar un curso completo de forma gratuita, pero se cobra algunos complementos (Ruiz, 2013c). Tras su veloz desarrollo, instituciones universitarias de prestigio apuestan por los cursos *online*, y así contextos académicos abren debates sobre la efectividad y el futuro de los MOOC. Mientras más se leía sobre Coursera y otras ofertas de cursos *online* abiertos masivos o MOOC, más se preguntaban si se contemplaba el comienzo de una revolución en la educación superior (Adams, 2012).

En el contexto tecnológico de los años 2010, los avances en la tecnología de los dispositivos móviles suponían una forma de combatir el analfabetismo en

tanto llegaba a rincones más recónditos del planeta, incluso a comunidades con una educación formal muy limitada (Unesco, 2021). La telefonía celular empieza a brindar servicios que proveen una comunicación más efectiva, como el poder crear y editar documentos, e incluso algunas empresas privadas y gubernamentales estudian esta tecnología para usarla en las escuelas. Reaccionando a este impacto, Coursera lanzó en el 2014 su formato para aplicaciones móviles. La siguiente cita explica el cambio que sucedía con respecto en la tecnología móvil:

Al software que ayuda a la gente a sacar adelante su trabajo le ha costado ponerse al día con el hecho de que cada vez más gente trabaja en tabletas y teléfonos. Ahora nuevas aplicaciones hacen que sea más fácil crear y editar documentos sobre la marcha. Mientras los servicios de almacenamiento de archivos en nube, entre ellos Box, Dropbox, Google Drive y OneDrive de Microsoft –cuyos precios han caído en picado y cuyos usuarios han subido como la espuma– ayudan a mantener los resultados sincronizados incluso cuando hay múltiples usuarios trabajando en un mismo archivo simultáneamente. (Greenwald, 2014, párr. 3)

La repercusión de las herramientas tecnológicas en la sociedad del 2010 al 2015 era cada vez más fuerte debido a su inmersión en la vida cotidiana a través de las tablets, la tecnología 4G, la nube y el crecimiento de cursos *online*, que a su vez expanden la tecnología educativa. Lo que Daphne Koller (2012) explica en el 2012 sobre el uso que hace ella misma de las herramientas tecnológicas, refleja lo que era capaz de ofrecer la tecnología de aquella época a la enseñanza: evaluar una diversidad de tareas, formular preguntas de opción múltiple y de respuesta corta, evaluar expresiones y derivaciones matemáticas, calificar modelos, ya sean financieros o modelos físicos.

El respaldo académico que ganaba Coursera incrementó su uso, sobre todo en países en vías de desarrollo que, buscando nuevos perfiles profesionales, comenzó a consumirlos para aumentar sus oportunidades. Por un lado, estaba el acceso. Por otro lado, de acuerdo con un análisis de los primeros efectos del uso de la plataforma, el beneficio, que era cada vez más obvio: no debían pagar tasas de matrícula altas y se podían ver conferencias de alta calidad y trabajar con materiales de lectura apropiados (Adams, 2012). De hecho, empresas como Google,

Wipro, Infosys, Infineon y Microsoft contrataban ingenieros con credenciales educativas *online* (Anders, 2015).

Puntos de inflexión en la evolución de la TAC, periodo 2015-2020

En el periodo 2015-2020, las dinámicas del contexto tecnológico dirigen su atención al trabajo de los algoritmos y a la recopilación de datos para el desarrollo de inteligencia artificial, así como al concepto de las webs y aplicaciones que se preocupan cada vez más por el estilo de vida de las personas, por lo ecológico y lo inclusivo. También las redes sociales expanden su uso como medios para emprender y comercializar, y repercuten en distintos tipos de influencia social. Con ello, una exposición masiva de información trae consigo problemas como las denominadas *fake news* y la viralización de contenidos perniciosos. El internet se ha extendido de tal forma que se lo llega a apreciar como un servicio de consumo básico. Algunos datos lo corroboran. Si se toma por caso Malasia, a fecha del 1 de julio de 2016, la población con acceso a Internet a través de cualquier tipo de dispositivo ascendía a 21 090 777 personas, una tasa de penetración del 68,6 % en una población 30 751 602 de habitantes (Ni, 2020).

Por otro lado, la plataforma GoNoodle demuestra cómo la tecnología de finales de los años 2010 posee aquel trasfondo humano que se buscaba al inicio de la década, puesto que se empieza a reaccionar a las consecuencias que el desarrollo de la era digital había traído hasta este punto de la historia. Esta website educativa fue creado en 2013 por Scott McQuigg, emprendedor en educación e información sanitaria, en conjunto con John Herbold, Abby Pecoriello y Aaron Briggs (Mitchell, 2016). Los valores interpretativos y el dinamismo de esta interfaz representan las tendencias de esta época que se difunde a un amplio público (padres y profesores, en escuelas y hospitales). Se enfoca en crear un ambiente de aprendizaje más activo provenientes de su interés por el desarrollo cognitivo y físico como consecuencia de ciertas problemáticas sociales, y trata de integrar el movimiento con el aprendizaje. McQuigg detalló su perspectiva:

Nos habíamos dado cuenta de que tanto nuestros hijos como sus amigos, no se movían tanto como nosotros lo habíamos hecho de niños. Si bien hay muchos factores propios de este cambio generacional... Entendimos que luchar contra el problema del tiempo frente a la pantalla con los nativos

digitales era una batalla perdida, entonces decidimos utilizar la tecnología para convertirlo en tiempo activo... Con estimaciones que muestran que los niños pasan hasta ocho horas al día mirando pantallas, GoNoodle ha tomado el problema del tiempo frente a las pantallas y trabaja con él. (Shulman, 2017, párr. 8).

Frente al uso extendido de los dispositivos inteligentes y las redes sociales, aparece un problema social y tecnológico como la cantidad de tiempo que los niños se mantienen frente a pantallas y la relación sedentarismo-tecnología. GoNoodle, responde que el uso apropiado de la tecnología puede solucionar también los problemas que ella misma puede llegar a causar. Alrededor del año 2017, tras un largo proceso, consigue éxito en el sector académico, pues el 40 % de las escuelas en los EE. UU. la usaban (Shullman, 2017).

Kahoot es otro referente actual del uso de tecnología basada en la ludificación. Es una plataforma de aprendizaje gratuita diseñada por Alf Inge Wang en 2012. Posee una misión ligada a una idea sobre la pedagogía muy propia de sus fundadores que toma en cuenta los nuevos enfoques que giran en torno al usuario: "desbloquear el héroe del aula en cada estudiante... nos apasiona especialmente capacitar a los estudiantes para que tomen la iniciativa en la clase, pasando de ser un aprendiz a un líder" (Morten Versvik, 2018). Parte de su éxito se debe al consumo masivo de las técnicas de gamificación: se basa en un juego de preguntas y respuestas por tiempo, en el que se puede participar grupal o individualmente e interactuar con fotos y videos. Esta dinámica hace que el usuario se entretenga y comprometa con la aplicación, y se respalda en la afición de los niños por las nuevas tecnologías y los videojuegos. Con ello, se desecha la idea de que juego y aprendizaje eran incompatibles y más bien ponen de manifiesto la enorme conexión que puede darse entre ambos (Martínez, 2017).

El uso que ha hecho Kahoot de la gamificación demuestra su eficiencia. Como su website describe: "Al construir una empresa con el aprendizaje en su centro, decidimos abordar primero el aula, pero parece que el aprendizaje basado en juegos es ahora un fenómeno de la cultura pop" (Morten Versvik, 2018, 0:56). La misma plataforma es capaz de reflejar las nuevas herramientas tecnológicas, como los teléfonos móviles que comienzan a proponer nuevos modelos de enseñanza, y las nuevas generaciones que han nacido en pleno desarrollo de las

tecnologías inteligentes demandan métodos acordes con sus necesidades y expectativas. Gracias a los avances tecnológicos de esta última década, organizaciones privadas o gubernamentales, como la Unesco, se enfocan en cómo aprovechar su uso masivo para fomentar la alfabetización.

Kahoot, como otros recursos digitales populares de estos años, ha convertido a objetos de la vida cotidiana en herramientas para el aprendizaje, dando así nuevos valores a la tecnología. En 2017, un estudio enfocado en dicha plataforma y la educación la describía como una de las herramientas de aprendizaje digital basada en el juego de más aceptación en España (Alonso Martínez, 2017), que ayudó en la inclusión del smartphone al aula (Rodríguez-Fernández, 2017). Al mismo tiempo, se puede observar que el éxito de Kahoot o de la gamificación en las nuevas generaciones se debe a cambios sociales y generacionales. Los usuarios, especialmente los estudiantes, demandan algo diferente en función de factores que su contexto presenta: requieren ser escuchados, que se valoren sus opiniones, que se confíe en ellos, trabajar colaborativamente, cooperar y competir entre ellos, tomar decisiones, ser protagonistas de su aprendizaje, conectar con sus iguales, una educación útil y aplicable a su realidad (Alonso Martínez, 2017)

Incrementar la experiencia de usuario conduce a un considerable avance en los estudios y tecnologías User Experience (UX), lo que motiva la creación de nuevas propuestas como el *mobile learning*. La interacción con el usuario se ha complejizado cada vez más a través de los desarrollos de inteligencia artificial, lo que ha llevado la experiencia del usuario a un nivel más allá del simbólico y a incluir a los dispositivos móviles en las relaciones de entendimiento, como con las tecnologías de transcripción y reconocimiento de voz.

Por otro lado, la interacción entre Google e instituciones académicas con el tiempo se vuelve constante y esencial para la gestión educativa. La inmersión entre el contexto académico y Google se da en 2014 con la creación de *Google Classroom* y su aprendizaje combinado (Ni, 2020). El sistema se ha probado en institutos educativos, desde el nivel inicial hasta la universidad, y todos lo han podido usar sin problemas (Raimon, 2019). Esta interacción alumno-profesor mantiene tecnológicamente actualizados sus métodos y resultados. En efecto, un estudio sobre plataformas como Google Drive, Google Maps, Google Sites,

YouTube concluye que han potenciado la formación actual de docentes y estudiantes (Ambròs Pallarès y Ramos Sabaté, 2017).

Google Classroom es un recurso y gestor educativo que fue creado para organizar y simplificar clases: los alumnos podían tener a su alcance todo lo que necesitaban para desenvolverse en ellas, lo que reducía las tareas administrativas como el fotocopiado, combatiendo sí el problema medioambiental del uso excesivo de papel. El trasfondo educativo de la plataforma se puede observar desde sus inicios en sus propiedades orientadas a la búsqueda e investigación, y el que juntara en un solo paquete servicios y herramientas que se manejan en la enseñanza formal. Ben Gomes, quien lideró las iniciativas educativas de Google, sostenía que el aprendizaje comienza con información, el núcleo de Google, luego se internaliza y aplica esa información con lo que se aprende algo nuevo (Google, 2021). La combinación de numerosas herramientas que requiere la enseñanza ocurre gracias al desarrollo y uso de las propiedades de conectividad y compatibilidad entre softwares que ofrece el tipo de código de programación de los APIs, con el cual Google explotó su gran red de aplicaciones para que estas puedan conectarse. Al mantener vinculadas diversas extensiones, como sus herramientas ofimáticas y su trabajo en sincronización en la nube, se consigue un eficiente ritmo de trabajo. La plataforma funciona a través de una cuenta Gmail y, a partir de la creación de un usuario, se puede mantener videochats entre profesores y alumnos, organizar asignaturas, intercambiar material, trabajar en tareas grupales, seguir calificaciones, comunicarse con padres y madres, entre otras funciones colaborativas.

Google Cloud es la plataforma de Google que conecta todas sus herramientas mediante un sistema de almacenamiento virtual llamado *servicios en la nube* o *cloud computing*. Los servicios en la nube se lanzan y dan a conocer con mayor énfasis a principios de los años 2010, con aplicaciones como Google Drive y Google Docs. Los estudios sobre el servicio en la nube, cuando se empezaba el trabajo con esta tecnología y se observaban sus primeros efectos, hablaron de la computación en la nube, “lo que se hace ahora está basado en la web en lugar de estar basado en un escritorio” (Mirashe & Kalyankar, 2010, p. 78).

Los servicios en la nube o *cloud computing*, término cuyo uso tiene una historia que empieza en la década de 1960, cumplen la gestión de economía en

los procesos, y de esta manera es como hoy en día se hace referencia a la tecnología desarrollada para gestionar proyectos de manera virtual. Se trata, pues, de un modelo de gestión de los recursos de las tecnologías de la información (De Parga, 2011). Su uso ha sido un gran aporte al desarrollo económico y funcional de las empresas privadas y públicas. Ciertamente, los estudios sobre el servicio en la nube muestran que por su intermedio distintos tipos de proyectos pueden gestionar sus sistemas de información y economizar procesos, y también elimina las barreras de entrada para nuevos actores, dinamiza la economía, promueve la aparición de nuevos modelos de negocio y líneas de actividad y abre el campo hacia la creación de empresas y empleo (Parga, 2011).

Aunque Google Classroom no es un recurso cuyo objetivo sea específicamente enseñar, pues no posee contenido por defecto, es una herramienta versátil en la que se puede subir y descargar contenido para interactuar, es decir, ha podido ser usada para enseñar y aprender. Su interfaz intuitiva ayuda a motivar y adaptar al estudiante en su uso. Uno de los pilares de su dinámica se comprende con la explicación de Cristiano y Triana (2019): “Mantener el contacto, entre estudiantes y maestros les permite comprender que se encuentran en un proceso de aprendizaje colaborativo en lugar del clásico proceso de aprendizaje, del docente como único transmisor y el alumno como receptor” (p. 4).

Su uso en el sistema educativo es amplio y compatible; de ahí su éxito en las instituciones educativas que fueron capaces de trabajar con el servicio de GSuite porque hizo más viable el trabajo de áreas diversas como las administrativas, de docencia y el de estas con los alumnos. Al ofrecer herramientas de alta colaboración, ha proporcionado una experiencia de usuario que cubre de forma eficiente necesidades diversas. Desde su lanzamiento, la demanda por el servicio de GSuite ha crecido progresivamente alrededor del mundo, y a mediados de la década de 2010 Google se conectó a Google Classroom sin necesidad de una cuenta de GSuit, lo que incrementó su popularización. Con el tiempo sus actualizaciones mejoran su interfaz, sus herramientas y las colaboraciones que entablan con otras aplicaciones educativas como complementos, tales como Kahoot, Pear Deak, Adobe Spark, entre otras.

El contacto que el equipo de trabajo y estudio de Google ha mantenido con profesores para diseñar sus herramientas ha dado lugar a que su forma de operar

sea eficiente y empática, sobre todo en su capacidad de actualización y de adaptación, evidenciando la vinculación entre el contexto social y el tecnológico. Todo esto ha conducido a un momento de la historia en el que la educación ha experimentado profundos cambios debido a la tecnología y apunta a maneras de enseñar más personalizadas que avanzan y fusionan las necesidades de las nuevas generaciones y los cambios tecnológicos. Esta empresa enfatiza que el mundo se está volviendo mucho más digital, y debido a ello han seguido desarrollando programas para exponer a los jóvenes cada vez más a la informática, y así ayudarlos a convertirse en buenos y verdaderos ciudadanos digitales (Google, 2021).

Photomath es un ejemplo que representa con facilidad el uso y progreso de la inteligencia artificial (IA). Es un recurso didáctico digital de reconocimiento de datos, cuya función es enseñar a solucionar problemas matemáticos, resolviendo y mostrando los pasos de su procedimiento. Su tecnología es capaz de escanear las operaciones a través de una cámara de cualquier dispositivo móvil inteligente. Photomath surge de la necesidad de su fundador, David Samor, de ayudar con las tareas de matemáticas a sus hijos: inicia así su desarrollo en la empresa Microblink y se lanza al público en el 2014 (Checa García, 2013).

Microblink, por su lado, es una empresa de inteligencia artificial cuyo objetivo es volver más gratificante la experiencia de usuario e investigar sobre tecnología de extracción inteligente de datos, a través de escaneo y reconocimiento. Esta tecnología elimina el ingreso manual de datos en aplicaciones móviles y web, y evita el uso del teclado para ingresar datos personales o de pago en formularios en línea mediante el uso de una cámara (*Microblink | LinkedIn*, 2022). Sus estudios sobre el reconocimiento inteligente datan de 2012. Se orientaron al desarrollo de aplicaciones de pago de servicios públicos. Al siguiente año fundaron la empresa Photopay con la que comienza su uso en aplicaciones de banca móvil en Europa. Sus estudios sobre el OCR móvil derivaron a la creación de Photomath, pero para mostrar el alcance de sus estudios y la capacidad de su tecnología, cambiaron su nombre a Microblink.

Durante los últimos años de la década del 2010, la empresa se dedicó al desarrollo de tecnología OCR móvil, a estudios sobre IA de alto nivel y al diseño de modelos de aprendizaje automáticos, así incrementó la velocidad y precisión en la captura de documentos y diseñó herramientas web para el escaneo de

tarjetas de crédito. De ese modo, su tecnología tomó nuevos rumbos y cambió la visión por computadora de la vieja escuela al aprendizaje profundo supervisado (Microblink, 2022)

Photomath funciona con tecnología de reconocimiento de texto, en la que no hay que ingresar datos manualmente, son las cámaras de los dispositivos las que escanean los datos, los procesan y muestran los resultados. En sus inicios, la aplicación resolvía únicamente problemas matemáticos simples y no reconocía texto escrito a mano, solo escaneaba imágenes impresas. En las últimas actualizaciones, la aplicación emplea cada vez más alta tecnología de reconocimiento, y es capaz de proveer distintas soluciones a un ejercicio matemático, reconocer la escritura a mano, y ha incorporado animaciones en su interfaz para mostrar los resultados de los ejercicios en tiempo real. Asume que mostrar los pasos del desarrollo del cálculo, en lugar de solo explicarlos, constituye un paso hacia una experiencia de aprendizaje real (Microblink, 2022)

Frente a la popularización de Photomath entre los estudiantes y las críticas sobre el mal uso de la aplicación, se han llevado a cabo estudios sobre su uso en la escuela, y las posiciones a favor describen el valor de su implemento y presentación en las clases, lo que a su vez conduce a nuevos desafíos y aportes al aprendizaje. Desde la perspectiva del uso de la tecnología como una herramienta que es creada para convertir una actividad difícil en una fácil, la aplicación debe usarse como una herramienta, pero "si les pedimos a los estudiantes que hagan solo lo que *PhotoMath* puede hacer, entonces tal vez nuestros objetivos de aprendizaje estén fuera de lugar" (Webel & Otten, 2015, p. 371).

El impacto de la IA en la vida de los seres humanos se fortaleció como indica la tecnología diseñada para ejecutar habilidades del ser humano: desarrollan la capacidad de ver (visión artificial), oír (reconocimiento de voz) y entender (procesamiento del lenguaje natural) (Rouhiainen, 2018); trata, en definitiva, de imitar lo que hace la mente. La IA también se define como "la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano" (Rouhiainen, 2018, p. 17). Su tecnología fue paralela a la de la web y a los dispositivos inteligentes, si bien se venía pensando desde mucho antes de su desarrollo, desde diferentes ramas del conocimiento. En efecto, su existencia fue prevista en las

observaciones de los filósofos clásicos cuando adujeron que una mente que razona funciona en cierto modo como una máquina. Pero para que la IA se convierta en una ciencia formal fueron necesarios varios avances en la formalización matemática de campos como la lógica, la computación y la teoría de la probabilidad (Van Vaerenbergh y Pérez-Suay, 2022, p. 1). Asimismo, como afirmaron Hanson et al. (2007), existieron estudios sobre el tema ya en 1983 que la veían venir a muchas décadas de distancia.

El desarrollo de la tecnología desde los años 1980 hasta la actualidad ha buscado cumplir tareas del ser humano a través de máquinas y software. Esto ha llevado a producir un nivel cada vez más sofisticado de estudios sobre tecnología cuyo horizonte es la forma de vida del ser humano, y estos han conducido a la aplicación de la inteligencia artificial a las máquinas. La tecnología acompaña al ser humano con el fin de que se desenvuelva eficientemente en los ambientes que lo rodean; es así como los procesos que realizan las computadoras, los teléfonos celulares, las tablets o páginas webs han incrementado la calidad de la vida al resolver procesos cognitivos parecidos a los del ser humano.

La tecnología impacta en la vida del ser humano porque ha cambiado la forma en que se comunica, trabaja, aprende, se relaciona, tanto que llega a tocar cada aspecto de la vida en la sociedad. El desarrollo tecnológico avanza a la autosuficiencia de las máquinas. Las variaciones en su crecimiento han estado siempre en relación con la apertura de su acceso en la sociedad. En el contexto actual, en palabras de Ni (2020), “el derecho al acceso de los estudiantes al internet forma parte de la cultura social de la era digital, nadie puede cesarlo ni rechazarlo porque el saber-hacer tecnológico coexiste con la vida humana” (p. 220).

Al ser la accesibilidad su punto de ruptura en cada período, es posible observar cómo los aspectos sociales y morales afectan a la tecnología constantemente y la conducen a su maduración. Se puede observar también cómo aportes ideológicos, como los de GNU, resaltan con más fuerza dentro de todo el proceso histórico. Es imposible negar cómo su colaboración influye contundentemente en el desarrollo de la accesibilidad de las nuevas tecnologías y vuelve a estos valores como propios del internet de hoy en día. Muchas de los desarrollos tecnológicos descritos se adhieren a estos fuertes valores sociales asociados a un ideal de justicia social sobre el conocimiento, sean plataformas de código abierto o no.

Así mismo, el concepto *aprendizaje combinado*, que con el tiempo se describe como una combinación del aprendizaje tradicional y *online*, se ha transformado y a la vez ha transformado al ser humano, pues el desarrollo de las tecnologías vuelve inevitable la combinación de las dinámicas entre lo análogo y lo digital: la tecnología y el aprendizaje se han vuelto inseparables y su correcta inmersión en el contexto educativo puede resultar la vía para prevenir o educar hacia un uso constructivo. La historia de la tecnología es compleja y diversa en aproximaciones y, como todo proceso histórico, cobija un conjunto de cambios y de personajes, cuyas dinámicas han dado como resultado una cada vez más acentuada circulación de información y de conocimiento que, de acuerdo con cada época, se mueve y vuelve a desarrollar con diferentes aproximaciones.

Este recorrido histórico del acceso al conocimiento, como se ha descrito en esta pequeña muestra de la historia de ciertos softwares y plataformas, es un testimonio del avance tecnológico. Desde principios del siglo XX se ha visto al ser humano esforzándose por intercambiar conocimiento, como en los encuentros internacionales entre científicos americanos y europeos con respecto al descubrimiento de las proteínas y, nuevamente, a finales del siglo se puede contemplar este esfuerzo tecnológico por comunicarse e intercambiar conocimiento, aunque ello implique grandes transformaciones. Este afán de comunicación responde a las imposiciones de la cultura, la economía y a distintos aspectos relacionados con las costumbres del ser humano. A su vez, afecta positiva y negativamente al ser humano, al que conduce a una lucha por relacionarlo adecuadamente con la tecnología y el planeta.

(Fase 03)

7.4. Selección de los principales RDD para el análisis

Para la selección de los RDD, se completó la matriz de la Tabla 9 A. Ver también el Anexo B, matriz de datos, pestaña Obj1-f2-mt02.

Principales RDD, periodo 2000-2005

La primera década del siglo XXI fue un periodo crucial en el desarrollo de la tecnología educativa, especialmente entre los años 2000 y 2005. Durante este tiempo, se observó una notable expansión y evolución en los RDD, lo que reflejó

un cambio en la manera en que la tecnología se integraba en el ámbito educativo. Empresas y desarrolladores apostaron por soluciones educativas digitales que abarcaban desde juegos interactivos hasta enciclopedias digitales, y con ello revolucionaron el aprendizaje interactivo y el diseño gráfico en la educación. Esta tecnología daba cuenta de las tendencias tecnológicas de la época que moldearon la forma en que los niños interactuaban con la tecnología y abrieron nuevas vías para el aprendizaje y la inclusión en la era digital.

Vtech fue una de las primeras empresas de tecnología en apostar por la inversión y el desarrollo de RDD. Apeló a que el mercado de la época no apostaba por los juguetes didácticos, que se ofrecían a los niños productos demasiado simples y que lo que estos consumían sin aburrirse, la televisión, era un producto perjudicial y no diseñado para ellos, subestimaban así la verdadera demanda que podía tener este nuevo segmento de consumidores (Calderón, 2014).

Desde los años 1980 Vtech comenzó a incursionar en productos de aprendizaje electrónico y, como se puede observar en el recorrido histórico de su sitio web, en 1986 presentó su primer ordenador infantil llamado Talking-Whiz Kid. Paralelamente producía tecnología doméstica y otro tipo de hardware y software, pero fueron los productos didácticos su verdadera innovación en las décadas de 1980 y 1990. Esta iniciativa respondía a los cambios que estaban ocurriendo en el mundo: el inicio de la llamada era digital donde había empezado ya el consumo de ordenadores personales. Vtech, yendo de la mano, usa la tecnología de su época para innovar y tratar de satisfacer diferentes necesidades, así cubre un mayor grupo social para incluir a los niños en la nueva era digital. El resultado es una tecnología didáctica para un consumidor hasta entonces olvidado.

El desarrollo de sus sistemas de aprendizaje repercutió internacionalmente desde mediados de la década de 1990, cuando las interfaces de estos dispositivos ofrecían a los niños aprender matemáticas, gramática, geografía o ciencias de manera simple, pero interactiva, por lo general a través de una pantalla LCD de puntos con íconos predeterminados, un teclado y un *mouse*, emulando a los productos de Windows y Apple. Básicamente todas las interfaces de estos juguetes didácticos parten de la misma idea y ofrecen una dinámica similar, como el modelo de ordenador Genio 9000, de 1996, el más vendido a nivel mundial (VTech Electronics Europe, s. f.). Desde esta década su recorrido se expandió a sedes

internacionales y se popularizó en países como Estados Unidos, Francia, Alemania y España, y luego en el resto del mundo.

El uso de sus productos se intensificó en la década del 2000 con su sistema de aprendizaje Vsmile. Vtech continúa en el mercado en la década de 2010 cuando siguió desarrollando sus productos y se mantuvo como una empresa pionera en la producción de sistemas de aprendizaje para niños. Sus consolas y laptops infantiles fueron altamente demandadas en el ámbito doméstico como en el escolar y hasta finales de los años 2010 continuaron vendiendo y usándose sus productos, incluso adaptándose a nuevas tecnologías como smartwatches y Netflix.

Encarta fue una de las primeras enciclopedias digitales, entre algunas anteriores a esta existían *Campton's Interactive Enciclopedia* o *The new Grolier Multimedia Enciclopedia*. Estos nuevos formatos funcionaban en conjunto con enciclopedias clásicas, es decir, aquellas en formato libro que poseían ya una trayectoria reconocida en cuanto a recopilación de información de conocimiento general para el uso común de la sociedad, sobre todo para profesores y estudiantes. Encarta fue desarrollada por Microsoft en 1993. Los primeros años poseen una interfaz sencilla, pero interactiva, que luego se va actualizando en conjunto con su contenido, cada ciertos periodos, varias veces al año. La información de este contenido se agregaba a través del lanzamiento de su nuevas versiones y se ampliaba gracias a los derechos que pagaba a enciclopedias clásicas para agregar y actualizar su información y que el equipo de Encarta debía revisar y actualizar.

Todo este contenido académico y científico que planificaban ofrecer estaba respaldado, montado y desarrollado por diversos grupos multidisciplinares de profesionales, como antropólogos, historiadores, músicos, diseñadores gráficos, programadores, entre otros. En 1995 su interfaz ya ofrecía recursos multimedia y "se amplía con imágenes, video y audio y el consabido hipertexto" (Gómez y Martínez, 2003, p. 50). Estos permiten la conexión entre el formato CD-ROM y el internet, y a su vez un contenido mucho más atractivo. Su distribución al principio fue en el formato indicado y luego, en 1997, en formato DVD (Gómez y Martínez, 2003) En los inicios de la década del 2000 se agrega en la world wide web.

En la década de los años 1990, la sociedad misma participaba ya de la era digital en su vida cotidiana, sin embargo, el internet aún no era tan asequible y por

tanto su uso era limitado, así que su interfaz de más fácil acceso que su competencia, su fuerte promoción y un cómodo desenvolvimiento gracias a un sistema operativo funcional hizo que Encarta adquiriera el éxito y la popularización que consiguió en esos años. En 2004, Microsoft lanzó Mi primera Encarta como una adición dirigida a un público más específico, mientras que Encarta era una enciclopedia digital diseñada para un público amplio, tanto profesores como alumnos. Una comparación entre Encarta, Compton's New Century Reference II y Grolier Multimedia Encyclopedia, destacó que la primera era la más versátil de los tres, lo que la hacía accesible para una amplia variedad de grupos demográficos, desde estudiantes de escuela primaria hasta niveles educativos superiores. Con el tiempo y el crecimiento de lo *online*, Microsoft habilita un permiso limitado para que los usuarios puedan editar la información de su contenido.

La popularización de Encarta fue superior al resto de enciclopedias de su época, pero el internet se hacía cada vez más sofisticado, asequible y popular, y con ello el servicio de las enciclopedias CDROM se volvió obsoleto. Dado que Microsoft basó todo el éxito de Encarta en su distribución en un formato físico (Iglesias Fraga, 2019) ya no respondía a las necesidades del futuro mercado digital; el acceso gratuito y la veloz capacidad de actualización de información, frente a la lenta y estática capacidad de estas enciclopedias para actualizarse y almacenarse provocaron el decrecimiento en su demanda hasta el año 2009 cuando Encarta decidió cerrar y parar su venta (Iglesias Fraga, 2019).

Gcompris es parte del proyecto GNU, que es un sistema operativo de software libre, más conocido como Linux. El proyecto fue creado por Richard Stallman quién lo inició en 1983 (Proyecto GNU, s. f.). Este grupo es una fundación que defiende y promueve los aspectos sociales de los softwares y la programación desde los años 1980 hasta la actualidad, bajo el nombre de Movimiento de Software Libre. La filosofía de todo este proyecto se podría definir y resumir en el título de uno de los libros de su fundador, Richard Stallman: *Free Software, Free Society*. El software fue creado por Bruno Coudoin quien, en vista de que Linux no ofrecía un software educativo, comienza a desarrollarlo, y poco a poco se da a conocer debido a sus propiedades de software abierto y gratuito. En este CD-ROM se encuentran comprimidas más de cien actividades y juegos educativos que enseñan ciencia, matemática, gramática, geografía, entre otras áreas. Bajo la

ideología de los valores de software libre, Gcompris fue creado como una aplicación educativa de Linux para un uso inclusivo y global, por lo que se motivó su desarrollo en más de 50 idiomas y su distribución a la mayoría de los países posibles, incluyendo países en vías de desarrollo.

DK multimedia fue una extensión de la editorial DK o editorial *Dorling Kindersley*, que se dedicó al desarrollo de contenido multimedia didáctico en formato CD-ROM, adaptando muchos de sus proyectos editoriales a este nuevo formato. De acuerdo con el Instituto de Comunicación de la Universidad Autónoma de Barcelona (2000): "en 1995, el Grupo Zeta, crea una división dedicada a software educativo llamada Zeta Multimedia" (p. 171), este grupo editorial español en auge de la época, comercializa los programas de DK y así se traduce y adapta su contenido al español, expandiéndose a un público hispanohablante. La iniciativa detrás de los softwares que desarrolló y su apuesta por nuevas herramientas tecnológicas le generaron gran popularidad y se convirtió en uno de los pioneros en diseñar un software más sofisticado. El mérito de DK Multimedia en la historia de lo multimedia recae en haber notado, valorado y aprovechado el esencial papel del diseño gráfico en el desarrollo multimedia.

En los años 1990 la demanda por lo multimedia crecía cada día, pero su nivel de sofisticación era aún pobre debido a los límites tecnológicos de la época, sobre todo en el desarrollo de las interfaces de los softwares, estos venían siendo diseñándose por informáticos y programadores, y no por especialistas en el tema, como diseñadores gráficos. Esto refleja el momento de transformaciones, crisis y oportunidades que ofrecía esta nueva y desconocida era digital, en la que interfaces como las de estos softwares educativos coadyuvaron al desarrollo histórico de lo digital, sobre todo aquellos que marcan tendencias y progresos como DK Multimedia. Autores de la época explican este cambio novedoso de la siguiente manera:

Un caso paradigmático del salto cualitativo que se produce en los productos multimedia con una especial preocupación por el trabajo gráfico de las pantallas sería el de las obras de referencia de *Dorling Kindersley*. No es extraño que fuera este packager inglés quien liderara las ventas internacionales a otros editores de productos multimedia en los años 93 y 94. (Matas, 2001, p. 74)

Zeta Multimedia fue una de las empresas que empezaron a apostar y a dedicarse al desarrollo de este tipo softwares, su relevancia recae en varios aspectos sociales y tecnológicos, como haber abierto nuevas estrategias tecnológicas y difundir el mundo multimedia a un nuevo público, España y Latinoamérica, como también por fomentar iniciativas en la producción local. Gracias a Zeta Multimedia, los softwares desarrollados por DK llegaron a nuevas regiones, aumentando así su popularidad. Según el informe de Comunicación de la UAB del año 2000, "las empresas de producción o comercialización multimedia, entre ellas Zeta Multimedia, duplican su actividad en un año y en 1998 llegan a poseer una gran actividad empresarial" (UAB, 2000, p. 173).

La popularización de los softwares educativos es compleja de especificar pues no coincide con los años de creación, esto se debe a diversos factores geográficos y de comunicación, como su distribución poco definida en estos años, pues, como afirma el mismo informe español "los canales de distribución han sido uno de los principales problemas de la industria multimedia en Europa y también en España" (UAB, 2000, p. 172). La adaptación que hizo Zeta Multimedia, sumada a las limitaciones de la época, la reciente implantación de la globalización y la era digital y los problemas de distribución, demuestran que las empresas multimedia de finales de los años 1990 tuvieron dificultades para llegar a ese público potencial de manera eficaz.

El software *Cómo funcionan las cosas*, como otros de la época, es un ejemplo de ello. Dorling Kindersley lo lanza en 1994, Zeta Multimedia lo comercializa en el año 1995, pero como esta última demuestra su mayor actividad en el año 1998, se populariza en el mercado y en la vida cotidiana de forma tardía en relación con su creación. Los años 1990 se pueden describir como ese inicio digital en el que todo comenzaba a conectarse de la manera en la que lo conocemos ahora, pero a medida en que esas conexiones empezaban también se construían. El problema de la espaciada distribución y comunicación en realidad es parte de esa limitación del contexto temporal/tecnológico. William Gibson, artista internacional de los años 1990, lo expresaba de la siguiente manera: "Creo que el futuro ya ha llegado, el problema es que no está equitativamente distribuido, algunos vivimos en el 2000-2020 y otros de nosotros en el quinto" (Pinillo, 2014, 28:04). *Cómo funcionan las cosas* se basa en el libro de David Macaulay, *The way things*

work, publicado en 1988, que tuvo gran éxito por su nivel gráfico, pero sobre todo por su contenido que desmitificaba la manera en la que hasta entonces se habían visto las grandes máquinas y los objetos cotidianos. Parte de ese éxito se debe a que comunicaba contenido científico a niños de forma amigable y llamativa. Este libro infantil alcanzó tal popularidad que DK lo adaptó a formato CDROM y a su contenido en multimedia, convirtiéndolo en un producto interactivo y acorde con la nueva era digital.

DK Multimedia posee una serie de softwares didácticos posteriores a *The way things work* como *I love Sciencs*, *I love Maths*, *My Amazing Human Body*, *Dinosaur hunter*, entre otros, que Zeta Multimedia también comercializó. *The way things work* continuó actualizando su contenido de acuerdo con los nuevos avances tecnológicos, y se adaptaba a nuevos formatos como shows de televisión y aplicaciones para tablets.

Principales RDD, periodo 2005-2010

El periodo de 2005 a 2010 en la era digital fue una etapa de transformación y avance significativo en el ámbito de los RDD. Durante estos años, se observó un notable cambio en la forma en que se accedía y se diseminaba el conocimiento, impulsado por la aparición de plataformas innovadoras como Wikipedia, Google y otros desarrollos tecnológicos. Este periodo estuvo caracterizado por la digitalización acelerada del conocimiento, una mayor apertura hacia la colaboración en línea y el surgimiento de nuevas formas de interacción digital. Estos desarrollos no solo reflejaron las tendencias tecnológicas de la época, sino que también moldearon la forma en que los niños y adultos interactuaban con la tecnología, abriendo nuevas vías para el aprendizaje y la inclusión en la era digital.

Esta parte de la era digital con desarrollos como el de Wikipedia refleja el comienzo de la digitalización del conocimiento en la web. En términos técnicos Wikipedia es un sitio web con un software de tipo wiki y acceso libre, como servicio es una de las primeras enciclopedias libre *online* cuyas propiedades llegan a ofrecerle una gran popularización. Como explica uno de sus fundadores, Jimmy Wale: la visión de Wikipedia es la de imaginar un mundo en el que cada persona de este planeta disponga de acceso libre y gratuito a la totalidad del conocimiento humano. Esta visión posee valores que el software conserva desde sus inicios. La

idea comienza como un proyecto de Jimmy Wales con ayuda de Larry Sanger, que luego de haber desarrollado softwares de distinto contenido y similares objetivos o funcionamiento, "construyen Nupedia en el año 2000, como una enciclopedia *online* cuyo contenido cerrado, es sometido a revisión por pares antes de ser publicado; como solución a ello en el 2001 crean Wikipedia como una plataforma wiki adicional a esta" (Greenstein & Devereux, 2017, p. 3). Es decir, una plataforma en la que los usuarios pueden editar colectiva y abiertamente un contenido, volviéndolas en páginas que pueden estar en constante cambio.

Las wikis tienden a provocar opiniones de desconfianza sobre su contenido, pero cabe decir que es necesario entender que son un tipo de sitios web cuya finalidad es el acceso y el conocimiento libre, esto conlleva aceptar y respetar todas las propiedades y posibilidades a las que el conocimiento se abre y la imposibilidad de marginar la participación de las personas. Las oportunidades y consecuencias de la libre cooperación en el contexto de la organización laboral típica de la sociedad conducen inevitablemente a la irritación porque la gente asume que la contribución de "otros" destruirá su propio trabajo. Simplemente no está acostumbrados a ceder el control y la responsabilidad a extraños (Ebersbach et al., 2008).

El movimiento de software libre se basa en lo que Erick Raymon formula como ley de Linus, inspirada en Linus Torwards, la cual defiende este tipo de concepto que describe resultados progresivos con el tiempo. Raymon la presentó de manera menos formal: "Dado un número suficiente de ojos, todos los errores se vuelven obvios". A esto lo llamó ley de Linus" (Raymond, 1999, p.19). Partiendo de la idea de la digitalización del conocimiento en los inicios de la web, de ese momento en la historia en el que surge la necesidad del traslado de la información en formato análogo y de acceso limitado, a la web, se puede observar su sincronización con la idea de las wikis, es decir, animar a una participación y colaborativa con el fin de proveer información de diversas utilidades o intereses. A pesar de las características que pueden llegar a apreciarse como demasiado libres, wikis como Wikipedia, toman decisiones por concenso y poseen mecanismos de revisión para ciertos casos.

Un estudio sobre Wikipedia y sus características colaborativas explica que:

No hay autor identificable ni comentaristas, ni director de trabajo, el protagonista es el conocimiento y pese a lo que se estimaba en sus comienzos, que los contenidos no iban a ser confiables porque cualquier persona podría editar lo publicado por otra, la Wikipedia contiene muchísima información... como se espera de una biblioteca, que en este caso es nutrida de contenidos cada día. Lo llamativo del proyecto, no es solo que espontáneamente miles de personas colaboran en numerosos idiomas; sino que el grado de rectificación y de edición que cualquier autor tiene es altísimo. (Andrade, 2004 p. 83)

Wikipedia nació como una extensión de Nupedia para poder ofrecer contenido menos burocrático, con mayor apertura y flexibilidad, y de esta forma apearse a los valores de la filosofía del movimiento de software libre que se propagaba en la época. La divulgación de estos valores en la comunidad de la programación empezó a influir en muchos proyectos de softwares que los hacen llegar a cambiar la manera en que funcionan y con ello no solo lo que consumen sus usuarios, también la manera en la que los usuarios reciben y juzgan ese contenido. Es así que frente a la gran aceptación que recibe Wikipedia se cierra Nupedia en el 2003. Luego la demanda de los usuarios cambia y llegó a convertirse en "el sitio de investigación más popular de Internet en 2005" (Greenstein & Devereux, 2009, p. 2). Este crecimiento se mantiene gracias a la Fundación Wikimedia que financia el proyecto y continúa manteniendo los ideales de software libre.

Los valores del software libre son determinantes en el cambio que empieza a notarse en la historia de la tecnología y en el cambio de tecnología que presentan también las épocas que propone esta tesis. Es decir, la idea de software libre, sumada a valores sociales y culturales atestiguan el valor y popularidad que lo *online* llegaba a adquirir, y con ello empieza un momento de desarrollo de empresas y softwares que tratan de aprovechar las propiedades de lo virtual para generar proyectos innovadores y novedosos. Esto se puede notar en los cimientos o en la aparición de softwares como los que emprende la MIT o GNU, cuya planificación data de la década de los años 1990.

Con el tiempo esta filosofía que hereda indirectamente Wikipedia de su antecesor le ha provocado ambigüedades, desconfianza y críticas a su contenido, por no usar métodos que demuestren ser rigurosos o de una alta fiabilidad, en

cuanto a sus fuentes y a la manipulación o actualización de su contenido. Como contraparte, Wikipedia continúa en su empeño de promulgar valores de acceso libre, entra en el uso de licencias de código abierto como GNU (GFDL) para proteger su contenido. Lo que hace este tipo de licencias es ofrecer al software de tipo libre sus propias licencias y seguridades acordes con sus características:

El propósito de esta licencia es hacer que un manual, libro de texto u otro documento funcional y útil sea "gratuito" en el sentido de libertad: asegurar a todos la libertad efectiva de copiarlo y redistribuirlo, con o sin modificarlo, ya sea comercial o no comercialmente. En segundo lugar, esta licencia preserva para el autor y el editor una forma de obtener crédito por su trabajo, sin ser considerado responsable de las modificaciones realizadas por otros ... Hemos diseñado esta Licencia con el fin de utilizarla para manuales de software libre, porque el software libre necesita documentación gratuita. (párr. 2)

Google es una plataforma *online* cuya función es la de un motor de búsqueda que ellos mismos definen de la siguiente manera: Nuestra misión es organizar la información del mundo y hacer que sea útil y accesible para todos (Google, s. f.). El software fue desarrollado por Larry Page y Sergey Brin en 1995 con el nombre de Backrub, y en 1997 se renombra como Google (Google, 2009, 0:09). Su nacimiento como motor de búsqueda había iniciado como un proyecto de investigación durante el año 1996 (Google, 2011). En 1998 se publicó en un artículo científico la construcción del algoritmo que es la base de su funcionamiento.

Luego, en ese mismo año, la página web se lanzó oficialmente y poco después fue la presentación formal con su imagen. "Lo que ocurría en ese momento era que se estaba produciendo una gran avalancha de contenido en la web, la mayor explosión de información que jamás había sucedido hasta el momento, y cada vez resultaba más difícil encontrar el contenido que se buscaba" (Google, 2011, 0:45). El estudio y la preocupación de los dos fundadores con respecto al funcionamiento internet y al estado caótico de las búsquedas en esos años, llevaron a que crearan una forma novedosa y eficiente de buscar en la web.

William Gibson explicó en una entrevista en 1996 que habría gente que trabaje navegando y buscando información en la web para otros, porque, según él, existía una necesidad real al respecto, la realidad en aquel entonces convertía

al internet en una monstruosa pérdida de tiempo, en la que se corría con muchas posibilidades de quedarse sentado buscando para siempre algo sin encontrarlo (Rosenberg, 2009)

Google se ha transformado en un motor de búsqueda universal que ha llegado a conseguir grandes avances en la interacción del usuario, con el fin de llegar a ofrecer respuestas cada vez más complejas. Es también una biblioteca universal y no solo una herramienta tecnológica sofisticada y es uno de los recursos didácticos más usados, formal e informalmente. Más allá de proveer todo tipo de información, la eficiencia y popularidad que ha llegado a desarrollar la ha convertido en una inevitable herramienta o medio para el estudiante y el aprendizaje. Los productos o aplicaciones que ha lanzado como parte del conjunto Google se orientan a la enseñanza y el aprendizaje (Google Maps, Google Academy, Google Docs, Google Translator o Google Classroom), algunos son también motores de búsqueda especializados.

Con el tiempo Google ha organizado y agrupado sus aplicaciones y las ha empezado a ofrecer a instituciones académicas como recursos didácticos bajo el nombre de Google Workspace for Education Fundamentals. Sin embargo, su website original fue la primera interfaz de búsqueda que se adaptó de tal manera a sus usuarios, que el uso didáctico es una característica propia de Google como buscador. Millones de personas realizan búsquedas diariamente con preguntas de tipo cómo o qué es; sobre colores, objetos, definiciones, instrucciones, datos históricos, ubicaciones geográficas, etc.. Motivados por responder las inquietudes por ofrecer un tipo de contenido más amplio agregaron la herramienta del buscador de imágenes en el 2001 (Google, 2011).

Con el tiempo, se han escrito muchos artículos, blogs y noticias sobre cómo Google es o puede ser usado como un recurso didáctico. En la década de los años 2000 universidades, colegios y escuelas ya empiezan a atrabajar usando Google, así como grandes instituciones como universidades de la Unión Europea, la MIT, la NASA, entre otros, colaboraban con la empresa de Google con el fin de volver más eficientes las búsquedas de material científico académico. En el 2004 el servicio de información de la Comisión Europea comunicaba:

Desde hace algún tiempo, Google ha estado indexando páginas web universitarias, pero con este nuevo proyecto pretende que los usuarios de

Internet limiten sus búsquedas de material de investigación a estas bibliotecas universitarias. Con ello se espera ayudar a que la gente encuentre resultados relevantes de entre la cada vez más intrincada información que hay disponible en Red, así como promover la publicación gratuita de las investigaciones y la circulación de ideas. (párr. 3)

La interacción entre Google e instituciones académicas es constante y se ha vuelto esencial para el diseño de sus metodologías.

En el 2014 se lanzó Google Classroom, una inmersión y colaboración entre la academia y Google, como afirma Zach Yeskel, jefe del proyecto: "el sistema se ha probado en institutos educativos que van desde el jardín de infantes a universidades, y todo el mundo lo ha podido usar sin problemas" (Infobae, 2017, párr. 2). En esta interacción participan alumno profesor, y se mantienen tecnológicamente actualizados sus métodos y resultados, "Google Drive, Google Maps, Google Sites, YouTube... A través de todos ellos, se ha potenciado una serie de aspectos transcendentales en la formación actual tanto a docentes como a estudiantes" (Ambròs Pallarès & Ramos Sabaté, 2017, p. 71).

El internet, como una nueva tecnología, tuvo un crecimiento progresivo desde los primeros años de la era digital y despegó de una manera continua pero sectorizada debido a las limitaciones tecnológicas y de distribución, barreras que se iban derrumbando por su constante y veloz crecimiento. Softwares *online* como Wikipedia o Google demuestran un crecimiento con respecto al del internet, además de haber sido esas primeras herramientas que aportaban a un amplio público novedosas posibilidades, por ejemplo: "Wikipedia también tuvo la suerte de ser oportuno. No tenía una estrategia de marketing para atraer tráfico cuando se fundó, pero el auge de Google ayudó enormemente" (Greenstein y Devereux, 2009, p.15). Con ese inicio partieron con fuerza debido a sus contribuciones tecnológicas y a aquellas limitadas características del internet de aquel entonces con respecto a su uso y acceso.

La curiosidad temprana e interés de sus fundadores por los patrones del funcionamiento del internet condujo a un estudio profundo del campo más allá de su uso como plataforma de búsqueda, lo que llevó a que la empresa se ramificara y con ello aumentara su capacidad para ofrecer contenido, productos y servicios tecnológicos que cubren diversos aspectos de la vida cotidiana. Un ejemplo de

ello es su apuesta por la publicidad *online* con Google adds, una de sus primeras extensiones, con la que inicia ofreciendo publicidad y trabajando con alrededor de 300 negocios (Google, 2009).

Al mismo tiempo esta capacidad de ofrecer productos y servicios tecnológicos diversos, muestra el progreso de la empresa a través de cada una de sus apariciones a lo largo de las décadas del 2000 y del 2010, y mantiene la innovación y éxito hasta la actualidad. Aplicaciones como Google News en el 2002; Gmail en el 2004; Google Maps en el 2005; la unión de YouTube en el 2006; luego se incorporan Google Apps y Docs, que funcionan como computación basada en la nube; Google Pixel en 2012; Google Classroom en 2014; Google Home en el 2016, entre tantos otros.

Ya en los primeros años de Google como website y empresa se ve concretado el ideal de la democratización del internet. El crecimiento y popularidad de la empresa ocurrió en el periodo 2001-2007, cuando se fijó como el buscador *online* y la empresa más exitosa. En ese tránsito, ha ayudado a digitalizar a empresas alrededor del mundo, acomodándose en las nuevas dinámicas digitales del contexto actual.

Brain POP es una plataforma de recursos educativos *online* de financiación privada. En sus inicios se dedicaba a producir contenido multimedia propio de la época, como animaciones educativas cortas y tests para niños, con el tiempo fue desarrollando "aprendizaje móvil, seguimiento del aprendizaje de estudiantes, aprendizaje basado en juegos, evaluación personalizada, entre otros servicios" (Linkedin, s. f.). Surgió de la iniciativa del pediatra Avraham Kadar, cuya pasión por la medicina y la investigación lo llevan a intentar enseñar a sus pacientes más jóvenes cómo funcionan las enfermedades o el cuerpo humano sin tener que recurrir a un lenguaje muy formal o complicado. Observó que "si los pacientes podían entender qué les sucedía, tendrían menos miedo de estas" (BrainPOP, 2020, 1:58). Es decir, Brain POP nació para explicar cosas a los más jóvenes. La idea del proyecto era crear videos cortos que explicaran cosas complicadas sobre todo de medicina, pero de manera sencilla, con caricaturas y bromas. Se construye con poco presupuesto y un solo empleado, el encargado de crear las animaciones, y Kadar se encargaba de la información de ese contenido.

La página web se lanzó en 1999, momento de inicio de la era digital, cuando el internet aún no poseía rapidez de acceso, "en los primeros días de Internet, las películas tardaban una eternidad en cargarse. Para darles a los niños algo que hacer mientras esperaban, el equipo creó un breve cuestionario" (BrainPOP, 2020, 3:05). En el 2001 empezó su expansión, su equipo de trabajo crecía y se agregó mayor contenido al que ya había de medicina (matemáticas, historia, ciencias naturales...) y con ese contenido empieza su popularidad. En el 2006 crearon una website especializada para niños de 3 a 6 años. En la década del 2010 padres y profesores ya lo usan como parte de su enseñanza, sus nuevas herramientas de video motivan a alumnos a crear sus propios videos educativos, y se suma a la iniciativa de incluir dispositivos digitales como herramientas en las clases.

Scratch es un software libre de tipo didáctico *offline* y *online*, con un lenguaje de programación educativo de gran influencia dentro del recorrido del desarrollo de software didáctico. Su intención fue acercar desde temprano y de manera entretenida a niños al lenguaje de la programación. Según los reportes de su web oficial, fue desarrollado en el año 2003 en los laboratorios del Instituto de Tecnología de Massachusetts, MIT, gracias a una subvención de la *National Science Foundation*, y fue lanzado al público en el 2007 (Scratch, 2019). Su propuesta era una apuesta nueva, pero necesaria dentro de la era digital que ya había empezado su expansión.

Su primera versión en el año 2007 funcionaba *offline* y su website funcionaba como un blog para la interacción entre usuarios; debido a su acceso gratis y libre, su uso y popularidad no se veían obstaculizados. A medida que Scratch crecía iba actualizando y puliendo sus versiones, y con ello sus interfaces y expansión. Durante estos primeros años, Scratch realiza conferencias y trabaja con educadores para promocionar su uso en la escuela. En la versión 1.4, lanzada en el 2009, agregó renovados elementos que hicieron que el software se desarrollara con éxito antes de salir una nueva actualización, que incluía su versión en cuarenta idiomas y un editor *online*. Según su sitio web, en el año "2010 la comunidad en línea de Scratch llega a un millón de miembros" (Scratch, 2019).

Durante los últimos años de la década del 2000, la plataforma adquiere tal popularidad que sus usuarios crean un sitio wiki sobre esta, y luego, en el 2009, el equipo de Scratch decidió apoyarla e incorporarla en su website, convirtiéndose

en una wiki creada por los mismos usuarios, apoyada por la MIT. Según las estadísticas de su sitio web, del año 2009 al 2010 su actividad se acrecentó y mantiene alcanzó un crecimiento del doble de usuarios. Scratch 2.0 fue la segunda versión después de Scratch 1.4, ambas versiones conservaron interfaces similares que atrajeron la demanda educativa y recreativa. Los cambios más notorios se dieron en el salto de la versión 2.0 a la 3.0, lanzada en el 2019, con ellos se vuelve más conocida y su valor todavía se mantiene.

Principales RDD, periodo 2010-2015

Entre 2010 y 2015, se observó el auge de RDD, lo que marcó un período de innovación y expansión en el ámbito educativo digital. Esta era estuvo dominada por plataformas como Khan Academy y Coursera, que transformaron radicalmente el acceso a la educación de calidad a la que democratizaron a escala global. Estas plataformas no solo ofrecieron cursos en línea abiertos y masivos (MOOC), sino que también introdujeron nuevas metodologías de aprendizaje, aprovechando la interactividad y la gamificación.

En este periodo, Khan Academy emergió como una organización sin fines de lucro que revolucionó la educación gratuita en línea, mientras que Coursera, fundada por académicos de Stanford, se estableció como una plataforma líder en ofrecer cursos virtuales con certificados de universidades prestigiosas. Esta tecnología exhibió un cambio paradigmático en la educación: el aprendizaje se volvió más accesible, personalizado y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes de todo el mundo.

Khan Academy es una página web educativa de videos que se ha convertido en una organización sin fines de lucro, basada en donaciones. Fue creada por Salman Khan, quien fundó y lanzó el software en el año 2007 con el propósito de ofrecer educación gratuita. La idea surgió para ayudar a los niños con sus tareas, y luego se transformó para compartir conocimiento a cualquier persona del mundo. Salman Khan es un informático, matemático y profesor de ascendencia india, que luego de graduarse de la MIT y mientras trabajaba de analista en fondos de inversiones en el 2004, empezó a ayudar a familiares dando clases de matemáticas. Con el tiempo, le sugirieron que las publique: "me decían que me preferían a mí en Youtube que en persona" (Khan, 2011). Pronto, sus tutoriales

publicados en Youtube se popularizaron, recibía comentarios y mensajes sobre su efectividad. Sus convicciones sobre un aprendizaje gratis y al ritmo que los niños necesitan lo llevaron a dedicarse a las lecciones y a dejar su trabajo. Poco después Bill Gates mencionó que usaba los cursos de Khan Academy para enseñar a sus hijos (Martins, 2013).

Shantanu Sinha, uno de sus fundadores, explicó cómo Khan Academy se salía de la definición del e-learning que se popularizaba en la época: "No es una experiencia de online *learning*. Las experiencias de *elearning* tratan de aplicar la clase física *online*. Nuestra diferencia es que estamos focalizados en cómo mejorar la experiencia de aprendizaje, incluso si estás en una clase física" (Pantaleoni, 2013, párr. 4). En el 2013 se vuelve evidente su crecimiento, se expande alrededor del mundo convirtiéndose en uno de los primeros cursos *online* con base en tutoriales de YouTube que se considera apropiado incorporarla como herramienta en las escuelas. Los medios de estos años describían a la plataforma y a este nuevo formato de cursos como revolucionario, como el nuevo modelo de enseñanza o como la educación del futuro: "todos se cuentan entre los usuarios de un programa de lecciones en internet que está revolucionando la educación tradicional y ya tiene adeptos en más de 200 países" (Martins, 2013, párr. 1). El primer centro educativo estatal en aplicar Khan de manera piloto fue el colegio Donostiarra San Ignacio de Loyola. Su contenido comenzó a traducirse, y se optimizó el acceso libre y mundial que buscaba en el inicio el proyecto.

Khan Academy es una de las plataformas educativas online contemporáneas a la popularización de las Massive Open Online Courses (MOOC) y a la colaboración abierta en los inicios de la década del 2010, posee un código con licencia *Creative Common* que no está disponible para modificación, pero sí para su visualización, ofreciendo luego algunas extensiones del proyecto con código abierto. El jefe de la arquitectura del software, John Resig, lo explicaba de la siguiente forma: "Quería construir a partir del modelo de código abierto. Quería que el código fuera el frente y el centro, y no solo se mostrara el contenido gráfico, incluso cuando no es un ejercicio de programación" (DeCausemaker, 2014, párr. 4). Alrededor del 2014 se divulgó con fuerza el desarrollo de código abierto, y se afirmaba que otra vía de innovación potencialmente eficaz sería el desarrollo colaborativo de código abierto (Cabrera y Le Renard, 2014). La idea de lo

colaborativo para innovar y producir proyectos o sistemas crece de la mano con una tecnología que promovía la idea del trabajo colaborativo.

El código y la colaboración abiertos se vuelven inevitablemente relacionales e ideales para la enseñanza *online* que buscaba una educación gratuita a nivel mundial. Las ideas que fomenta el código abierto influyen y a la vez son compatibles con la misión de la plataforma que, además de enseñar programación, permite que sus estudiantes experimenten con sus códigos, como afirma el arquitecto de la plataforma sobre sus colaboraciones con la NASA:

Aunque no es obligatorio, quería mostrar el código. Las personas interesadas en el espacio pueden mirar la simulación, verla y decir "Oye, ¿cómo funciona esto? ¿Cómo puedo aprender más?" Puedo entrar y modificar la simulación, guardarla como mi propio spin-off y hacer los cambios que quiera. Ese es el modelo que hemos adoptado aquí. (DeCausemaker, 2014 16:10)

Open Source o Código Abierto se refiere a un código de softwares que poseen su fuente disponible al público y gratuita para su modificación o redistribución. El Movimiento de Open Source es una derivación del Movimiento Software Libre de los años 1980 que, en busca de una adaptación o reformulación de su discurso a un contexto comercial, elige la nueva terminología para poder conseguir modelos de negocios más favorables. En el 2014 se observa ya las altas expectativas por lo Open Source por los resultados en términos de contenido como de tecnología y sistemas de apoyo. Se promocionan sus innovaciones de los mercados más desarrollados a los emergentes, ya que las soluciones producidas por universidades de trayectoria están disponibles de forma gratuita para los nuevos usuarios, a menudo instituciones menos dotadas que luego pueden convertirse en impulsores de innovación adicional (Cabrera y Le Renard, 2014).

El contenido que ofrece Khan Academy incluye las clases de las escuelas y cubre áreas académicas como matemáticas, ciencia, programación, historia e historia del arte, que se ofrecen con un tono amigable, informal, motivador y con un toque lúdico. La popularidad y confianza que expresa su contenido se ve respaldado por los convenios que mantiene con instituciones como la NASA, el MOMA, la Academia de Ciencias de California y el MIT (Khan Academy, s. f.) Desde sus inicios, la plataforma se encontraba vinculada con Youtube, Google y

Facebook para poder mostrar su contenido didáctico y para que los usuarios pudieran tener seguimiento de sus progresos, de los ejercicios realizados, de los videos que han visto y de las áreas que aún no dominan (Viñas, 2011).

Al incluir la plataforma en escuelas y colegios, el uso del internet e innovadoras maneras de enseñar empiezan a cambiar las dinámicas de clases que se sirven de dispositivos electrónicos, lo que se prolonga en el diseño de las interfaces de los teléfonos celulares que expanden las posibilidades de la enseñanza y la experiencia de los usuarios. Se pueden notar estos rasgos en declaraciones de Shantanu Sinha:

Muchos de nuestros usuarios son escuelas que usan estas vídeolecciones en el interior del aula. Permite cubrir carencias que puedan tener en la clase, permite que el profesor pueda tener una mayor información de lo que saben sus estudiantes... no es algo que solo es *online* y exclusivamente relacionado con el ordenador. (Pantaleoni, 2013, 10:15)

Duolingo es una plataforma web creada en 2009 por Luis Von Ahn, profesor en ese entonces en la Universidad Carnegie Melon, con ayuda de Severin Hacker. El proyecto se trabajó con expertos en lingüística y retención de idiomas y se lanzó al público en el 2012. Tomó como base una problemática que presentaba el internet de la época con respecto a su accesibilidad: a pesar de su uso masivo, aún presentaba limitaciones, la información se encontraba en inglés y la tecnología desarrollada para traducción automática aún no era por completo funcional, así que si se desconocía el idioma inglés no era posible acceder a una gran parte de la web. Los dos fundadores partieron de la pregunta: ¿cómo podemos conseguir que 100 millones de personas traduzcan la web a los principales idiomas, gratis? Duolingo buscó conseguir que, aprendiendo un idioma, se traduzca la web.

La empresa basó sus ideales en expandir el acceso libre al conocimiento, como sus políticas describen: "creemos que la verdadera igualdad es cuando la mejor educación es accesible para todos, no importa cuánto dinero tengas" (Duolingo, 2022). En los años de la construcción de la empresa crecía la demanda por la aplicación gracias al rápido y cómodo acceso que el internet implicaba. Duolingo como otras empresas expanden su contenido de forma rápida: "desde entonces hasta 2019, nuestro crecimiento se debió únicamente al boca a boca positivo, no hicimos publicidad ni marketing" (Smale, 2020, párr. 17).

Captcha fue un desarrollo anterior a Duolingo que Luis Von Ahn puso en marcha en Carnegie Mellon tras estudios en criptografía y e internet durante los años 2000. Estos softwares utilizan tecnología de búsqueda e identificación de palabras e imágenes, lo que afinó las búsquedas y el funcionamiento de algoritmos para que estos solucionen acciones cada vez más complejas y brinden resultados más sofisticados, un avance a nivel de la historia de la tecnología y el internet. Captcha es un método de seguridad y un sistema basado en el test de Turing que consiste en poner a prueba el conocimiento de una máquina o una persona. Al identificar las palabras que muestran los captchas, el usuario puede autenticar que no es un programa de computadora al tiempo que colabora descifrando palabras que aún esos sistemas no son capaces de identificar.

Luego de diez años de estudio en Carnegie Mellon y de su uso alrededor del internet, se renombra Recaptcha, y el motor de búsqueda de imágenes de Google, cada vez más complejo gracias a este sistema, lo adquiere en el 2009. Desde entonces se lo empieza a emplear para digitalizar contenido, y así las palabras que a veces muestran los recaptchas "son palabras de viejos libros físicos que Google está digitalizando, y que su software tiene ciertas dificultades para descifrar" (Smale, 2020, párr. 30). En el 2014 alcanza 12,5 millones de usuarios en todo el mundo y Apple la escoge como la aplicación del año por el modo en que funciona: su interacción con el usuario es cómoda y dinámica, el usuario la consume como una aplicación que educa y entretiene.

A finales de la década del 2000, la tecnología empieza a concentrarse en el desarrollo de herramientas para brindar experiencias confortables a los usuarios. Las técnicas de ludificación en recursos digitales aparecen a inicios de la década del 2010, con el término inglés *gamification*. Con ello se propone una nueva dinámica en la experiencia de usuario con el fin de motivar y entretener como medio para completar una tarea. Duolingo vuelve su uso exitoso a través de estas propiedades en su interfaz, las que lo hacen parecer una aplicación de entretenimiento más que una educativa, pero con resultados académicos óptimos.

Youtube es un sitio web de videos. Comparte y busca un tipo de contenido más complejo que el que se frecuentaba en la web de los años 1990, como diferentes tipos de clips: películas, series, videos musicales, y creaciones independientes de cada usuario. El proyecto nace de la dificultad y necesidad de subir

videos en internet, que en sus inicios presentaba limitaciones para este tipo de contenido. Luego de su lanzamiento en el año 2005, comienza a resolver problemas de derechos de autor para poder adquirir y almacenar videos, traza acuerdos con distintas empresas, productoras musicales, productoras de televisión y de cine. En el 2006 Google compra la empresa, conserva a sus fundadores y trabajadores y con este trabajo en conjunto se optimiza su funcionamiento, tras ello su contenido se populariza aún más y para junio de 2008, el 38 % de los videos visualizados en internet provenían de YouTube (Shum, 2019).

Poco a poco el número de empresas y marcas se suman a estos acuerdos con Youtube. Al mismo tiempo se incrementa el uso de los ordenadores personales en el mercado y luego el de los teléfonos celulares con mayor tecnología, y el internet se vuelve más común y accesible y económico. En sus actualizaciones se enfoca en la interacción entre el usuario y el contenido, aumenta su recurrencia hasta convertirse en un medio de producción y consumo de cultura popular. Sus características de almacenamiento de videos, su acceso abierto y colaborativo, hacen que el usuario lo convierta en una forma de expresión e incita indirectamente a que todo aquel que lo use pueda expresar y ofrecer un tipo de contenido sumamente divertido, y con ello la oportunidad de enseñar y aprender a través de videos tutoriales de Youtube.

La interactividad que ofrecía Youtube desde finales de los años 2000 les da mayores posibilidades a los usuarios en términos de colaboración e interacción. El contenido de la plataforma ostenta un claro desarrollo tecnológico, en comparación con las décadas anteriores cuando lo multimedia era limitado y poco sofisticado. Diseñar recursos para ofrecer mayor calidad en la reproducción de clips o videos conllevó un fácil y más cómodo acceso al consumo de videos en internet, y una nueva posibilidad para el usuario; ya no es un simple espectador, sino que interactúa con el contenido de una manera más dinámica y profunda, debido a todas las posibilidades que ofrece su uso. Los estudios, noticias y debates populares de la época confirman el enfoque con que apreciaba lo interactivo. Un estudio que ahonda en las propiedades de interactividad de Youtube realizado en el año 2009, da cuenta del protagonismo de las características interactivas en la plataforma:

Youtube incorpora una dimensión interactiva del intercambio, constituye un simulacro de usuario(s), que funciona como propuesta de interacción en relación al usuario empírico sentado frente a la pantalla interactiva, quien decidirá si aceptar, rechazar o intervenir. El usuario empírico de YouTube acepta un contrato de interacción. (Bañuelos, 2009, p. 14)

A lo largo de la década del 2010 los dispositivos electrónicos se vuelven cada vez más sofisticados, menos costosos y más accesibles, y se popularizan a niveles muy altos; desarrollos como los teléfonos inteligentes, las tabletas y ordenadores personales más eficientes incitan el consumo digital y la popularidad de las redes sociales, y con ello también el uso de Youtube como el buscador de videos más popular. Para la década del 2010, la cultura popular inunda a la plataforma de contenido que se actualiza, viraliza y consume constantemente, y los tutoriales de Youtube se vuelven cada vez más populares.

Tras todo esto se comienza a consumir la plataforma como una herramienta educativa que ofrece contenido educativo informal y contenido apoyado por instituciones a veces con carácter científico. Con ello comienzan los debates sobre lo amateur y lo profesional, que llevan a una democratización del uso del internet y vuelve a su contenido amplio y cuestionable, pero incapaz de negar un uso que tiene que ver con la expansión del conocimiento. Plataformas web educativas, como Khan Academy, tienen su origen en tutoriales de Youtube, muchas otras la empiezan a implementar, y con el tiempo la usan como herramienta en sus interfaces y metodologías.

Coursera fue fundada por dos profesores de la Universidad de Standford, Daphne Koller y Andrew Ng, en el año 2012. Es una plataforma de educación en línea que ofrece cursos MOOC con certificados. Como afirma Daphne Koller, su objetivo es tomar las mejores clases de los mejores profesores de las mejores universidades y ofrecerlas gratis a todo el mundo (Koller, 2012). Coursera posee convenios con un sinnúmero de universidades de primer nivel, que rápidamente se fueron agregando a su oferta para ofrecer este tipo de clases a través de material y videos explicados por profesores que poseen el respaldo académico de instituciones internacionales. En el 2012 la plataforma contaba ya con 43 cursos, con el respaldo de cuatro universidades, y una demanda de estudiantes de alrededor de 150 países. Los cursos de Coursera generalmente consisten en videos

o presentaciones de PowerPoint con voz en off, con foros de discusión dirigidos por estudiantes, actividades interactivas, cuestionarios y tareas establecidas a intervalos regulares (Chan, 2012). El inicio de la década del 2010 muestra como los cursos *online* empiezan a popularizarse y con ello también el término y la dinámica de los cursos MOOC, Massive Open Online Courses, que surge en el 2008 tras el impacto de los cursos *online* (Ruiz, 2013, p.11).

Para Cabrera & Le Renard (2014):

En el último año, ha habido una explosión en la cantidad de cursos en línea abiertos masivos, o MOOC, que se ofrecen a estudiantes de todo el mundo, a menudo sin costo para los estudiantes. Proveedores con fines de lucro como Coursera y Udacity y asociaciones de colaboración sin fines de lucro como EdX están llevando cursos a las masas, independientemente de su formación académica o matrícula universitaria. (p. 22)

Su éxito se puede observar en la popularización de los modelos de negocios de las MOOC y en la expansión que adquirieron los cursos *online* a través del uso masivo. El modelo de negocio con el que Coursera logra este éxito es un modelo que muestra el funcionamiento de los servicios de los años 2010, Coursera ofrece la posibilidad de tener acceso libre y gratuito a todos los contenidos excepto cuando se requiere asesoramiento personalizado, acreditaciones o certificados. Su modelo se identifica como *freemium models*, con la posibilidad de realizar el curso completo de forma gratuita; se cobra por algunos complementos. Este es un concepto popularizado en los modelos de negocio de la Web 2.0 (Ruiz, 2013d). Tras el desarrollo veloz de las MOOC, instituciones universitarias de prestigio, como la MIT y Harvard, apostaron por los cursos en línea, y así los contextos académicos abren debates y conversaciones sobre la efectividad y el futuro de los MOOC, como este de la Revista Forbes en el 2012: "Mientras más leo sobre Coursera y otros equipos que ofrecen cursos en línea abiertos masivos o MOOC: más me pregunto si podemos estar presenciando el comienzo de una revolución fundamental en la educación superior" (Adams, 2012, párr. 4).

Una muestra para entender el contexto tecnológico de los inicios de la década del 2010, se puede observar en la necesidad por los avances de la tecnología de los dispositivos móviles, incluso como forma de combatir el analfabetismo.

De acuerdo con Prado (2020): "En el último decenio, la tecnología de los dispositivos móviles ha llegado a los rincones más recónditos del planeta, lo que supone nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje, incluso en comunidades donde las prestaciones en educación tradicional son limitadas" (p. 233). Con respecto a Coursera y la latente búsqueda de la educación abierta y gratuita de la época, en la misma línea a favor de la tecnología móvil se expresaba:

Otra de las opciones para expandir el acceso a los cursos virtuales es mejorar las interfaces de los dispositivos móviles para ayudar a las plataformas que proveen educación virtual a que alcancen usuarios a los que no les queda fácil acceder a un computador. Esta estrategia le cae muy bien a Coursera después de ver lo que mostró un reciente estudio que revelaba que sus cursos llegaban principalmente a hombres educados y adinerados. (Collazos, 2014, párr. 9)

Dado el gran desarrollo de la telefonía celular como avance tecnológico de estos años, a través de servicios que empezaban a proveer una colaboración móvil más efectiva, como la creación y edición de documentos desde los dispositivos móviles, las empresas, organizaciones privadas y gubernamentales comienzan a estudiar esta tecnología en búsqueda de su uso en las escuelas, como el trabajo de la Unesco en colaboración con gobiernos de distintos países. Reaccionando al contexto y en búsqueda de un crecimiento, Coursera lanza en el año 2014 un formato para aplicaciones móviles. Como explica una reseña del MIT del año 2014 sobre este cambio tecnológico:

Al software que ayuda a la gente a sacar adelante su trabajo, le ha costado ponerse al día con el hecho de que cada vez más gente trabaja en tabletas y teléfonos. Ahora nuevas aplicaciones hacen que sea más fácil crear y editar documentos sobre la marcha. Mientras, los servicios de almacenamiento de archivos en nube, entre ellos Box, Dropbox, Google Drive y OneDrive de Microsoft -cuyos precios han caído en picado y cuyos usuarios han subido como la espuma- ayudan a mantener los resultados sincronizados incluso cuando hay múltiples usuarios trabajando en un mismo archivo simultáneamente. (Greenwald, 2014, párr. 3)

El impacto de las herramientas tecnológicas se vuelve cada vez más fuerte en los contextos educativos, la producción científica y en la sociedad en general, debido a su inmersión en la vida cotidiana. El desarrollo tecnológico de la época del 2010 al 2015 expande la tecnología educativa gracias a las tablets, la tecnología 4G, las aplicaciones, la nube, y el desarrollo de cursos online. Lo que Daphne Koller explica en el 2012 sobre el uso de las herramientas tecnológicas educativas que hace ella como profesora, refleja lo que era capaz de ofrecer la tecnología de aquella época a la enseñanza:

La tecnología ahora nos permite evaluar una diversidad interesante de tareas, además de las preguntas de opción múltiple y de respuesta corta...podemos evaluar expresiones y derivaciones matemáticas, podemos calificar modelos, ya sean financieros para una clase de negocios, o modelos físicos para una clase de ciencias. (4:10)

El respaldo académico que recibe Coursera le dio popularidad, sobre todo en países en vías de desarrollo que, en búsqueda de perfiles profesionales idóneos, empezaron a consumir sus cursos. Un análisis que se realiza sobre los primeros efectos que va mostrando la plataforma indica: "Para los estudiantes de Coursera, el beneficio es obvio: en lugar de pagar tasas de matrícula cada vez mayores, pueden ver conferencias de alta calidad y ser dirigidos a los mismos materiales de lectura que sus compañeros de clase" (Adams, 2012, párr. 6). En otra reseña, George Anders (2015) escribía: "por toda la India, la educación online está ganando terreno como un acelerador de carreras, sobre todo dentro de los campos técnicos. Las matrículas indias representan aproximadamente el 8 % de la actividad global de Coursera" (párr. 5). Empresas como Google, Wipro, Infosys, Infineon y Microsoft contrataban a ingenieros indios con credenciales educacionales *online*, aunque tales plataformas no estaban incluidas en los estándares de reclutamiento de una manera consistente (Anders, 2015).

Coursera fue una de las primeras plataformas en ofrecer cursos MOOC y de las más demandadas y su implementación en universidades hasta años después de su lanzamiento expresaba su eficiencia. En la actualidad es una plataforma de enseñanza *online* de nivel global, colabora con alrededor de 200 universidades y empresas como Google, IBM y Facebook; entrega certificados profesionales, títulos de grado y, desde el 2017, también maestrías.

Principales RDD, periodo 2015-2020

Entre 2015 y 2020, el campo de los RDD experimentó un auge notable, marcado por la aparición y consolidación de plataformas innovadoras como GoNoodle, Kahoot, Photomath y Google Classroom. Este período destacó por la adaptación de la tecnología a las necesidades educativas contemporáneas, que incorporó recursos para un aprendizaje más eficaz, más atractivo y más accesible para estudiantes de diversas edades y contextos. La integración de estos RDD en los sistemas educativos supuso un cambio en la metodología de enseñanza, diseñada para un aprendizaje más colaborativo y centrado en el estudiante.

GoNoodle es un website educativo creado en 2013 por Scott McQuigg, emprendedor en educación e información sanitaria, en conjunto con John Herbold, Abby Pecoriello y Aaron Briggs, tras meses de trabajo y pruebas con profesores. La plataforma fue demandada en amplios contextos, escuelas, hospitales y en casa, por su entretenida y dinámica interfaz. La motivación y los valores detrás de la empresa se enfocan en crear un ambiente de aprendizaje más activo a través de su interés por el desarrollo cognitivo y físico y por problemáticas sociales. De esta manera, trata de integrar el movimiento y el aprendizaje:

Nos habíamos dado cuenta de que tanto nuestros hijos y sus amigos, no se movían tanto como nosotros lo habíamos hecho de niños. Hay muchos factores propios de este cambio generacional. Entendimos que luchar contra el problema del tiempo frente a la pantalla con los nativos digitales era una batalla perdida, entonces decidimos utilizar la tecnología para convertirlo en tiempo activo. Con estimaciones que muestran que los niños pasan hasta ocho horas al día mirando pantallas, GoNoodle ha tomado el problema del tiempo frente a las pantallas y trabaja con él. (Shulman, 2017, párr. 9)

El uso masivo de los dispositivos inteligentes y las redes sociales genera un problema social y tecnológico con respecto a la actividad física y la salud: el tiempo que los niños se mantienen frente a pantallas aumenta y crece la relación sedentarismo-tecnología, que se vuelve un problema de discusión popular. GoNoodles está convencida de que el uso apropiado de la tecnología puede

solucionar no solo problemas externos a la tecnología, sino problemas que esta misma puede causar por medio de innovadoras soluciones didácticas.

Alrededor del año 2017, la plataforma vio su éxito en el sector académico, pues ya la empleaba el 40 % de las escuelas en los EE. UU. (Shulman, 2017). Llamaban la atención su gran carga gráfica, su contenido y las colaboraciones que entablaba con la plataforma Zumba y con personajes infantiles populares de la televisión como los de Peanuts, Disney o Bob Esponja. Scott McQuigg fue CEO de la empresa hasta el año 2018 y bajo su liderazgo los videos fueron reproducidos cada mes por más de 14 millones de niños tanto en escuelas como en hogares.

Kahoot es una plataforma de aprendizaje *online* gratuita, de tecnología basada en la ludificación. Fue fundada en 2012 y lanzada en el 2013 por Morten Versvik, Johan Brand y Jamie Brooker. Posee una misión ligada a la visión pedagógica propia de sus fundadores: "nuestro objetivo es desbloquear el héroe del aula en cada estudiante. Nos apasiona especialmente capacitar a los estudiantes para que tomen la iniciativa en la clase, pasando de ser un aprendiz a un líder" (Kahoot!, 2018). Su interfaz se basa en un juego de preguntas y respuestas por tiempo con los que se puede interactuar con fotos y videos; se puede participar grupal o individualmente. La aplicación llegó a tener una demanda mundial y se popularizó dentro y fuera de contextos educativos debido a su formato y dinamismo.

Una parte del éxito de la plataforma se debe a la popularización de la gamificación, que se puede entender como el uso de estrategias de juegos para el aprendizaje, dinámica mediante la cual el usuario se entretiene y compromete con la aplicación. Se apoya en la afición de los niños por las nuevas tecnologías y los videojuegos: "Durante mucho tiempo se ha pensado que juego y aprendizaje eran incompatibles. Sin embargo, estudios llevados a cabo en la última década han puesto de manifiesto la importante conexión entre ambos conceptos" (Martínez Navarro, 2017, p. 257). Su autor destaca que los resultados exitosos provenían de la inserción del juego: "Al construir una empresa con el aprendizaje en su centro, decidimos abordar primero el aula, pero parece que el aprendizaje basado en juegos es ahora un fenómeno de la cultura pop" (Versvik, 2018).

Las nuevas herramientas tecnológicas comienzan a proponer nuevos modelos de enseñanza, y las nuevas generaciones, aquellas que han nacido en pleno desarrollo de las tecnologías inteligentes, piden nuevos métodos, acordes con su contexto, necesidades y expectativas. El éxito de Kahoot y la gamificación en las nuevas generaciones se debe a factores de cambios sociales o generacionales. Los alumnos de hoy quieren ser escuchados, que se valoren sus opiniones, que se confíe en ellos, trabajar colaborativamente, cooperar y competir entre ellos, poder tomar decisiones, ser protagonistas de su propio aprendizaje, conectar con sus iguales, y una educación conectada con la realidad, que les resulte útil y aplicable (Prensky, 2010).

En definitiva, Kahoot! ganó éxito por satisfacer la experiencia de usuario. La tecnología UX y IU ha llegado a aumentar la calidad de las interfaces móviles y motivó la creación de nuevas propuestas como el *m-learning* o *mobile learning*. La interacción con el usuario se ha complejizado cada vez más a través de los desarrollos de inteligencia artificial, hasta llevar la experiencia de usuario a un nivel más allá del simbólico, y a incluir a los dispositivos móviles en el aula: "Kahoot se perfila como una herramienta de juego que permite la gamificación y la inclusión del smartphone en el aula" (Rodríguez-Fernández, 2017, p. 187). Y como en muchos lugares del mundo, a pesar de la escasez de libros, hay una abundancia creciente de teléfonos móviles, la Unesco decidió investigar cómo sería posible aprovechar esta situación para fomentar la alfabetización.

Photomath es un recurso didáctico digital de reconocimiento de datos, cuya función educativa es enseñar a solucionar problemas matemáticos, resolviendo y explicando los pasos de su procedimiento, su tecnología escanea las operaciones a través de una cámara de cualquier dispositivo móvil inteligente. Surgió de la necesidad de su fundador, David Samor, para ayudar con tareas de matemáticas a sus hijos. Inició con la aplicación en la empresa *Microblik*, una empresa de IA, que se lanzó al público en el 2014. Con el objetivo de mejorar la experiencia de usuario, investigó sobre tecnología de extracción inteligente de datos a través de escaneo y reconocimiento.

La tecnología desarrollada elimina la necesidad de ingreso manual de datos en aplicaciones móviles y web. Esto significa que ya no es necesario disponer de un teclado para introducir datos personales o de pago en formularios en línea;

basta con tener un dispositivo equipado con cámara. En 2013 llevan a la práctica su aplicación práctica y luego fundan la empresa como Photopay, y comienza su uso en aplicaciones de banca móvil en Europa. Sus estudios sobre el OCR móvil derivaron a la creación de Photomath en el 2014 para mostrar el alcance de sus estudios y la capacidad de sus desarrollos, y cambian su nombre a Microblink. Tras la gran aceptación de la aplicación, la presentan como una compañía separada en el año 2015 (Microblink, 2022). A lo largo de los últimos años de la década del 2010, la empresa se dedica al perfeccionamiento de la tecnología OCR móvil, a estudios sobre inteligencia artificial de nivel alto y al desarrollo de modelos de aprendizaje automático para aumentar la velocidad y precisión en la captura de documentos y llegaron a crear herramientas web para escaneo de tarjetas de crédito. Como ellos mismos explican, su tecnología ha tomado un nuevo curso y ha cambiado la visión por computadora de la vieja escuela al aprendizaje profundo supervisado (Microblink, 2022).

La inteligencia artificial busca imitar lo que hace la mente. Su desarrollo evidencia un crecimiento progresivo y paralelo a la tecnología web y los dispositivos inteligentes, pero se la viene pensando desde mucho antes y desde diferentes ramas del conocimiento. Ciertamente, su germen se aprecia a partir de las observaciones de los primeros filósofos de que una mente que razona funciona de alguna manera como una máquina. Pero para que la IA adquiriera el grado una ciencia formal, se requirieron avances en la formalización matemática de campos como la lógica, la computación y la teoría de la probabilidad (Van Vaerenbergh y Pérez-Suay, 2022, p. 1). El desarrollo de la tecnología, desde los años 1980 hasta la actualidad, ha buscado facilitar tareas y objetivos del ser humano a través de máquinas y software, lo cual ha llevado a producir un nivel cada vez más sofisticado de estudios sobre tecnología orientados a la forma de vida del ser humano, que a su vez han conducido a la aplicación de la inteligencia artificial. De esta manera, se puede entender la AI como:

La habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana... podríamos decir que la IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones como lo haría un ser humano. (Rouhiainen, 2018, p. 17)

En sus inicios, la aplicación resolvía únicamente problemas matemáticos simples y no reconocía texto escrito a mano, es decir, solo escaneaba imágenes impresas. En las últimas actualizaciones la aplicación ha mejorado su tecnología de reconocimiento y es capaz de proveer distintas soluciones a un ejercicio matemático y de reconocer la escritura a mano. Asimismo, ha incorporado animación en su interfaz para mostrar los resultados de los ejercicios en tiempo real y los pasos de cálculo en lugar de explicarlos, un enorme paso hacia una experiencia de aprendizaje de la vida real (Microblink, 2022). Las críticas sobre el mal uso de la aplicación han cedido paso a estudios sobre su uso en la escuela. Los resultados concluyen que, frente a las nuevas herramientas digitales es mejor su implementación y presentación en las clases. Desde la perspectiva del uso de la tecnología como una herramienta que es creada para convertir una actividad difícil en una fácil, la aplicación debe observarse y usarse como una herramienta, pues "si les pedimos a los estudiantes que hagan solo lo que PhotoMath puede hacer, entonces tal vez nuestros objetivos de aprendizaje estén fuera de lugar." (Webel y Otten, 2015, p. 371)

Google Classroom es un recurso y gestor educativo digital con propiedades de nivel colaborativo, que se hizo disponible desde el año 2014. Fue creado para organizar y simplificar clases, para que los alumnos tengan a su alcance lo que necesitan para desenvolverse en ellas, lograr la conexión con ellos, y reducir las tareas administrativas como el sistema de fotocopias, evitando así el uso excesivo de papel. Esta plataforma es parte de Google's Workspace for Education o G Suit, un servicio de Google que integra muchas de sus herramientas en un solo paquete de servicios, destinado a un entorno educativo.

Google, con sus propiedades orientadas a la búsqueda e investigación, ha llegado a juntar en un gran proyecto herramientas que resuelven contextos de enseñanza. El trasfondo educativo se puede observar desde sus inicios. Ben Gomes, quien lidera las iniciativas de aprendizaje y educación de Google, afirma que ahora el aprendizaje comienza con información, el núcleo de Google, pero que luego obliga a internalizar y aplicar esa información para aprender algo nuevo (Google, 2021).

Google Classroom es una iniciativa que trata de combinar las numerosas herramientas que requiere la enseñanza, integrándolas en una sola plataforma

gracias al desarrollo y uso de las propiedades de conectividad y compatibilidad entre softwares que ofrece el tipo de código de programación de los APIs. Al estar vinculada con diversas extensiones de Google, como sus herramientas ofimáticas y su trabajo en sincronización con la nube, proporciona un fácil y eficiente ritmo de trabajo. Funciona a través de una cuenta Gmail, y a partir de la creación de un usuario, se puede acceder a sus servicios como mantener videochats entre profesores y alumnos, crear test, organizar asignaturas, intercambiar material de distinto tipo, trabajar en tareas grupales, seguimiento de calificaciones, crear diálogos a través de comentarios, comunicación con padres y madres, crear anotaciones, entre otras funciones colaborativas que reflejan alta conectividad.

Google Cloud es la plataforma de Google que conecta todas sus herramientas por medio de un sistema de almacenamiento virtual llamado servicios en la nube o *cloud computing*. Los servicios en la nube se dieron a conocer a inicios de los años 2010, con aplicaciones que hacen uso de ella como Google Drive y Google Docs, cuyas características les dieron popularidad. Un estudio sobre el servicio en la nube en el año 2011 certifica el valor de esta tecnología:

La informática, como se la conoce hasta hoy está a punto de cambiar, sus aplicaciones y documentos se trasladarán del escritorio a la nube. Es decir: la computación en la nube, donde las aplicaciones y los archivos se alojan en una "nube" que consta de miles de computadoras y servidores, todos vinculados y accesibles a través de Internet. Con la computación en la nube, todo lo que se hace ahora está basado en la web en lugar de estar basado en un escritorio. Se puede acceder a todos los programas y documentos desde cualquier computadora que esté conectada a Internet. (Mirashe & Kalyankar, 2010, p. 78)

La historia de los servicios en la nube o *cloud computing* empieza en la década de 1960, reaparece en los años 1990 y aterriza en su lado práctico alrededor del año 2006. Desde su desarrollo histórico, la función de esta tecnología procuraba una gestión eficiente que economiza procesos. Hoy en día, se refiere a la capacidad de gestionar proyectos y recursos de manera virtual, con una tecnología capaz de manejar sistemas de información y se ha consolidado como un modelo eficaz para la gestión de recursos tecnológicos. Por tanto, su aplicación en empresas privadas y públicas ha resultado en una contribución significativa a

su desarrollo económico y funcional. Un estudio sobre el servicio en la nube explica sus funciones más robustas y complejas: “el traslado de las economías de escala de los proveedores a las empresas usuarias reduce los costes globales en TI, elimina las barreras de entrada para nuevos actores y dinamiza la economía” (Cierco, 2011, p. 5). De ese modo, se promovió la aparición de nuevos modelos de negocio y líneas de actividad, lo que a su vez allanó el camino a la creación de empresas y empleo digital.

Google Classroom, al ser un gestor educativo que usa la nube, dispone de la función de organizar y colaborar, pero, a pesar de no ser un recurso cuyo objetivo sea específicamente enseñar, pues no posee contenido por defecto, es una herramienta versátil para subir y descargar contenido e interactuar. Ha podido ser usada como herramienta para enseñar y aprender, como explica una de sus programadoras: “No queremos ser solo otro sistema de gestión de aprendizaje más, queremos redefinir esta categoría por completo, poniendo a nuestros usuarios primero”. (Google, 2021) Google Classroom es usada en clases presenciales, virtuales y mixtas, y posee una interfaz intuitiva que ayuda a motivar y adaptar al estudiante en su uso. Su dinámica se basa en “el contacto, entre estudiantes y maestros genera un proceso de aprendizaje colaborativo en lugar del clásico proceso de aprendizaje, del docente como único transmisor y el alumno como receptor” (Cristiana y Triana, 2019, p. 4).

Su uso en el sistema de centros educativos es amplio y compatible; una escuela, universidad o cualquier institución educativa, puede incorporar y trabajar con el servicio de GSuit for Education, porque al mismo tiempo facilita el trabajo entre administrativos, docentes y el de estos con los alumnos gracias a las herramientas de alta conectividad y colaboración como Google Docs, Google Drive o Google Calendar. En el año 2017 Google permitió acceder a Google Classroom sin necesidad de una cuenta de GSuit, lo que aumentó su popularización. Con el tiempo sus actualizaciones han mejorado su interfaz, sus herramientas y sus colaboraciones, ahora trabaja con otras aplicaciones educativas como complementos, tales como Kahoot, Pear Deck, Adobe Spark, entre otras.

El contacto que el equipo de trabajo y estudio de Google ha mantenido con profesores para perfeccionar sus herramientas dio lugar a que su forma de operar sea eficiente y empática, sobre todo por su capacidad de actualización y de

adaptación, o la de vinculación entre el contexto social y el tecnológico. Todo esto ha conducido a que la educación haya tenido grandes cambios: La empresa enfatiza en que el mundo se está volviendo mucho más digital, y debido a ello también han seguido desarrollando programas para sumergir cada vez más a los jóvenes en la informática y así ayudarlos a convertirse en buenos y verdaderos ciudadanos digitales (Google, 2021).

RDD Seleccionados

Conforme la matriz y los criterios de selección señalados en la metodología, la Tabla 9 muestra los RDD seleccionados para continuar con el análisis por cada periodo (ver Anexo B, Matriz de datos / Obj2-f3-RDD seleccionados).

Tabla 9.

RDD Seleccionados

Herramienta	País de desarrollo	Países de implementación	Perfil del destinatario	Ratio	Clasificación	Observaciones
Encarta año 2002	EE. UU.	EE. UU, Alemania, Francia, Italia	3 -11 años	0.83	Muy buena	RDD excepcional con objetivos claros y cumplimiento de estándares SCORM.
Wikipedia año 2008	EE. UU.	Software libre online	Todo público - Niños bajo supervisión	0.83	Muy Buena	RDD altamente efectivo con cobertura global, objetivos didácticos claros y contenido actualizado regularmente.
Coursera año 2013	EE. UU.	Disponibilidad <i>online</i> de pago y gratuito	Todo público - Menores de 13 años con supervisión	0.75	Buena	Ofrece cursos en línea de universidades reconocidas, con un fuerte cumplimiento de estándares SCORM y un enfoque en el aprendizaje estructurado.
Google Classroom	EE. UU.	Página web	4-10 años	0.83	Muy Buena	Sistema de gestión de aprendizaje que integra perfectamente con otras herramientas de Google, cumpliendo con estándares de e-learning.

Encarta 2002: argumentación de selección

Encarta 2002 fue un hito en la democratización del conocimiento, gracias a su accesibilidad y riqueza multimedia en una época en la que la información digital comenzaba a florecer. Con el uso de CD-ROM/DVD, se produjo una interactividad y un aprendizaje autónomo sin precedentes y proporcionó recursos visuales y auditivos que apoyaban diversas modalidades de aprendizaje, e incluyó a estudiantes con discapacidades auditivas. Aunque no diseñado específicamente para niños sordos, su enfoque visual y la posibilidad de leer en lugar de escuchar, ofrecían una ventana de accesibilidad. Este RDD prefiguró la obligación de pensar la inclusión en el diseño educativo, y destacó la necesidad de materiales que se adaptaran a diferentes necesidades y estilos de aprendizaje, un principio que continúa siendo vital en la actualidad.

Wikipedia 2008: argumentación de selección

Wikipedia, lanzada en el año 2001 y consolidada en 2008, transformó la manera en que el mundo accede al conocimiento. Su modelo de contenido libre y colaborativo dio lugar a que la información sea accesible para todos, incluyendo a las comunidades sordas. A través del uso de subtítulos en sus recursos multimedia y su interfaz adaptable, los usuarios con diferentes habilidades y preferencias puedan participar tanto en el consumo como en la creación de contenido. La selección de Wikipedia resalta el avance hacia una inclusión más amplia en recursos educativos digitales y la promoción de la equidad en el acceso al conocimiento.

Coursera 2013: argumentación de selección

Coursera irrumpió en 2013 con una propuesta innovadora: cursos en línea masivos y abiertos de universidades de prestigio. Su enfoque en la interactividad y el compromiso con el aprendizaje accesible lo convierten en un recurso destacado para la inclusión. La plataforma ha ido integrando progresivamente características de accesibilidad, como subtítulos y transcripciones para estudiantes sordos que aseguran que el aprendizaje en línea sea accesible para una audiencia más amplia. Al elegir Coursera, se reconoce el avance en la implementación de estrategias de inclusión y la adaptabilidad de la educación en línea a las necesidades de los estudiantes con discapacidades.

Google Classroom 2020: argumentación de selección

Google Classroom, lanzado en 2014, ejemplifica la integración de la tecnología educativa en el aula moderna. Su plataforma intuitiva ha sido especialmente beneficiosa en la inclusión de estudiantes con diversidad funcional y ofrece herramientas que personalizan la experiencia educativa. Aunque no exclusivamente diseñado para niños sordos, las funcionalidades de Google Classroom, como los subtítulos automáticos en videos y la integración con aplicaciones de comunicación visual, reflejan un esfuerzo por proporcionar una educación inclusiva. La selección de Google Classroom destaca la adaptabilidad y la personalización en la organización de los recursos educativos, ya que fomentan un ambiente inclusivo para todos los estudiantes.

(Fase 03)

7.5. Análisis de los RDD desde la perspectiva de contenidos-interface-interacción

A continuación, se efectúa un análisis minucioso de cada RDD seleccionado con base en tres puntos: contenidos, interfaz e interacción. Esta evaluación se basa en un conjunto de criterios estructurados y detallados y utiliza un sistema de puntuación y niveles para medir su calidad y eficacia en términos de inclusión educativa y accesibilidad.

Sistema de puntuación:

- Cada ítem se evalúa en una escala de [0, → 1], donde 0 indica *no cumplimiento*, 0.5 *cumplimiento suficiente* y 1 *cumplimiento completo*.
- En casos específicos, se puede asignar NA (No Aplicable) a un ítem si este no se puede evaluar debido a las características del material. Estos ítems no se incluyen en el cálculo de la puntuación final.

Observaciones

- En esta sección, el evaluador proporciona una justificación cualitativa de la puntuación asignada, especialmente en casos de puntuaciones bajas. También sirve para ofrecer recomendaciones de diseño o explicar por qué un ítem es *no aplicable*.

Cálculo de puntuaciones

- **Puntuación de criterio:** es la suma de las puntuaciones de los ítems dentro de un criterio, calculada automáticamente en la plantilla.
- **Valoración final del RDD:** se obtiene sumando las puntuaciones de todos los criterios. Incluye:

Total de puntuación: Suma de todas las puntuaciones de los criterios.

Ratio: Cociente redondeado a dos decimales de la puntuación total dividida por los ítems aplicables. La categorización se basa en la ratio:

≥ 0.9: Excelente

< 0.9 y ≥ 0.8: Muy Buena

< 0.8 y ≥ 0.6: Buena

< 0.6 y ≥ 0.4: No Suficiente

< 0.4: Deficiente

Este procedimiento de evaluación se aplica a cada uno de los RDD seleccionados para proporcionar una valoración integral que abarca tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. Este enfoque detallado asegura una comprensión profunda de la efectividad de cada RDD en términos de inclusión educativa y accesibilidad para niños sordos.

Tabla 10.

Puntuación, valor, observaciones de los RDD

Encarta 2002		
Puntuación: Asignar un valor entre: 0,0 y1	Valor: Puntuación >= 0,9 EXCELENTE; 0,9 > Puntuación >= 0,8 MUY BUENA; 0,8 > Puntuación >= 0,6 BUENA; 0,6 > Puntuación >= 0,4 NO SUFICIENTE; 0,4 > Puntuación >= 0,0 DEFICIENTE	Observaciones: utilícese para justificar la puntuación, especialmente las deficiencias observadas con el objeto de que el autor del material educativo digital pueda subsanarlas.

La descripción de las variables consta en la Tabla 11:

Tabla 11.

Criterios/ítems - Definición de los criterios

Criterios/ítems	Definición del criterio. Orientaciones para la puntuación máxima de los ítems
-----------------	--

Componente didáctico (V1)

La Tabla 12 presenta el detalle del análisis. Además, se puede consultar el Anexo B, Matriz de datos, pestaña Obj2-f3-RDD-Estudio de caso.

1. Variable V1_UA.3: descripción didáctica: valor y coherencia didáctica.

Tabla 12.

V1 Componente didáctico: descripción didáctica, valor y coherencia didáctica

1. Descripción didáctica: valor y coherencia didáctica	Este criterio valora si se han definido y si son coherentes los objetivos didácticos (qué se aprende con el material educativo digital), los destinatarios (a quién va dirigido), las destrezas a desarrollar (qué habilidad va a mejorar el alumno) y si incluye sugerencias de explotación didáctica (instrucciones de uso) para el profesor o para el alumno.
1.1. Los objetivos didácticos se especifican de manera clara y precisa en el RDD.	Al profesor y al alumno les quedan claros los objetivos didácticos (qué enseñar y qué aprender).
1.2. Se especifican los destinatarios; los objetivos didácticos son alcanzables por los destinatarios según el perfil requerido en el propio RDD.	(1) Se indica quiénes son los destinatarios del RDD (por ejemplo: la edad o nivel educativo recomendado). (2) Los destinatarios tienen un nivel educativo, edad y capacidad de aprendizaje adecuada y suficiente para la consecución de los objetivos didácticos propuestos. (3) Se indica si el material educativo digital ha sido preparado para ser utilizado por distintos tipos o categorías de alumnos, por ejemplo, alumnos con distinto nivel de conocimiento inicial, alumnos de diferente procedencia étnica-cultural-idiomática, alumnos con diferentes estilos de aprendizaje.
1.3. Las competencias o destrezas a desarrollar están claramente especificadas, son coherentes con los objetivos y los destinatarios.	Se indican las competencias clave que se pueden alcanzar y destrezas que se pueden desarrollar. Para valorar su coherencia, es aconsejable comprobar si existe correspondencia con el currículo escolar/académico mínimo que precisa los objetivos, las competencias y destrezas. El currículo escolar mínimo está definido por el Ministerio de

	Educación. En el caso de que no exista definido un currículo, se tendrá en cuenta la ficha didáctica de la materia/asignatura a la que pertenece el RDD definida por el profesor o la institución educativa.
1.4. Existen instrucciones o sugerencias sobre los posibles usos didácticos para el profesor o para el estudiante (autoformación).	Se dirigen al profesor si es un material para enseñanza y al profesor y alumno si es autoformativo. Esta última opción es la más recomendable.
1.5. Se indica el tiempo estimado de aprendizaje.	El RDD indica el rango (mínimo-máximo) de tiempo estimado de trabajo del estudiante para alcanzar los objetivos didácticos.
1.6. Se indican los conocimientos previos del destinatario.	Se indica si es necesario que el alumno tenga algún conocimiento previo para la utilización del material y cuál es en su caso.

2. Variable V1_UA.3: calidad de contenidos

Tabla 13.

V1 Componente didáctico: calidad de los contenidos

2. Calidad de los contenidos	Este criterio evalúa el contenido del material educativo digital. El contenido puede estar en un solo archivo o en varios e, incluso, otro material educativo digital. Se valora la presentación del contenido, que debe ser adecuado al nivel de conocimiento del alumno y coherente con los objetivos, la ausencia de sesgo ideológico, la veracidad de la información y el grado de actualización del contenido, o el respeto a los derechos de autor.
2.1. El contenido es coherente con los objetivos didácticos.	Cada objetivo didáctico se trabaja con al menos un contenido didáctico y una actividad/ejercicio/cuestión práctica.
2.2. El contenido se presenta de manera clara y comprensible. Se destacan las ideas clave y se dan instrucciones claras en las actividades.	El lenguaje utilizado es comprensible para los destinatarios. La presentación de los contenidos está bien organizada y sigue una secuencia lógica. Se localizan fácilmente las ideas clave. Si existen actividades las instrucciones son claras y no ambiguas.
2.3. Las ideas y conceptos se presentan en número adecuado y ordenada y equilibradamente a lo largo del RDD.	1. Las ideas están claramente distribuidas en el contenido. Existe un bloque de contenido distinguible por cada concepto presentado. Por ejemplo, en el caso de contenido textual existe un párrafo o apartado independiente por cada idea tratada. 2. Las ideas se distribuyen equilibradamente en el contenido. No existen fragmentos con muchas ideas y otros con pocas. La densidad de ideas es constante en todo el contenido. 3. La ordenación es coherente. Las ideas no son exponen mezcladas o sin coherencia entre ellas.

<p>2.4. El contenido es científicamente correcto, no presenta sesgo ideológico, es objetivo y contiene información veraz.</p>	<p>Los contenidos están basados en la evidencia científica (no están basados en opiniones/teorías propias o ajenas que estén sin demostrar y reconocer por la comunidad científica ni en teorías erróneas o descartadas en la disciplina correspondiente. Si se presentan teorías en fase de desarrollo debe explicitarse claramente su estado). El lenguaje utilizado es científicamente correcto y riguroso. Los contenidos se presentan de forma objetiva, respetuosa y sin sesgo ideológico.</p>
<p>2.5. El contenido está actualizado, es actualizable o bien es atemporal (no es necesario actualizarlo).</p>	<p>Los contenidos son consistentes con el avance de la ciencia</p>
<p>2.6. El contenido respeta los derechos de propiedad intelectual.</p>	<p>De forma resumida debe considerarse que:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El autor declara que respeta los derechos de propiedad intelectual del material de terceros que incluye en sus producciones o que utiliza como base para generar obras derivadas de naturaleza docente. 2. En el caso de que el autor incluya materiales de terceros o los utilice para generar obras derivadas de naturaleza docente: <ol style="list-style-type: none"> a) Reconoce de forma adecuada la autoría de los citados materiales y referencia correctamente su fuente (origen) y tipo de licencia original. b) Respeta las condiciones de uso establecidas por la licencia de los materiales usados. c) Utiliza obras ya divulgadas y su inclusión se realiza a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico <p>En particular:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Los materiales de terceros con Copyright pueden ser incluidos sin permiso del autor si se utilizan obras ya divulgadas y su inclusión se realiza a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico. Los contenidos con Copyright cesan sus derechos de explotación a los 70 años de la muerte del autor, por lo que pasado este tiempo pueden ser utilizados sin restricciones, salvo el reconocimiento de autoría y el respeto a la integridad de la obra o actuación y su no alteración. <ul style="list-style-type: none"> - Los materiales con Copyright, pueden usarse con las condiciones que otorgue el autor o la entidad que disfrute o posea los derechos de explotación. - Los materiales con otro tipo de licencias, por ejemplo del tipo Creative Commons, pueden usarse sin permiso del autor (ya lo otorga en la licencia) bajo las condiciones que establezca el tipo de licencia. - En cualquier caso, siempre hay que citar o reconocer la autoría de los materiales ajenos que se usen.
<p>2.7. El contenido declara las condiciones de uso del material educativo.</p>	<p>El autor declara las condiciones de uso del material RDD mediante una licencia compatible con los materiales de terceros que haya podido usar. Si el material dispone de registro de propiedad intelectual se indica claramente junto con el número de asiento y fecha.</p>

3. Variable V1_UA.3: motivación

Tabla 14.

V1 Componente didáctico: motivación

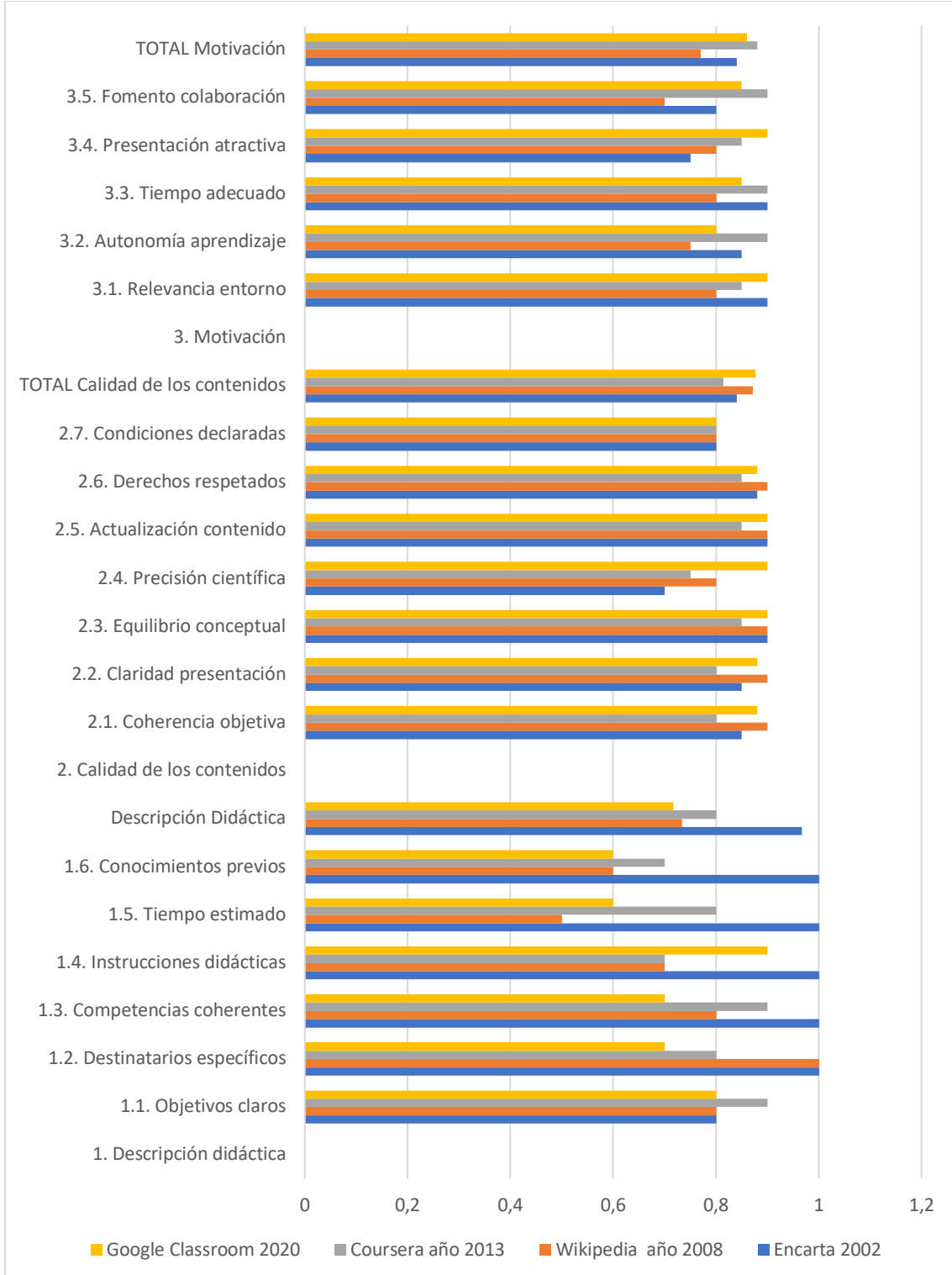
<p>3. Motivación</p>	<p>El material educativo digital es capaz de atraer y mantener el interés del alumno por aprender y se presenta de forma innovadora y atractiva. El alumno percibe que lo que aprende es relevante. Este criterio depende de los valores obtenidos en los criterios anteriores.</p>
<p>3.1. Existe relación entre lo aprendido y el entorno vital (profesional o social) del destinatario del RDD.</p>	<p>El alumno considera que lo aprendido es de utilidad para desempeñar su profesión o para desenvolverse en su entorno social y en la vida diaria.</p>
<p>3.2. Se promueve el aprendizaje autónomo.</p>	<p>La sensación de autoaprendizaje fomenta la motivación del alumno. Valorar si se incluye alguna de las siguientes características: (i) existe alguna guía para el estudio; (ii) la redacción de los contenidos guía al alumno en el aprendizaje, (iii) si contiene actividades y estas son autocorregibles o (iv) se ayuda al alumno a encontrar la solución, (v) se proporciona realimentación para que pueda autocorregirse, (vi) se indica el tiempo de aprendizaje para ayudar al alumno a planificar el estudio.</p>
<p>3.3. El tiempo de aprendizaje estimado parece adecuado para alcanzar los objetivos didácticos y está de acuerdo con las previsiones y posibilidades de los alumnos.</p>	<p>Hay indicios que hacen pensar que, a priori, cualquier alumno alcanzará los objetivos didácticos en el rango de tiempo estimado. El tiempo estimado no debe sobrepasar los periodos de formación previstos. Si el contenido del RDD es extenso, se debe indicar el tiempo de cada parte que lo compone (tiempo por tema, actividad, etc.).</p>
<p>3.4. Los contenidos se presentan de forma atractiva o innovadora.</p>	
<p>3.5. Se favorece la comunicación y colaboración.</p>	<p>El material fomenta/sugiere el intercambio de ideas y de opiniones, la ayuda y colaboración mutua, el trabajo en equipo, la participación y la creación colaborativa de nuevos contenidos.</p>

Resultados sobre el componente didáctico

Este análisis revisa el componente didáctico de las plataformas educativas Encarta 2002, Wikipedia 2008, Coursera 2013 y Google Classroom 2020. Evalúa la descripción didáctica, la calidad de los contenidos y la motivación.

Figura 17.

Resultados componente didáctico



Claridad de objetivos didácticos: las puntuaciones indican que tanto Encarta 2002 como Wikipedia 2008 se evalúan con *excelente* en sus objetivos didácticos. Esto sugiere que, incluso en las etapas más tempranas de desarrollo de recursos digitales didácticos (RDD), existía una preocupación significativa por establecer metas claras y comprensibles para los usuarios.

Especificación de destinatarios: tanto Encarta como Wikipedia han logrado una puntuación *alta* en la especificación de destinatarios, lo que demuestra su capacidad para adaptar contenidos a una audiencia amplia, un aspecto crucial para la inclusión de grupos con necesidades educativas diversas, incluidos los niños sordos.

Consistencia en la calidad didáctica: recibe altas puntuaciones a través de los diferentes criterios para las plataformas más antiguas, lo que sugiere que, históricamente, ha habido un esfuerzo para mantener un alto estándar en el diseño didáctico de los RDD.

Comparación entre plataformas: al comparar las puntuaciones entre las plataformas más antiguas y las más recientes (Coursera y Google Classroom), se observa que mientras las plataformas más recientes mantienen un nivel alto en términos de diseño didáctico, aún hay margen para la mejora, especialmente en la especificación de destinatarios y en la adaptabilidad a necesidades educativas especiales.

Implicaciones para la inclusión: aunque las plataformas han mostrado un compromiso con la claridad y la coherencia didáctica, es fundamental continuar desarrollando y adaptando recursos que atiendan específicamente a las necesidades de grupos como los niños sordos. La especificación clara de destinatarios y la adaptación de contenidos son clave en este aspecto.

Componente Tecnológico (V2):

Para visualizar el detalle del análisis, ver la Tabla 15 y revisar el Anexo B, Matriz de datos / Obj2-f3-RDD-Estudio de caso.

4. Variable V2_UA.3: formato y diseño

Tabla 15.

V2 Componente tecnológico: formato y diseño

4. Formato y diseño	Calidad de la presentación. El formato y diseño de la presentación del material es clara y facilita la comprensión de los contenidos y su aprendizaje
4.1. El diseño del RDD está bien organizado y es claro, conciso e intuitivo.	El diseño del RDD está bien organizado y es claro, conciso e intuitivo.
4.2. Las imágenes, audios y videos son de calidad.	Por ejemplo, las imágenes no están pixeladas, los sonidos son nítidos, etc.
4.3. Los contenidos audiovisuales amplían o refuerzan el aprendizaje. No son adornos que entorpecen o ralentizan.	Este criterio evalúa si los elementos audiovisuales en un RDD aportan al proceso educativo de forma efectiva y no actúan como distractores.
4.4. El RDD incluye formato multimodal: texto, imagen, audio o video.	Los formatos multimodal educativo digitales apoyan los estilos de aprendizaje visual-verbal, de modo que se aprovechan de los distintos canales de recepción de la información posibilitando la adaptación a las preferencias de recepción de información de los alumnos.
4.5. El manejo de la interfaz es intuitivo.	Ejemplo: los contenidos e instrucciones se localizan fácilmente y, si no, existen instrucciones de uso muy claras.
4.6. La estética es compatible y adecuada al estudio del RDD. No presenta ruido visual ni sobrecarga informativa innecesaria.	Por ejemplo, no serían adecuados aquellos que tienen videos molestos u otros elementos estrictamente decorativos que distraen la atención.
4.7. Hay consistencia en la apariencia de los elementos funcionales (iconos, botones, etc.) y el resto de elementos de diseño a lo largo de todo el RDD.	Se mantiene la consistencia en la apariencia (forma, tamaño, color, ubicación, etc.) de los elementos que tienen la misma funcionalidad (enlaces, íconos, botones...) en todos los escenarios de aprendizaje. Por ejemplo, los botones para ir de un escenario de aprendizaje a otro tienen siempre el mismo formato y están situados en la misma posición.
4.8. Existe una opción de "preferencias" con las cuales se puede personalizar la interfaz y estas se mantienen para siguientes sesiones.	El alumno puede ajustar las preferencias de uso de los espacios de aprendizaje (tipo, color y tamaño de fuente, color del fondo, apariencia del menú, etc.) a sus necesidades/gustos personales y se mantendrán cuando vuelva a utilizarlos.

5. Variable V2_UA.3: reusabilidad

Tabla 16.

V2 Componente Tecnológico: Reusabilidad

5. Reusabilidad	La reusabilidad es la posibilidad de utilizar múltiples veces el material educativo digital o alguno de sus componentes en diferentes experiencias educativas. Esto disminuye el coste de creación y mantenimiento del material.
5.1. El RDD se organiza modularmente de forma que es escalable.	Este criterio examina la estructura modular del RDD para observar su adaptación y expansión y satisfacer diversas necesidades educativas.
5.2. El RDD o alguno de sus módulos puede utilizarse para crear nuevos RDD.	Para ello, el material debe estar en un formato editable o se puede integrar "tal como es" en otros materiales.
5.3. El RDD o alguno de sus módulos puede utilizarse en más de una disciplina o grupo de alumnos.	Esto puede no ser deseable si el material es muy especializado.

6. Variable V2_UA.3: portabilidad

Tabla 17.

V2 Componente tecnológico: portabilidad

6. Portabilidad	<p>1. Un material es portable si puede ser utilizado en múltiples entornos y sistemas informáticos (como en distintas plataformas e-learning, ordenadores personales, etc.).</p> <p>2. Se puede valorar la portabilidad de forma inductiva, simplemente comprobando que es posible visualizar/ejecutar el material en varios entornos informáticos de uso general o aplicando los ítems de portabilidad referidos al cumplimiento de los estándares de contenidos digitales.</p>
6.1. El RDD se ha creado con formatos de uso mayoritario o estándares de facto. Si el RDD no está creado con un formato estándar oficial o de uso mayoritario se describen los requisitos informáticos y se perfecciona el software para utilizarlo.	Todos los tipos de archivos que componen el RDD (texto, imagen, audio o video) son de formato de uso mayoritario o estándares de facto (txt, word, pdf, html, xml, wav, mp3, mp4, jpeg, gif, etc.).

6.2. El alumno puede utilizar el RDD con cualquier dispositivo con o sin conexión a internet.	El RDD puede utilizarse en cualquier ordenador, dispositivo móvil y dispositivo adaptado para discapacidad, con cualquier sistema operativo y cualquier navegador.
6.3. El RDD tiene asociada una ficha de metadatos que lo describe.	Los metadatos son las propiedades del material educativo: título, autor, fecha de creación, etc. Entre estos metadatos deben figurar los objetivos didácticos (ver criterio 1). Los metadatos ayudan a localizar y seleccionar fácilmente los RDD.
6.4. Los metadatos del RDD están creados conforme a estándares nacionales o internacionales.	Por ejemplo, The Dublin Core (ISO 15836:2009), IEEE LOM (la versión española es UNE 71361:2010) o UNE-ISO/IEC 24751:2012. Para conocer si los metadatos que creados para los RDD son estándares, se puede consultar la documentación de ayuda del repositorio donde se almacenan o en la herramienta de autor con la que se ha creado el material educativo digital.
6.5. El RDD se exporta utilizando los estándares nacionales o internacionales de intercambio de contenidos educativos.	El RDD se descarga como un archivo comprimido (zip) y tiene una estructura y formato definido de forma estándar. Son estándares de portabilidad, por ejemplo, SCORM, IMS Content Package o IMS Common Cartridge. Un RDD preparado para exportarse e importarse se denomina paquete de contenidos. Un RDD que es un paquete de contenidos tiene más garantías de integrarse en cualquier plataforma e-learning que cualquier otro RDD. Para comprobar si se puede exportar el RDD en un paquete de contenidos estándar se puede consultar la documentación de ayuda del repositorio de RDD o la plataforma e-learning donde está almacenado, o bien, la herramienta de autor con la que se ha creado.

7. Variable V2_UA.3: estructura del escenario de aprendizaje

Tabla 18.

V2 Componente tecnológico: estructura del escenario de aprendizaje

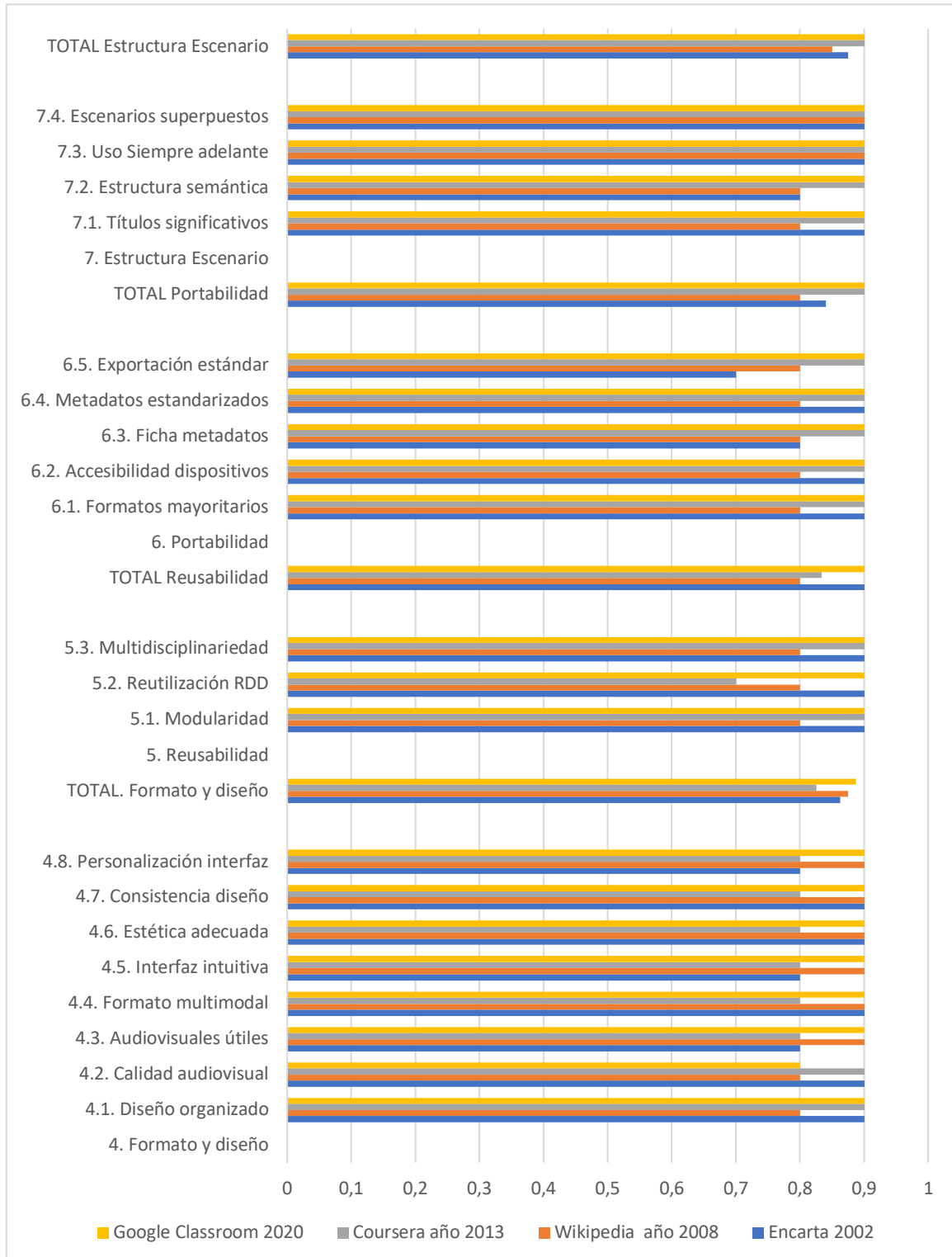
7. Estructura del escenario de aprendizaje	La metáfora <i>escenarios de aprendizaje</i> denota los espacios digitales creados en el material educativo digital donde el usuario trabaja con el contenido. Por ejemplo, las ventanas de las aplicaciones software, las láminas de las presentaciones, las páginas web o las ventanas emergentes en la web. Este criterio valora si el conjunto de los escenarios de aprendizaje posee un diseño estructural para acceder, comprender y progresar en el curso.
---	--

<p>7.1. Cada escenario de aprendizaje tiene un título único y significativo, y se puede acceder por canal visual, de forma directa o por acceso con los productos de apoyo.</p>	<p>Este apartado no se refiere a los epígrafes de los contenidos que estructuran la información de un documento digital, una aplicación, una página web, etc. Se refiere al título único y exclusivo que tiene cada escenario de aprendizaje digital. Por ejemplo, en el escenario web cada una de las páginas que componen un sitio web tiene un título diferente al resto que es el que se muestra en barra superior de la ventana del navegador y que se programa utilizando el atributo <title>.</p> <p>Son características de los títulos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Describir la temática o propósito del contenido del escenario de uso. 2. Ser accesibles a través del canal visual y por acceso compatible. Si el RDD es una aplicación software, se debe poder acceder a los títulos de cada escenario a través del canal visual y por acceso compatible o directo. Para comprobar el acceso compatible a los productos de apoyo: <ul style="list-style-type: none"> - Si se trata de un escenario software (no dirigido): probar que se accede al contenido con un lector de pantalla (a todo el contenido, y se le indica que es una lista). - Si se trata de un escenario web: comprobar que la página web cumple con las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web (WCAG) (https://www.w3.org/TR/WCAG20/). Se puede utilizar un validador (http://validator.w3.org/) para que localice errores.
<p>7.2. La estructura semántica y las relaciones de la información que contiene un escenario de aprendizaje se explicitan en la presentación y se puede acceder de forma directa o por acceso compatible con los productos de apoyo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. La presentación de la información en los escenarios de aprendizaje reflejan claramente la estructura semántica de la información y sus relaciones. 2. La estructura semántica de la información y sus relaciones también deben ser determinables por acceso compatible (productos de apoyo), y si se quiere de manera adicional se puede proporcionar un acceso directo.
<p>7.3. Los escenarios de aprendizaje permiten el uso "siempre adelante", mantener simultáneamente escenarios anteriores en caso de que sea necesario y "volver a escenarios anteriores" en caso de que no tengan que mantenerse simultáneamente.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Puede avanzar de un escenario a otro para progresar en el aprendizaje. 2. Puedan estar abiertos al mismo tiempo y superpuestos varios escenarios de aprendizaje siempre y cuando no sean transparentes para que los revisores de pantalla puedan leer lo que hay detrás. Mantener varios escenarios accesibles puede ser útil, por ejemplo, si un escenario es requerido de forma continuada para que los alumnos puedan efectuar una tarea. En este caso es necesario que la ventana pueda permanecer siempre visible, independientemente de su posición en relación con las demás ventanas. 3. En caso de que no sea necesario mantener múltiples escenarios simultáneamente abiertos, se debe poder volver a los escenarios anteriores.
<p>7.4. Si hay escenarios de aprendizaje superpuestos, se pueden minimizar, maximizar, cambiar tamaño, restaurar y cerrarlos.</p>	

Resultados del análisis del componente tecnológico en los RDD

Figura 18.

Resultados del componente tecnológico



Alta calidad en la implementación tecnológica

El promedio de puntuación de 0.87 en los criterios evaluados refleja una alta calidad en la implementación tecnológica de los RDD. Este nivel sobresaliente en diseño, organización y recursos audiovisuales es fundamental para la eficacia en la entrega de contenidos educativos, especialmente para audiencias con necesidades específicas como los niños sordos.

La predominancia de resultados positivos en la mayoría de los criterios, calificados como *excelentes* y *muy buenos*, indica que los RDD están bien alineados con las prácticas en presentación de contenidos y usabilidad, aspectos clave para la accesibilidad y comprensión por parte de los niños sordos. A pesar de los altos estándares generales, se identificaron áreas específicas *deficientes* o *buenas*. Estas áreas representan oportunidades únicas para optimizar los RDD y asegura una total accesibilidad y efectividad para los niños sordos.

Los resultados sugieren la necesidad de un enfoque continuo para refinar los aspectos tecnológicos de los RDD. Tratar eficazmente estos puntos asegura que los recursos no solo cumplan su función educativa, sino que también sean plenamente inclusivos y contribuyan a la universalidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Componente accesibilidad (V3):

Para visualizar el detalle del análisis, incluyendo las observaciones y los datos del análisis, revisar el Anexo B, Matriz de datos / Obj2-f3-RDD-Estudio de caso.

La accesibilidad, como se ha discutido anteriormente, depende de muchos factores como la generación de soportes físicos o adaptaciones arquitectónicas, entre otros. Este trabajo gira en torno al área de interacción ser humano-computador, específicamente en el estudiante-RDD, y busca la accesibilidad en los componentes de la interfaz. Más concretamente, precisa si la interfaz del usuario es accesible y si durante su construcción, diseño e implementación se han tenido en cuenta los requisitos necesarios para que pueda ser utilizada por la mayor cantidad de personas posible, independientemente de cuestiones de

discapacidad, barreras del lenguaje, recursos tecnológicos u otros obstáculos (Díaz et al., 2020).

8. Variable V3_UA.3: navegación

En el contexto de la navegación, se pone especial énfasis en el concepto de *accesibilidad*, que implica que la navegación debe ser perceptible, comprensible y utilizada adecuadamente por todos los estudiantes del RDD, incluyendo a personas con diferentes necesidades. Si esto ocurre, los estudiantes con discapacidades pueden acceder a los contenidos del RDD de diversas maneras, y se puede alcanzar la inclusión tanto educativa como social.

A continuación, en la matriz de la Tabla 19, se especifican los componentes de inclusión para la navegación en el RDD, en función de los diferentes tipos de discapacidades.

Tabla 19.

V3 Componente accesibilidad: navegación

8. Navegación	La navegación entre los escenarios de aprendizaje del material es correcta, clara y coherente.
8.1. El nombre de cada enlace es descriptivo, claro y diferente del resto de los enlaces. Los enlaces que llevan el mismo sitio utilizan el mismo texto descriptivo.	Se distingue claramente el destino de cada enlace utilizando un texto que describa claramente hacia donde lleva. Los enlaces se distinguen visualmente del resto de los elementos del escenario de aprendizaje.
8.2. Los enlaces funcionan correctamente.	No hay enlaces rotos.
8.3. Se proporcionan al menos dos mecanismos para localizar cada escenario de aprendizaje de la interfaz.	La interfaz contiene, al menos, dos formas de localizar cada escenario de aprendizaje. Por ejemplo, si se trata de una interfaz web los escenarios de aprendizaje son las páginas web y los mecanismos de localización de las páginas pueden ser enlaces a otras páginas relacionadas, un índice de contenidos (tabla, barra, etc), un mapa del RDD, un buscador, una lista de enlaces a todas las páginas del RDD en la página de inicio...
8.4. Se mantiene el orden lógico de navegación y la ubicación de los mecanismos de navegación, a menos que el usuario los cambie.	
8.5. Se proporciona información al usuario acerca de dónde se encuentra dentro del RDD.	Por ejemplo, le indica el camino de escenarios de aprendizaje visitados y el escenario actual RDDiante "migas de pan", itinerarios didácticos..., o bien RDDiante un menú/índice o mapa del material con indicación de la ubicación actual.
8.6. El alumno conoce su progreso en la ejecución del contenido.	1. El alumno debe saber en qué punto de realización del material educativo se encuentra y qué partes ha superado y cuáles le faltan.

	2. Esta realimentación acerca de su progreso en las tareas del RDD (lectura, ejercicio, actividad...) se proporciona con mecanismos de acceso compatible con producto de apoyo o acceso directo (ej. locución).
8.7. La interfaz proporciona tiempo suficiente para leer y usar el contenido. En cualquier caso, se puede ajustar el tiempo de lectura y uso del contenido.	
8.8. Se evita el paso obligado por elementos de contenido repetitivos.	<p>La interfaz no obliga a pasar varias veces por un mismo elemento de un escenario de aprendizaje cuando se cambia de escenario. Si existen elementos repetitivos (por ejemplo, bloques de contenido) en los diferentes escenarios de aprendizaje de la interfaz, deben existir mecanismos para que el alumno, si lo desea, pueda evitarlos ("saltarlos"). Por ejemplo, en el caso de un sitio web, en el inicio de cada página web se deben proporcionar enlaces poder "saltar" directamente al contenido principal y evitar pasar por otros elementos repetidos en todas las páginas del sitio como pueden ser un acceso al correo, menús de navegación, enlaces a foros, etc.</p> <p>Cumplir este ítem ayuda a que los usuarios utilicen ciertos productos apoyo, así una persona que no ve y que utilice un navegador de voz, si no tiene acceso directo al contenido principal de la página, va a tener que navegar por todos estos enlaces hasta llegar al contenido, mientras que una persona sin problemas de visión iría directamente al contenido que desea.</p>
8.9. En cada inicio de sesión, el contenido vuelve a su configuración inicial.	<p>Cada vez que se inicia o entra en un escenario de aprendizaje el estado de los elementos de dicho escenario deben aparecer siempre en su estado inicial. Los elementos del escenario de aprendizaje (contenidos, actividades...) cambian de estado y posición solo cuando sea necesario. Por ejemplo:</p> <p>(1) para mostrar la solución de una actividad al alumno se pueden desactivar los botones de selección de dicha actividad;</p> <p>(2) una actividad de asociación RDDiante emparejamiento de elementos (uniendo con líneas o arrastrándolos hacia sus elementos correspondientes) los elementos del emparejamiento se podrían colocar en los lugares correctos cuando el alumno falle en el emparejamiento y para mostrarle la solución. Sin embargo, al iniciar de nuevo la actividad, los elementos deben aparecer siempre en su lugar de origen.</p>
8.10. El RDD informa acerca de su estado (activo / inactivo) al usuario	Se garantiza que el usuario (incluyendo usuarios con discapacidad visual) sepa en todo momento que la máquina está funcionando y el contenido (tarea, actividad) sigue abierto.
8.11 Es posible salir del material en cualquier punto	El RDD tiene flexibilidad para poder salir de este en cualquier momento.
8.12. Discapacidad visual	Toma en cuenta diferentes discapacidades visuales como daltonismo, problemas de visión y ciegos, y se puede cambiar tipografía, contraste o agrandar el tamaño de la letra. Posee un sistema de lectura por audio para interactuar con un dispositivo de entrada Braille.
8.13. Discapacidad auditiva	Dentro de la navegación del RDD se toma en cuenta a personas sordas o con deficiencias auditivas, es decir, videos y animaciones e incluyen subtítulos o respuestas visuales a mensajes sonoros de error.

8.14. Discapacidad motriz	Se toman en cuenta los problemas físicos como coordinación, dificultad para manipular objetos, problemas en la motricidad de las extremidades, o se pueden configurar dentro de RDD, es decir, no tienen OA que requieren de demasiada precisión o rapidez.
8.15. Discapacidad cognitiva	EL RDD incluye condiciones para persona con problemas psicológicos o problemas de atención, tomando sus diferentes formas de razonamiento.

9. Variable V3_UA.3: operatividad

Tabla 20.

V3 Componente accesibilidad: operatividad

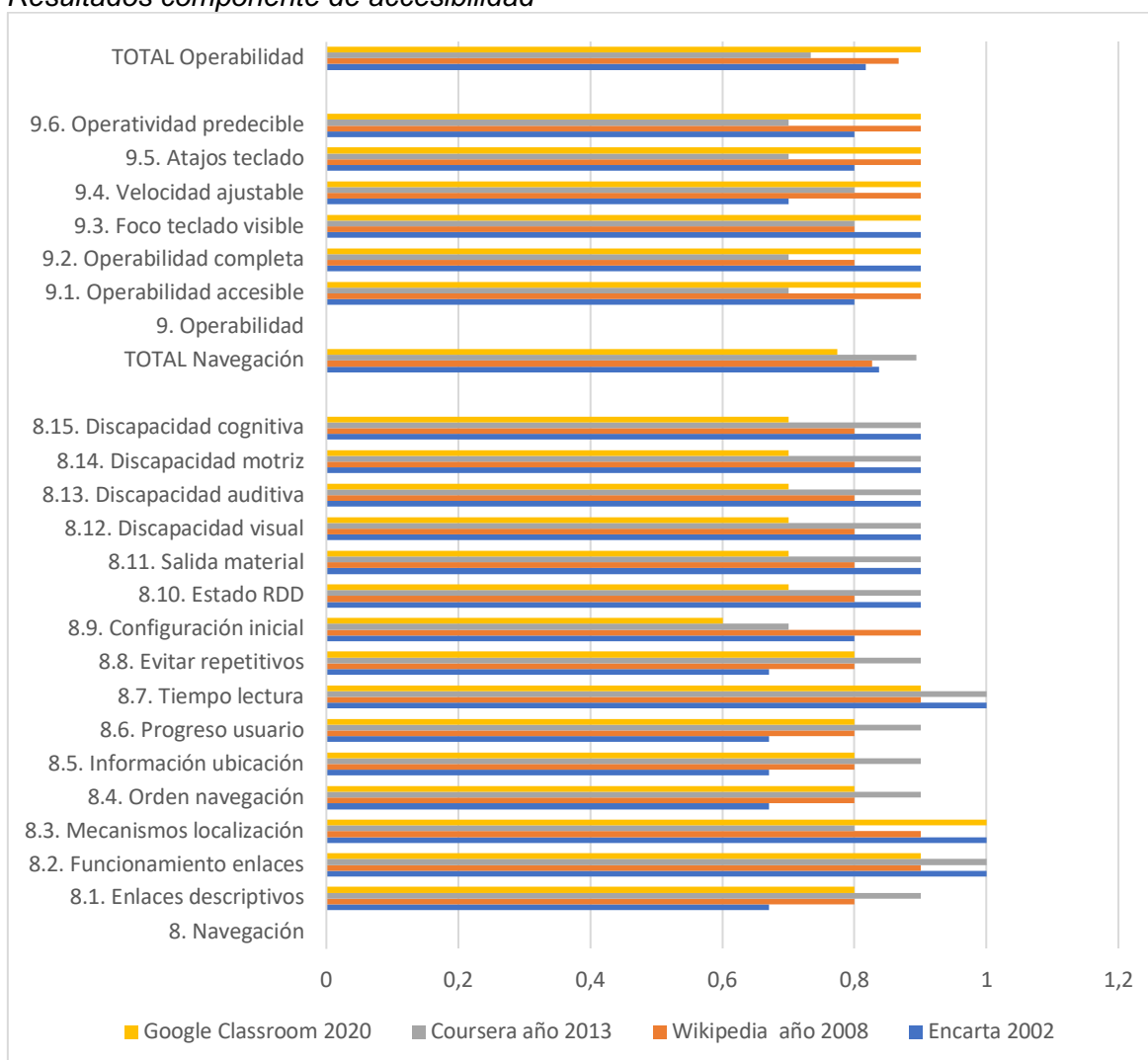
9. Operabilidad	Toda la funcionalidad del material educativo digital es manejable a través de los dispositivos de entrada estándares (teclado, ratón).
9.1. El RDD debe ser operable a través de acceso compatible o directo.	Hay que garantizar la operatividad de los RDD independientemente de los escenarios de aprendizaje. - Si es un escenario web, aplicación software no dirigido (compatible) o resultado de software de autor (documentos textuales, presentaciones, etc.), se debe poder operar con los elementos y contenidos del escenario por acceso compatible con los productos de apoyo. - En el caso de escenario de aplicación software dirigido, se debe poder operar con los elementos y contenidos del escenario por acceso directo.
9.2. La operatividad es completa con teclado, ratón y cualquier otro dispositivo de entrada, incluidos emuladores, activación por voz, interacción táctil, etc.	1. El RDD funciona como mínimo con los dispositivos básicos de entrada de datos teclado y ratón. 2. El RDD permite otros RDD de acceso que proporcionan los productos de apoyo como las tabletas digitalizadoras, emuladores de ratón, emuladores de teclados, lectura de datos RDDiante radiofrecuencia (RFID), etc. Se aconseja utilizar en la evaluación, al menos, teclado, ratón, emuladores, interacción táctil y activación por voz.
9.3. Se proporciona un foco del teclado (u otro dispositivo alternativo) visible y no hay trampas para el foco de teclado.	Se distingue visualmente dónde está el foco del teclado u otro dispositivo alternativo cuando se esté operando con el teclado (u otro dispositivo alternativo). El foco es el elemento del espacio de aprendizaje seleccionado con el teclado u otro dispositivo alternativo (por ejemplo: una caja de contenido, un formulario, un elemento de una lista de enlaces, etc.). Este ítem se puede verificar navegando con el teclado u otro dispositivo alternativo comprobando que la navegación se perciba claramente, funcione correctamente y en ningún momento se quede atascada. Por ejemplo, se ve dónde está el cursor y si se está navegando con el tabulador, se indica de alguna forma la posición (o elemento) en la que está el tabulador y cómo va cambiando a la siguiente posición según se pulsa el tabulador.

9.4. El usuario pueda pulsar las teclas, el ratón u otros dispositivos de entrada a la velocidad que se adapte a sus necesidades.	
9.5. Se proporcionan atajos de teclado o teclas rápidas para los enlaces principales y controles de formulario.	Las teclas rápidas las define el autor del RDD y se indican de forma accesible en el mismo RDD. No se deben utilizar aquellas teclas rápidas que usan los sistemas operativos. Ejemplos: control+c para copiar, control+v para pegar, etc.
9.6. Los escenarios de aprendizaje de la interfaz aparecen y operan de manera predecible.	Se debe comprobar que cuando un componente del escenario de aprendizaje recibe el foco (por ejemplo, al pasar el ratón por encima de un enlace, o al posicionarnos con el cursor, pero sin llegar a activar la acción), se inicia avisando al alumno y sin un cambio imprevisto de contexto.

Resultados del análisis del componente de accesibilidad en los RDD

Figura 19.

Resultados componente de accesibilidad



Evaluación general de la accesibilidad

El análisis *del componente de accesibilidad en los recursos didácticos digitales* revela un promedio de puntuación de 0.84, lo que indica un nivel alto de accesibilidad. Una accesibilidad adecuada es clave para la efectividad de los RDD, especialmente para asegurar la inclusión de niños sordos.

La mayoría de los criterios evaluados han sido calificados con *excelente* (14 criterios) y *muy buena* (11 criterios), lo que indica que la mayoría de los RDD analizados poseen características de accesibilidad bien implementadas, como navegación intuitiva, enlaces funcionales y correcto, y múltiples mecanismos para localizar contenidos y para que puedan acceder y navegar todos los usuarios, incluyendo a los niños sordos.

A pesar de los altos estándares en accesibilidad, se identificaron dos criterios con calificaciones de *deficiente*. Estos resultados señalan áreas específicas que se pueden pulir para lograr una accesibilidad aún más completa y efectiva. Se deben abordar estos aspectos para garantizar que los RDD sean completamente accesibles para todos los estudiantes, incluidos los que tienen necesidades especiales.

El alto nivel de accesibilidad observado en la mayoría de los RDD es un indicador positivo de la inclusión educativa de los niños sordos. Sin embargo, la necesidad de atender ciertas áreas destaca el peso de una revisión para la mejora continua de todos los aspectos de los RDD, para lograr que sean plenamente accesibles y para promover una educación verdaderamente inclusiva y universal.

Componente interfaz/diseño (V4):

Para visualizar el detalle del análisis, las observaciones y los datos del análisis, revisar el siguiente Anexo B, Matriz de datos/Obj2-f3-RDD-Estudio de caso

10. Variable V4_UA.3: El sistema gráfico-sistemas compositivos-técnicas de composición.

Tabla 21.

V4 Componente interfaz -diseño: sistema gráfico, sistema compositivo y técnicas de composición

10. El sistema gráfico: sistemas compositivos técnicas de composición	
10.1 Equilibrio	El funcionamiento de la percepción visual y en la intensa necesidad de equilibrio se manifiesta en la gráfica.
10.2 Inestabilidad	La ausencia de equilibrio en la gráfica da lugar a formulaciones visuales mucho más inquietantes.
10.3 Simetría	Posee formulaciones totalmente resueltas en las que cada elemento que se sitúa a un lado del eje central.
10.4 Asimetría	La gráfica requiere el ajuste de muchas fuerzas y pesos visuales. Resulta interesante y rico en su variedad.
10.5 Regularidad	La uniformidad de elementos y el desarrollo de un orden preciso. Presupone un plan prefijado del cual no se debe salir.
10.6 Irregularidad	La gráfica irregular realiza lo inesperado sin ajustarse a ningún plan previo.
10.7 Unidad	La gráfica forma un conjunto equilibrado de elementos diversos, perceptibles visualmente como un todo.
10.8 Fragmentación	La descomposición de los elementos en piezas separadas que se relacionan entre sí, pero que conservan su carácter individual.
10.9 Economía	La gráfica trabaja con el mínimo de elementos visuales e intenta resaltar los aspectos más esenciales.
10.10 Profusión	La gráfica recargada tiende al detalle ornamental.

11. Variable V4_UA.3: elementos morfológicos de la imagen

Tabla 22.

V4 Componente interfaz-diseño: elementos morfológicos de la imagen

11. Elementos morfológicos de la imagen	Elementos que son más usados y que por su connotación ayudan a que el contenido e interfaz sea intuitivo
11.1 El punto	Se utiliza gráficamente el punto como signo para mostrar intuición de clic o manejo de la interfaz

11.2 La línea	Este elemento está presente para connotar separación u orden tanto vertical como horizontal.
11.3 Ritmo	Existe un movimiento coherente de acento e intervalo; de acuerdo con las interacciones que debe realizar el usuario con la interfaz.

12. Variable V4_UA.3: instantes de la forma

Tabla 23.

V4 Componente interfaz-diseño: instantes de la forma

12. Instantes de la forma	Los elementos están ordenados y su forma determina su lectura según su orden
12.1 Focal	Existe un elemento dominante y el resto está al servicio de este un elemento.
12.2 Polar	No hay un elemento que domine la lectura, sino varias lecturas.
12.3 Dependiente	Los elementos dependen el uno del otro para su lectura.
12.4 Independiente	Los elementos son de igual valor y no dependen el uno del otro para su lectura.

13. Variable V4_UA.3: el encuadre de la imagen

Tabla 24.

V4 Componente interfaz-diseño: el encuadre de la imagen

13. El encuadre de la imagen	Encuadre de las imágenes utilizadas de acuerdo con la interfaz propuesta para cada una de ellas
13.1 Horizontal	La imagen está determinada horizontalmente en la interfaz.
13.2 Vertical	La imagen está determinada verticalmente en la interfaz.
13.3 Primer plano	La imagen se enfoca en mostrar más detalles en los elementos que la contienen.
37.4 Entero	La imagen presentada en la interfaz abarca todo el objeto sin un detalle predeterminado.

14. Variable V4_UA.3: cromática

Tabla 25.

V4 Componente interfaz-diseño: cromática

14. Cromática	El formato y diseño de la presentación maneja el siguiente sistema cromático de manera que hace que el contenido material se construya usando diferentes combinaciones.
14.1 Análogos	Los colores utilizados son aquellos que se encuentran a ambos lados de cualquier color en el círculo cromático.
14.2 Monocromáticos	Existe un color base y se lo combina con matices de diferente saturación.
14.3 Tríada	Existen tres colores dominantes que se encuentran equidistantes entre sí en el círculo cromático.
14.4 Complementarios	Los colores se encuentran en puntos opuestos en el círculo cromático.

15. Variable V4_UA.3: tipografía

Tabla 26.

V4 Componente interfaz-diseño: tipografía

15. Tipografía	El formato y diseño de la presentación manejan el siguiente sistema tipográfico de manera que hace que el contenido material se constuya usando diferentes combinaciones.
15.1 Serifa	La tipografía usada posee remates en sus terminaciones.
15.2 Sin serifa	Las terminaciones de la topografía usada no tienen remates.
15.3 Cursivas	Las letras que conforman una palabra están unidas o encadenadas y con cierta inclinación.
15.4 Decorativas	Letras utilizadas como elementos decorativos, mas no para legibilidad.
15.5 Criterio formal-calidad de los titulos	Legibilidad de títulos
15.6 Criterio formal-manejo de los tonos.	Legibilidad de grupos textos de acuerdo con jerarquía y tonos que los diferencian.
15.7 Interletrado	Espacio que se encuentra entre cada línea de un mismo párrafo.
15.8 Justificados a la derecha	Textos diagramados a la derecha.

15.9 Justificados a la izquierda	Textos diagramados a la izquierda.
15.10 Justificados centrados	Textos justificados al centro de la gráfica.
15.11 Elementos isomorfos	Se establecen como elementos isomorfos, los que poseen la misma forma y las mismas dimensiones.
15.12 Elementos-homeomorfos	Puede considerarse como elementos homeomorfos los que poseen la misma forma, pero presentan dimensiones diferentes.
15.13 Elementos-sigeomorfos	Los elementos que se presentan morfológicamente relacionados, por medio de deformaciones proyectivas.
15.14 Elementos-catamorfos	Aquellos que, aunque sin ser congruentes entre sí, posean una ligazón o relación interfigural común; se percibe como un mismo sistema.
15.14 Elementos-heteomorfos	Son aquellos que solo presentan una relación intrafigural, es decir, exhiben formas muy diferentes dentro de una misma especie.

16. Variable V4_UA.3: comunicación visual-principios estructurales

Tabla 27.

V4 Componente interfaz-diseño: comunicación visual

16. Comunicación visual Principios estructurales	El formato y diseño que presenta la interfaz, y como es percibido
16.1 Equifinalidad	Las partes que la constituyen tienen o deben tener el mismo fin o propósito: constituir una estructura formal y un mensaje.
16.2 Integración	Cuando se relacionan los elementos de una misma jerarquía.
16.3 Interracción	Los elementos de diferentes jerarquías o entre jerarquías se relacionan.
16.4 Unidireccionalidad	La forma solo puede ser leída en una misma dirección.
16.5 Multidireccionalidad	La estructura puede ser leída desde cualquier punto de su estructura y sus significados.

17. Variable V4_UA.3: semiótica

Tabla 28.

V4 Componente interfaz- diseño: semiótica

17. Semiótica	El formato y diseño de la interfaz, acompañado de la gráfica, dan a connotar significados de acuerdo con las agrupaciones y abstracciones de los elementos
17.1 Unisigno	La forma representa un significado.
17.2 Polisémico	La forma porta dos o más significados, una capacidad de la forma y no del usuario.
17.3 Supersigno	Tiene gran cantidad de descargas significativas (son dadas por el usuario).
17.4 Objeto signo reproductivo	La representación formal del concepto de origen es abstraída, puede ir desde lo comunicativo (semiótico) hasta lo valorativo (estético).
17.5 Objeto signo sustitutivo-monimia	La forma posee un grado de abstracción; la interfaz y forma conserva asociaciones evidentes con su origen.
17.6 Objeto signo sustitutivo-metábasis	Grado de abstracción total, pero los conceptos de origen hacen parte del mismo contexto (posee cierto grado de valor simbólico).
17.7 Objeto signo sustitutivo-metáfora	Grado de abstracción total, solo se mantienen principios con su origen (simbólico y estético).
17.8 Memoria de sí mismo	En la medida que intercambia información con otros objetos constituye nuevos y más complejos significados y usos.

18. Variable V4_UA.3: diagramación

Tabla 29.

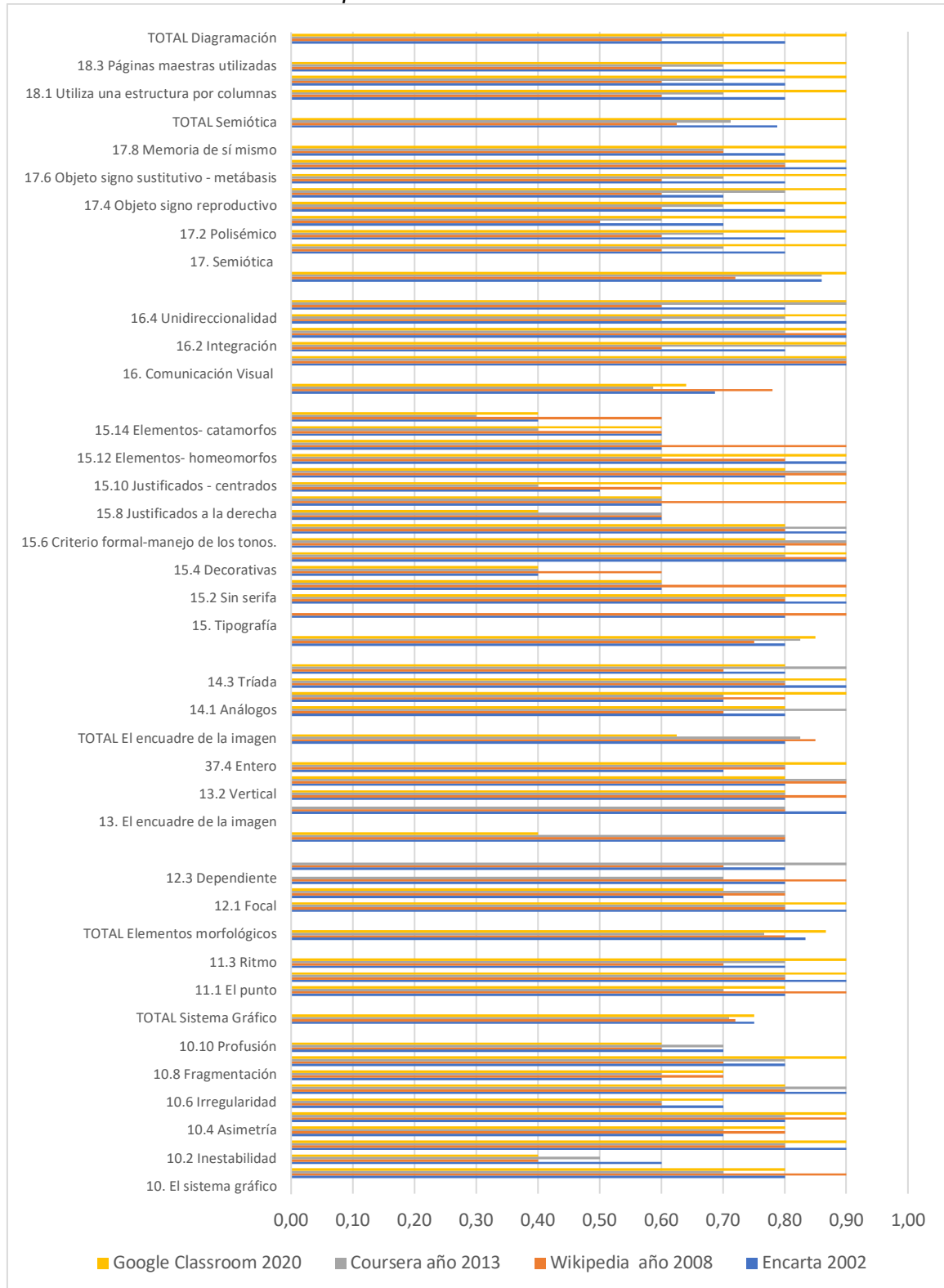
V4 Componente interfaz-diseño: diagramación.

18. Diagramación	El formato y diseño de la presentación maneja el siguiente sistema tipográfico de manera que hace que el contenido material se constuya usando diferentes convinaciones.
18. Utiliza una estructura por columnas	El RDD está construida con un criterio de diagramación y utilización de columnas según los estándares UNE.
18.2 Se estructura mediante filas.	El RDD está construido con un criterio de diagramación y filas según los estándares UNE.
18.3 Páginas maestras utilizadas	Se nota la estructura organizada con base en el desarrollo de una página maestra para el manejo de los contenidos durante la navegación en el RDD.

Resultados del análisis del componente de interfaz/diseño en los RDD

Figura 20.

Resultados del análisis del componente de interfaz/diseño en los RDD



Evaluación general del diseño de interfaz

El análisis del componente de interfaz/diseño en los recursos didácticos digitales obtuvo un promedio de puntuación de 0.77, el cual es indicativo de una calidad generalmente buena en el diseño de interfaz de los RDD. Dado que el diseño de interfaz desempeña un rol decisivo en cómo los usuarios, incluidos los niños sordos, interactúan con los contenidos, es un componente esencial para cumplir con los objetivos de inclusividad y accesibilidad de la tesis.

Se observa una distribución variada en las calificaciones, con 14 criterios calificados como *excelente*, 30 como *muy buena*, pero también 11 *buena*, 8 *deficiente* y 2 *no suficiente*. Esto indica que, si bien hay aspectos del diseño de interfaz que sobresalen, existen áreas que requieren ser atendidas para alcanzar un nivel óptimo de accesibilidad e inclusión, especialmente para niños sordos.

La variedad en las puntuaciones subraya la necesidad de una revisión y optimización continua del diseño de interfaz en los RDD. Igualmente, hay que atender los aspectos con puntuaciones más bajas para garantizar que los recursos sean completamente accesibles y efectivos para todos los usuarios, incluyendo aquellos con discapacidades auditivas.

El análisis del diseño de interfaz es directamente relevante para los objetivos de la tesis que buscan identificar cómo los aspectos de diseño en las TAC pueden servir para un proceso de enseñanza-aprendizaje más universal e inclusivo. La evaluación de este componente ayuda a para comprender cómo el diseño de interfaz impacta en la accesibilidad y la inclusión educativa de niños sordos y se alinea con la hipótesis de que un diseño adecuado puede generar una experiencia educativa satisfactoria de estos estudiantes.

Componente interfaz/dispositivos (V5):

19. Variable V5_UA.3: dispositivos de entrada

Figura 21.

V5 Componente interfaz/dispositivos: dispositivos de entrada

19. Dispositivos de entrada	Son los medios por los cuales el usuario proporciona órdenes, comandos, instrucciones y datos de diversa índole al RDD para se pueda generar la interactividad.
------------------------------------	--

19.1 Teclado	El RDD utiliza el teclado del dispositivo para el ingreso de la información y la interactividad, se acopla al idioma con facilidad. Trabaja todas las funciones del teclado, teclado numérico, desplazamiento del cursor, funciones, etc.
19.2 Ratón	El RDD utiliza el ratón, todos sus botones y es compatible con las diferentes formas de conexión con el dispositivo.
19.3 Trackpad	La compatibilidad y funciones del RDD con dispositivos portátiles y el uso del trackpad.
19.4 Joystick o palanca manual de control	En el caso de las actividades dentro del RDD, se adaptan para su usabilidad a una palanca manual de control.
19.5 Cámara de video	Para el trabajo con imágenes, el RDD puede recibir órdenes de entrada a través de la cámara y utiliza este recurso de entrada de información.
19.6 Micrófonos, reconocedores de voz	El RDD maneja una comunicación directa del usuario con el OA, sin necesidad de transcribir la información a través de un teclado u otros sistemas, mediante órdenes por voz.
19.7 Elementos de realidad aumentada. Otros	El RDD utiliza para el ingreso de la información cualquier otro tipo de dispositivo o tecnología como la realidad aumentada.
19.8 Pantalla sensible al tacto	Dentro de las opciones de configuración o en su carácter responsivo, el RDD se adapta a dispositivos de entrada <i>touch</i> .

20. Variable V5_UA.3: dispositivos de salida

Figura 22.

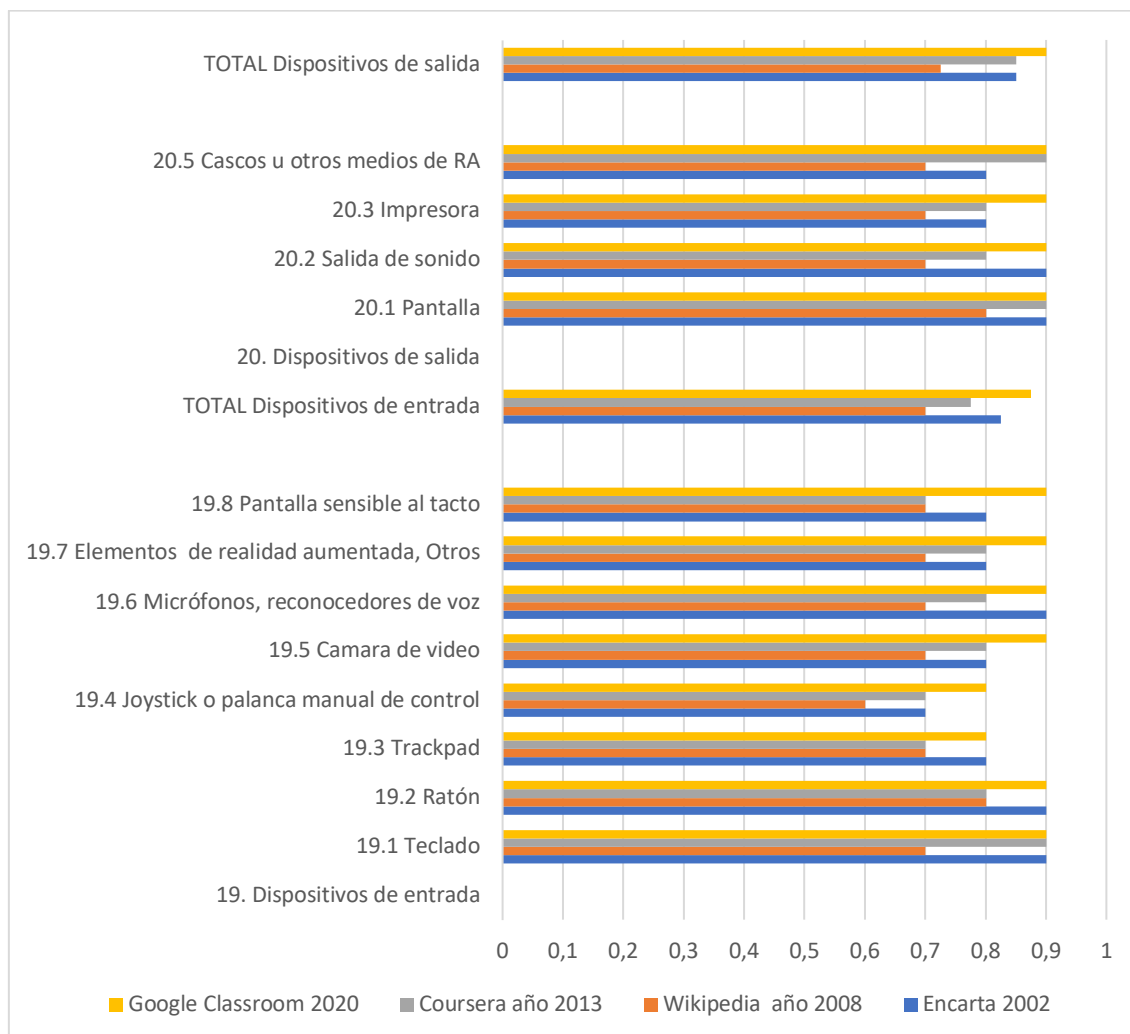
V5 Componente interfaz/dispositivos: dispositivos de salida

20. Dispositivos de salida	Esta matriz analiza los dispositivos que le aportan a los RDD la necesaria función de comunicar los contenidos de los diferentes objetos de aprendizaje, a sus usuarios luego de haber sido procesada por el sistema.
20.1 Pantalla	En el RDD, la pantalla es el principal dispositivo de salida, se adapta bien a los diferentes tipos de monitores.
20.2 Salida de sonido	El RDD trabaja con los dispositivos de salida de audio dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje, y los utiliza como refuerzo o complemento de la información que sale en la pantalla.
20.3 Impresora	Este dispositivo de salida trabaja en los procesos enseñanza-aprendizaje de los contenidos del OA; el RDD utiliza este medio como forma de inclusión para estos procesos como impresoras Braille o de alguna otra forma.
20.5 Cascos u otros medios de RA	El recurso trabaja cualquier tipo de implementación de RA para complementar, ampliar o desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Resultados del análisis del componente de interfaz/dispositivos en los RDD

Figura 23.

Resultados del análisis del componente de interfaz/dispositivos



Evaluación general de la compatibilidad con dispositivos

El análisis del componente de interfaz/dispositivos de los recursos didácticos digitales muestra un promedio de puntuación de 0.87. Esta alta puntuación indica una excelente compatibilidad y funcionalidad de los RDD con diversos dispositivos de entrada, lo cual es un aspecto clave para garantizar la accesibilidad y la inclusión educativa, especialmente para niños sordos, conforme con los objetivos de la tesis.

Con 17 criterios calificados como *excelente* y 31 como *muy buena*, se destaca la eficacia de los RDD en términos de compatibilidad con diferentes dispositivos de entrada como teclados, ratones y trackpads. Esta compatibilidad asegura que los niños sordos puedan interactuar eficientemente con los recursos, lo que repercute en su proceso de aprendizaje.

A pesar de las altas calificaciones, se observan 8 criterios calificados como *deficiente* y 8 como *buena*, lo que deja ver que hay áreas específicas que requieren atención. Estos resultados indican que, aunque los RDD son generalmente accesibles, hay aspectos del diseño de interfaz que podrían optimizar la experiencia de usuario de los niños sordos.

La compatibilidad de los RDD con una variedad de dispositivos es un factor que logra la inclusión educativa de niños sordos. Este componente se alinea directamente con la hipótesis de la tesis que plantea que un diseño de interfaz adecuado en los RDD puede mejorar ampliamente la inclusión educativa. La evaluación de este componente permite comprender cómo diferentes dispositivos de entrada pueden facilitar o limitar el acceso a los contenidos educativos para niños con discapacidades auditivas.

Componente interfaz/diálogos (V6):

Para visualizar el detalle del análisis, las observaciones y los datos del análisis, revisar el Anexo B, Matriz de datos / Obj2-f3-RDD-Estudio de caso.

21. Variable V6_UA.3: Menús

Tabla 30.

V6 Componente interfaz/diálogos: menús

21. Menús	Los menús en los RDD dan la posibilidad al estudiante de elegir entre una serie de opciones y no tener que digitarlas o buscarlas, evitándole cometer errores. Puede agrupar y jerarquizar las opciones por temática.
21.1. Contenido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las opciones son claras, no tienen errores ni interpretaciones, no son ambiguas. 2. El estudiante entiende las instrucciones sin conocimientos previos, entiende con facilidad los contenidos desplegados. 3. Los menús tienen íconos, hints, opción de audio, etc., que pueden ser comprendidos universalizadamente.

21.2. Orden	El usuario, al interactuar con el menú, entiende la organización de los contenidos, y el criterio con el que están organizados.
21.3. Acceso	Los estudiantes tienen acceso todo el tiempo a las opciones de un menú por cualquiera de los dispositivos de entrada.
21.4. Nivel de abstracción	Los menús que tiene los RDD están desarrollados con opciones que están dentro de un mismo nivel de abstracción, no existen opciones más generales que otras ni cruce entre opciones.
21.5. Organización	La organización de los contenidos simplifica el acceso a los contenidos y actividades del RDD de manera natural y entendible para el estudiante. Existe una estructura semántica en la forma de agrupar los contenidos. La jerarquía en los menús tiene un mismo nivel de profundidad.
21.6. Configuración	Los RDD tiene funciones para configurar las opciones del menú, personalizando su aspecto, color, tipografía, etc., tienen interactúan con los dispositivos de entrada con mensajes complementarios. El estudiante puede agregar, quitar opciones, cambiar su orden, o colocarles características de adaptabilidad.

22. Variable V6_UA.3: manipulación directa

Actualmente, existen múltiples formas de interacción que cambian de acuerdo con las condiciones tecnológicas y con las características de los RDD. Estas interacciones pueden ser sociales o grupales, y se conocen como *interfaces para Groupware*, útiles para promover la inclusión, ya que tienen la flexibilidad para adaptarse a las dinámicas del grupo. Dentro de los conceptos de interfaz, se analiza el planteado por Wexelblat (1998), según el cual las órdenes ya no son dadas por manipulación directa del usuario, sino que la interfaz guía y maneja la conversación y resuelve problemas.

Al elaborar un análisis histórico, hay que tener en cuenta el concepto de *manipulación directa*, que sigue siendo relevante en la interacción de los usuarios con dispositivos móviles, RDD y videojuegos para diferentes plataformas que utilizan interfaces gráficas (GUI). Estas interfaces emplean recursos visuales para representar las órdenes del software. La interacción se da mediante la manipulación directa del usuario con estos recursos gráficos, como la selección y el arrastre, en un diálogo asincrónico. La manipulación directa es ampliamente utilizado en RDD, ya que complementa lo expuesto por Piaget, que la comprensión del mundo se basa en una relación táctil y experiencial con los objetos, así como en la libertad para manipularlos. La percepción sobre los objetos de la interfaz conduce a una manipulación directa relacionada con la noción de distancia y unión.

Tabla 31.

V6 Componente Interfaz/diálogos: manipulación directa

22. Manipulación directa	Genera el lenguaje con el que el usuario interactuará con el RDD, ventaja en el momento de validar los procesos de enseñanza-aprendizaje.
22.1. Representación gráfica	Los estudiantes reconocen las representaciones gráficas utilizadas en la interfaz del RDD y el contenido que representan.
22.2. Esfuerzo cognitivo	Para la interacción con la interfaz es necesario ser muy exacto con los objetos, por ejemplo, dar clic en un lugar exacto y muy pequeño, evitando que la manipulación se use y que el usuario abandone las actividades, es decir, se disminuye el esfuerzo cognitivo del estudiante con los OA.
22.3. Obviedad	El trabajo del estudiante sobre los objetos gráficos del RDD está representado con un correcto uso del color, forma, nivel de abstracción o cualquier otro método gráfico de apoyo como mensajes que incentiven la realización de los movimientos y actividades sobre estos objetos.
22.4. Alcance	El RDD en sus diferentes interactividades de manipulación directa deja claro cuáles son los límites a los que el usuario puede llegar con esta interactividad.

23. Variable V6_UA.3: visual feedback

Los diversos tipos de diálogo que se entablan a través de la interfaz entre el RDD y el estudiante producen diferentes reacciones por parte de ambas partes, ya sean respuestas, asistencia y reacciones. La retroalimentación visual, también conocida como *visual feedback*, se refiere a la forma de comunicación visual que fluye desde el sistema hacia el usuario y se manifiesta en la interfaz de la aplicación a través de expresiones de salida (Muñoz y Rodríguez, 2005).

La Interacción Humano-Computadora (IHC) trabaja con varios elementos visuales que aportan al diálogo entre el RDD y el usuario con el propósito de informar al usuario quien interpreta y evalúa estas interacciones, lo que contribuye al proceso de enseñanza-aprendizaje. Ciertamente, la retroalimentación visual desencadena un proceso de aprendizaje por cuanto el usuario interactúa sin problemas a través de la anticipación y entendiendo los mensajes, lo que a su vez permite que disminuyan los tiempos de respuesta a diversas tareas. La Tabla 32 categoriza los patrones de interacción en función de la naturaleza lingüística de la retroalimentación visual.

Tabla 32.

V6 Componente interfaz/diálogos: visual feedback

23. Visual feedback	Son las respuestas visuales que da el RDD frente a los OA que está trabajado el estudiante, lo que hace que el contenido material se construya usando diferentes combinaciones.
23.1. Velocidad de respuesta	El espacio de tiempo que se demora el RDD en responder las acciones realizadas por el estudiante.
23.2. Frecuencia	La respuesta visual que el RDD da a las interacciones con un ritmo adecuado a la actividad o de forma simple y repetitiva.
23.3. Tolerancia	La retroalimentación es tolerante a errores de usuarios como, por ejemplo, colocar respuestas con algún error de tipeo. Esta envía mensajes preventivos.
23.4. Representación visual para elementos o acciones	El curso que genera cualquier dispositivo de entrada tiene una asociación visual que cambia con la actividad en diferentes espacios en la pantalla, lo que ayuda a la interacción del estudiante.

24. Variable V6_UA.3: relaciones

Cuando se habla de las relaciones que se establecen en los diálogos generados por la interfaz, se hace referencia al manejo de conceptos semánticos. Esto implica aplicar la teoría de *categorización* al lenguaje de la interfaz, relacionándola tanto con la realidad como con el lenguaje, como lo propone Eugenio Coseriu (1990). También se considera la jerarquización de elementos en la pantalla para destacar los puntos más importantes para el usuario y los menos relevantes. Hay que analizar la consistencia en estas relaciones dentro de la interfaz y asegurarse de que los efectos de la interactividad sean siempre consistentes.

Tabla 33.

V6 Componente interfaz/diálogos: relaciones

24. Relaciones	Una relación dentro de un RDD es el vínculo entre los diferentes elementos de la interfaz, que visualmente se entienda y sea constante durante toda la navegación, que los usuarios entiendan su relación y que, si modifican uno, el cambio se dará en toda la cadena de relación semántica del objeto.
24.1. Representación visual de la relación	Los recursos gráficos utilizados por el RDD muestran la relación entre los objetos de la interfaz mediante estrategias como la misma paleta cromática, igual tipo de ilustración, misma familia tipográfica, jerarquía, consistencia en el uso de espacios dentro de la diagramación.

24.2. Tiempo	El tiempo que dura la relación de los objetos dentro de la interfaz durante la sesión y todos los OA que forman parte del RDD es corto, según la actividad plantada.
24.3. Alcance de la configuración	Cuál es el nivel de profundidad de las relaciones entre los objetos, si se mantiene entre otros RDD con otras temáticas, y si esta relación se puede configurar, por ejemplo, con el caso de avatares que se personalizan y pueden funcionar a lo largo de todo el RDD.

25. Variable V6_UA.3: animación

El análisis de la animación como uno de los elementos fundamentales en los diálogos entre la interfaz y el usuario debe formar parte de un proceso dinámico. Las animaciones dan lugar a acciones independientes que se controlan al inicio, pero no durante su desarrollo. Por su intermedio, el RDD puede simular comportamientos estructurados dentro de un Objeto de Conocimiento (OC), lo que es un factor poderoso para favorecer los diálogos con los estudiantes (Díaz et al., 2020).

Tabla 34.

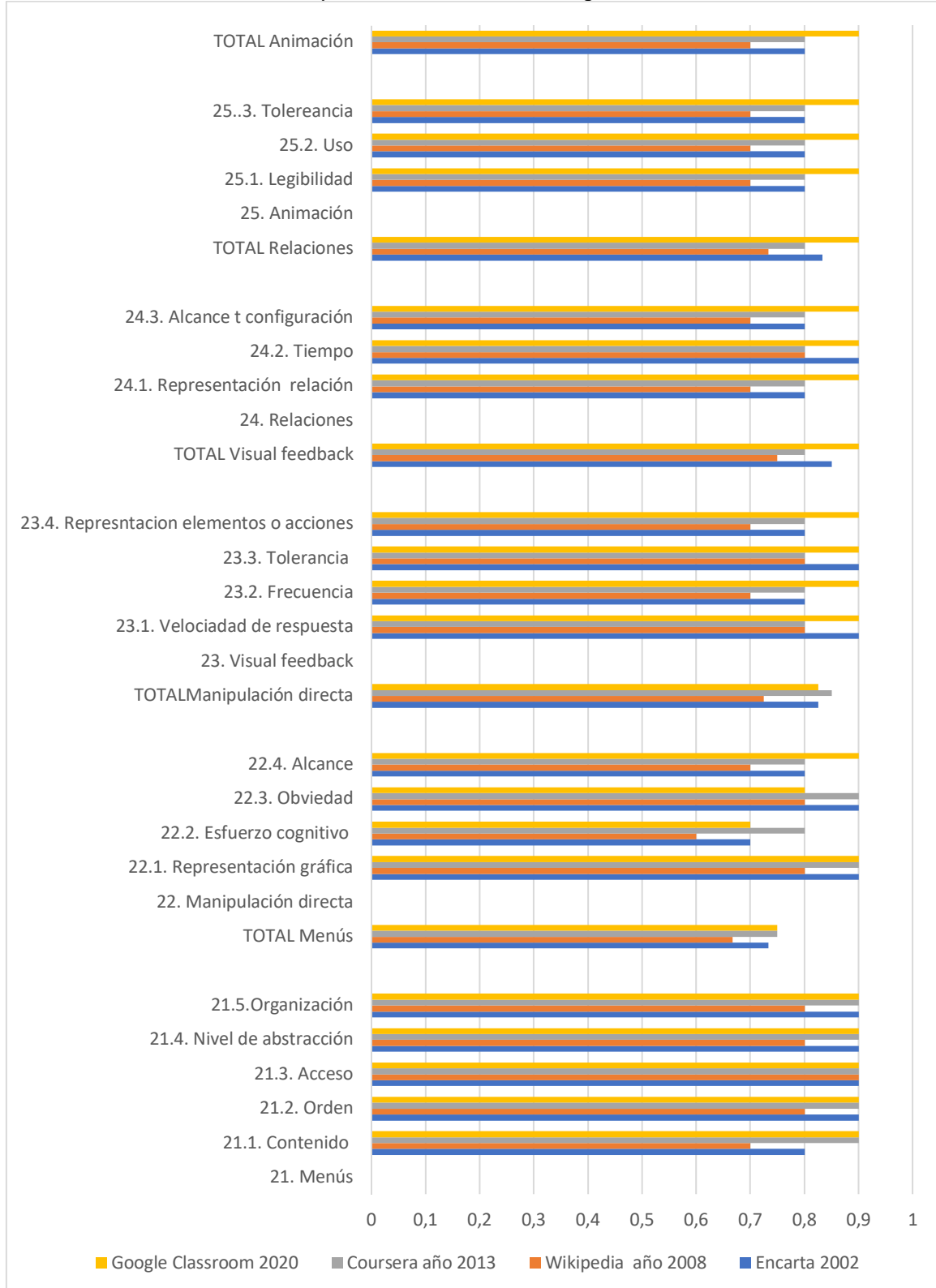
V6 Componente interfaz/diálogos: animación

25. Animación	Dentro de la interactividad de respuesta o enseñanza que da un RDD, las animaciones son un instrumento para generar aprendizaje con los OC, pues mantienen la atención de los estudiantes. Se debe valorar que esta atención se concentre en las tareas y no se esté usando en distracciones o molestias.
25.1. Legibilidad	Dentro del OA en el RDD, el empleo de las animaciones expresa claramente el objetivo que se busca enseñar, con un ritmo adecuado, sin confusiones y tampoco es sujeta a interpretaciones.
25.2. Uso	Los momentos en que la RDD emplea las animaciones para enseñar un contenido específico ayudan y guían la navegación sin demoras e indican de forma dinámica cómo se desarrolla la actividad.
25..3. Tolerancia	Se pueden repetir las veces que sean necesarias los contenidos de una animación, regresar repetir y pausar, para conseguir un proceso de enseñanza-aprendizaje óptimo.

Resultados del análisis del componente de interfaz/diálogos en los RDD

Figura 24.

Resumen del análisis del componente de interfaz/diálogos



Evaluación general de los diálogos en la interfaz

El análisis del componente interfaz/diálogos en los recursos didácticos digitales alcanza un promedio de puntuación de 0.79. Esta cifra sugiere una calidad generalmente *buena* en la implementación de diálogos y menús en los RDD, un aspecto crítico para la interacción efectiva de los usuarios, incluyendo niños sordos. Este componente es vital para alcanzar los objetivos de la tesis relacionados con la inclusividad y accesibilidad en el diseño de interfaces.

En cuanto a las fortalezas y debilidades en diálogos de interfaz, se aprecia que 19 criterios fueron calificados como *excelentes* y 32 como *muy buenos*, prueba de que los diálogos en la mayoría de los RDD están bien diseñados y son funcionales. Sin embargo, la presencia de 6 criterios *deficientes* y *buenos* indica que hay áreas específicas en la interfaz de diálogos que requieren atención para garantizar una accesibilidad óptima, especialmente para los niños sordos.

Los resultados refuerzan el valor de un diseño de diálogos e interfaces intuitivo y accesible en los RDD, lo que se alinea con la hipótesis central de la tesis que el diseño de interfaces en las TAC puede ser un recurso para la inclusión educativa. Los diálogos claros y bien estructurados son esenciales para que los niños sordos puedan navegar y entender los contenidos educativos de manera efectiva.

Los resultados tienen implicaciones para la inclusión educativa. El diseño de diálogos en los RDD impacta directamente en la inclusión de niños sordos en el proceso de enseñanza-aprendizaje porque mejora la claridad y funcionalidad de los diálogos y la interacción de estos estudiantes con los contenidos educativos, con lo que se ofrece una experiencia de aprendizaje más inclusiva y accesible.

Componente interfaz/usuario (V7):

Para visualizar el detalle del análisis se puede revisar el Anexo Anexo B, Matriz de datos, Obj2-f3-RDD-Estudio de caso.

26. Variable V7_UA.3: consistencia

El principio de *consistencia* implica que los elementos relacionados deben presentarse de manera idéntica e inequívoca (Creation, 2015; Foraker Labs, 2021). Se aplica a elementos como la tipografía, los íconos, los comandos, los diálogos y los menús, los cuales deben ser coherentes con su función para que los usuarios puedan anticipar las acciones del sistema. La consistencia en los conceptos semánticos diseñados para la interfaz debe mantenerse en todas las actividades del RDD (Catalán-Vega, 2000). En efecto, un factor del diseño es la coherencia del significado de objetos, formas y métodos de trabajo en contextos similares, así como el grado de similitud de la representación de conceptos con su uso en la vida real (Creation, 2015).

La siguiente matriz, detallada en la Tabla 35, analiza los elementos de consistencia que sostienen los diálogos durante el desarrollo del RDD, fundamentales para el aprendizaje y la usabilidad y para la universalizar la comprensión de los contenidos.

Tabla 35.

V7 Componente interfaz/usuario: consistencia

26.Consistencia	Factor decisivo para generar confiabilidad en lo que el RDD está buscando enseñar. Su buen uso genera seguridad en lo contenidos que ofrece y esta confianza se puede ver en la interacción que el usuario tiene tanto con las estructuras visuales como con el lenguaje que maneja el RDD.
26.1. Lenguaje	EL significado detrás de los elementos iconográficos, acciones, botones es siempre el mismo y se mantiene el cociente durante todo el RDD. Se manejan los mismos términos, frase o imagen para la representación de un mismo concepto, en una relación representación-significado.
26.2. Representación visual	Durante todo el RDD se emplea un sistema claro y definido de colores, diagramación, tipografías, jerarquías, ilustraciones, animaciones, sonidos, y su uso es lógico y uniforme.

27. Variable V7_UA.3: simplicidad

Un RDD debe abordar ciertos aspectos relacionados con la simplicidad en su diseño de interfaz, pues las personas no solo buscan adquirir productos, sino también diseños que simplifiquen sus vidas (Maeda John, 2010). En un futuro cercano, las tecnologías complejas seguirán siendo parte de los hogares y lugares de trabajo, lo que hará que la simplicidad se convierta en un sector en crecimiento. Por lo tanto, los RDD deben establecer un diálogo natural y recurrir a estructuras amigables y simples que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La simplicidad se refleja en la gestión directa los contenidos en todas sus partes, de modo que los usuarios manejen su complejidad adecuadamente. La usabilidad de un RDD se construye en función de cómo los usuarios perciben cada elemento de la interfaz y cómo estos elementos se relacionan entre sí y evitan adoptar formas y funciones variadas.

Nielsen (2012) también destaca a la simplicidad como una práctica continúa dirigida a optimizar los sitios web y maximizar el éxito de los negocios. La simplicidad es un medio para reducir las barreras que puedan dificultar a los usuarios alcanzar sus objetivos. Para evaluar los niveles de simplicidad en la interfaz de los RDD, se deben revisar los elementos que reducen la frustración de los estudiantes al interactuar con el RDD.

Tabla 36.

V7 Componente interfaz/usuario: simplicidad

27. Simplicidad	Se busca de alguna manera la limpieza visual en el manejo de los contenidos; la carga visual y cognitiva del usuario no ayudan en los procesos de aprendizaje. Un diseño simple lleva la atención a los contenidos.
27.1. Instalación	El RDD es simple de instalar, no requiere demasiadas complejidades en el momento de configurar el dispositivo para empezar a trabajar.
27.2. Conocimientos previos	Los estudiantes o docentes no necesitan un entrenamiento previo en computación para poder utilizar el RDD.
27.3. Navegabilidad	El RDD debe mostrar un diálogo amigable y fluido. El estudiante encuentra con facilidad las ayudas y resuelve sin complejidad las interacciones.

28. Variable V7_UA.3: eficiencia

Para evaluar la eficiencia en un RDD, se revisa la capacidad de la interfaz para desempeñar sus funciones utilizando los recursos de software y hardware de manera eficaz, al mismo tiempo que promueve la inclusión y la efectividad en el uso de los procesos, siempre priorizando al usuario. Hay que recordar que, en palabras de Preece (2018), la usabilidad implica el desarrollo de sistemas fáciles de usar y de aprender y que, de acuerdo con Nielsen, es de sumo valor la experiencia del usuario en la realización de tareas de manera más sencilla.

Por lo tanto, una interfaz no solo debe funcionar de manera efectiva en momentos específicos, sino que debe mantener una consistencia en su funcionamiento eficiente a lo largo de toda la experiencia con el RDD. La eficacia de un RDD no solo radica en que los estudiantes se sientan cómodos con la interfaz, sino también en que sean capaces de reconocer y utilizar el RDD para lograr todos los objetivos que se propone alcanzar. Con los conceptos de *eficacia* y *eficiencia* se analizan los siguientes puntos dentro del RDD (ver Tabla 37):

Tabla 37.

V7 Componente interfaz/usuario: eficiencia

28. Eficiencia	La eficiencia implica la exactitud con la cual los estudiantes alcanzan los resultados y metas que se proponen tanto en el manejo de la interfaz como en la consecución de sus objetivos de aprendizaje.
28.1. Respuesta	El RDD utiliza los comandos e iconografías correctas para hacer satisfactorio el trabajo del usuario y responde con agilidad a las acciones planteadas por el estudiante.
28.2. Optimiza	Emplea diferentes <i>shortcuts</i> ya conocidos para optimizar la interacción, maneja iconografía ya estandarizada por diferentes recursos multimedia.
28.3. Eficacia	La información que maneja el RDD para la comprensión de la interfaz es entendible y útil.

29. Variable V7_UA.3: transparencia

La interfaz de un RDD no debe ser una "caja negra", como Christopher Jones plantea. Al contrario, el diseño parte de una perspectiva libre y se confía en el instinto del desarrollador. En el caso de los RDD, los estudiantes no pueden simplemente ingresar datos y esperar los resultados sin comprender el funcionamiento interno. En todo momento, las interfaces deben proporcionar información detallada sobre el proceso en curso, incluyendo porcentajes, índices de progreso y una explicación de la operación que se está realizando.

Sin embargo, hay que ser conscientes de que en la realidad las interfaces de los RDD nunca serán completamente transparentes, ya que durante su desarrollo se toman decisiones en función de factores específicos de su creación. Como menciona Scolari (2016), las interfaces, al igual que los lenguajes o la comunicación, no pueden ser transparentes o invisibles. En su lugar, se trata de dispositivos que, cuando están bien diseñados, se integran de manera natural y se vuelven imperceptibles para el usuario. Por ello, se requiere proporcionar a los estudiantes las herramientas para que puedan comprender y controlar los procesos que lleva a cabo el sistema. De esta manera, la interfaz se convierte en un recurso abierto que informa constantemente sobre tiempos y procesos. La Tabla 38 explicita las variables relacionadas con la transparencia.

Tabla 38.

V7 Componente interfaz/usuario: transparencia

29. Transparencia	Se relacionada con los usuarios y con la interfaz: mientras más intuitivo y claro mejor será esta.
29.1. Visualización	Se puedan visualizar los procesos que configuran al RDD para conseguir la interacción tanto en software como en hardware.
29.2. Controles	Las diferentes interacciones dentro del RDD le dan al estudiante control absoluto sobre las actividades, y sobre todos los procesos y formas de navegación y de relación con los contenidos.
29.3. Soportes	Los soportes del recurso están contruidos con una ideología <i>Open Source</i> , de tal forma que toda la información que manejan sea transparente tanto para el estudiante como para el administrador del sistema.

30. Variable V7_UA.3: ergonomía

Se habla de la ergonomía de la interfaz cuando se analiza un RDD en términos de su facilidad para adaptarse a las necesidades de los estudiantes con diferentes configuraciones y personalizaciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El RDD tiene la capacidad de ofrecer diversos niveles de personalización, que van desde aprender del usuario mientras trabaja y brindar asistencia en tiempo real y que el usuario configure la mayoría de los elementos de la interfaz desde su propia perspectiva. También puede utilizar modelos computacionales preestablecidos que los estudiantes puedan aplicar en su entorno de aprendizaje.

La interfaz de un RDD se convierte así en un recurso inteligente que aprende de las interacciones del usuario y se adapta a sus necesidades para proporcionar una experiencia de aprendizaje más cómoda y efectiva. Como sugieren Vyzas y Picard (2006), si se desean desarrollar sistemas verdaderamente capaces de simular comportamientos inteligentes y relacionarse de manera natural con los seres humanos, deben tener la capacidad de reconocer, expresar y comprender emociones. Estos serán los elementos que se evalúan para determinar la ergonomía en el contexto de los RDD.

Tabla 39.

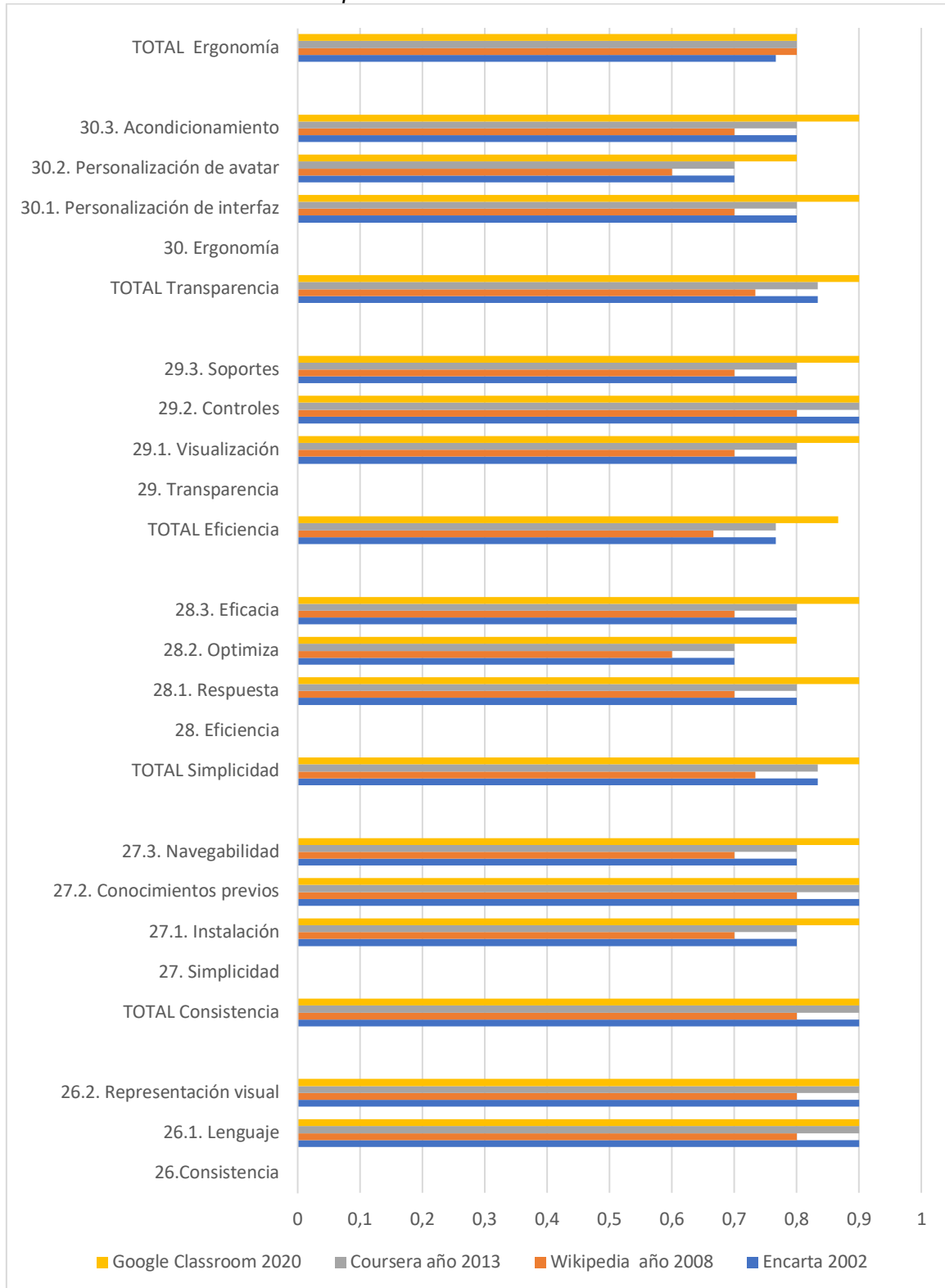
V7 Componente interfaz/usuario: ergonomía

30. Ergonomía	Capacidad que muestra la interfaz para adaptarse al estilo del estudiante y para que modifique la configuración y personalización de la interfaz y sus herramientas.
30.1. Personalización de interfaz	Por el aspecto de la interfaz y la organización de sus elementos, se pueden crear ajustes en menús, funciones de teclados, volumen, cromática, tipografía.
30.2. Personalización de avatar	Con el RDD se puede crear una imagen o escoger una de un modelo ya preestablecido, que acompaña al estudiante durante su transitar en este y sirve con fines identificativos.
30.3. Acondicionamiento	La interfaz del RDD es percibida como un sistema que aprende, que conoce al estudiante y sus necesidades y gustos, sus prácticas, de tal forma que se acondiciona siendo empática e intuitiva para el usuario.

Resultados del análisis del componente de interfaz/usuario en los RDD

Figura 25.

Resultados del análisis del componente de interfaz/usuario



Evaluación general de la interfaz de usuario

El componente de interfaz/usuario de los recursos didácticos digitales obtuvo un promedio de puntuación de 0.78, lo que indica una calidad general buena en la interacción del usuario con los RDD. Este resultado es relevante para los objetivos de la tesis, ya que un diseño de interfaz de usuario efectivo y accesible es transcendental en el camino de la inclusión educativa de niños sordos.

En cuanto a las fortalezas y áreas de mejora, los 14 criterios calificados como *excelente* y 35 como *muy buena* indican que muchos aspectos de la interfaz de usuario están bien diseñados, así que brindan una experiencia positiva para el usuario. Sin embargo, la presencia de 6 criterios calificados con *buena*, 5 *deficiente* y 2 *no suficiente* sugiere que hay áreas específicas que requieren atención y mejora. Estas áreas conadyuvan a que los RDD sean plenamente accesibles y eficientes para todos los usuarios, incluyendo a los niños sordos.

La calidad de la interfaz de usuario en los RDD impacta directamente en la capacidad de los niños sordos para acceder y participar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un diseño intuitivo y accesible en la interfaz es el medio para una interacción sencilla de estos estudiantes con los contenidos educativos y promover una educación inclusiva.

Este análisis del componente de interfaz de usuario ayuda a verificar la hipótesis central de la tesis, que propone que un diseño de interfaz adecuado en los RDD puede mejorar la inclusión educativa. La evaluación detallada de este componente concluye que diferentes aspectos de la interfaz de usuario pueden facilitar o limitar el acceso a los contenidos educativos para niños con discapacidades auditivas.

Resumen del análisis de cada RDD desde la perspectiva de contenidos-interfaz-interacción

Esta investigación presenta un análisis integral de las TAC en el período 2000-2020 y destaca su impacto en la transformación del panorama educativo, con un enfoque particular en la inclusión y accesibilidad para niños sordos. Con lo visto en el capítulo, se busca entender cómo los avances tecnológicos han reformado las metodologías y enfoques pedagógicos en la educación al poner los

cimientos de prácticas más inclusivas y efectivas. A partir de la revisión minuciosa de la evolución de las TAC a lo largo de estas dos décadas, se aprecia que se trata de un período signado por cambios significativos en la integración de la tecnología en la educación, gracias a la digitalización y la interactividad, desde la introducción de las primeras herramientas digitales en el aula hasta la adopción de plataformas de aprendizaje en línea y herramientas de colaboración. El impacto de las TAC en el entorno educativo se examina desde varias perspectivas: cómo han alterado la forma de enseñar, la naturaleza del aprendizaje, su rol en la reducción de la brecha digital y su papel en la configuración de futuros escenarios educativos más accesibles e igualitarios.

Un aspecto central del capítulo es el análisis del diseño multimedia en las TAC, enfocado en la interfaz y la interacción. Los RDD seleccionados fueron analizados detalladamente para evaluar su diseño, funcionalidad y accesibilidad. Se argumenta que un diseño de interfaz intuitivo y accesible es un medio para la inclusión educativa, particularmente para los niños sordos, en la medida en que pueden participar y aprender efectivamente. Este análisis destaca al diseño multimedia como el vínculo principal entre el estudiante y el conocimiento y proporciona una comprensión profunda de cómo las herramientas educativas digitales pueden ser optimizadas e incluir a estudiantes con necesidades especiales. Hacia el final del capítulo, se reflexiona sobre los desafíos futuros y las oportunidades en la intersección de la tecnología y la educación. Se concluye que la innovación continua en las TAC ha incrementado la accesibilidad y la calidad de la educación, para llevarla a ser más inclusiva y accesible.

Tabla 40.

RDD seleccionados para el estudio

RDD	Componente didáctico	Componente tecnológico	Componente accesibilidad	Componente diseño de interfaz	Interfaz dispositivos	Interfaz diálogos	Interfaz usabilidad	Conclusiones
Encarta 2002	Recurso educativo integral con un enfoque más tradicional, cuyo fin es proporcionar una base sólida de conocimientos.	Tecnología limitada a las capacidades de la época, sin soporte para interactividad avanzada.	Accesibilidad básica, sin características especiales para usuarios con discapacidades.	Diseño simple y funcional, enfocado en la presentación directa de la información.	Compatible con dispositivos estándares de la época, como PC.	Diálogos y menús básicos, fáciles de navegar, pero con opciones limitadas.	Usabilidad adecuada para su tiempo, aunque carece de funciones modernas.	Encarta fue un pionero en recursos educativos digitales, aunque limitado por la tecnología de su tiempo.
Wikipedia año 2008	Contenidos actualizados y colaborativos, con una amplia cobertura de temas que fomentan el aprendizaje autónomo.	Tecnología web avanzada, accesible y adaptable a múltiples dispositivos y plataformas.	Buena accesibilidad, con funciones para ajustar la visualización y facilitar la lectura.	Interfaz centrada en el contenido, sencilla pero efectiva, sin distracciones visuales.	Alta compatibilidad con diversos dispositivos y navegadores web.	Menús y diálogos claros y concisos, enfocados en una navegación eficiente.	Usabilidad destacada para el acceso rápido y eficiente a la información.	Wikipedia demuestra cómo los recursos colaborativos en línea pueden ser accesibles y útiles para una amplia gama de usuarios.
Coursera año 2013	Cursos en línea de alta calidad con un enfoque práctico y profesional, impartidos por expertos en la materia.	Tecnología avanzada con videos y recursos interactivos, que mejoran la experiencia de aprendizaje en línea.	Accesibilidad más eficiente con opciones para discapacitados auditivos, como subtítulos en videos.	Diseño de interfaz moderno, centrado en el usuario, con una experiencia de aprendizaje intuitiva.	Óptima compatibilidad con dispositivos móviles y de escritorio, para el aprendizaje en cualquier lugar.	Interfaz de diálogos bien estructurada con instrucciones claras y soporte interactivo.	Alta usabilidad con una navegación intuitiva y recursos de aprendizaje interactivos y atractivos.	Coursera es un excelente ejemplo de cómo las plataformas de aprendizaje en línea pueden ser accesibles, interactivas y atractivas.
Google Classroom 2020	Integración efectiva de herramientas educativas y colaborativas hacia un aprendizaje interactivo y participativo.	Tecnología de vanguardia con soporte para múltiples formatos y herramientas de colaboración en línea.	Excelente accesibilidad, con soporte integral para estudiantes con diferentes discapacidades.	Diseño de interfaz altamente intuitivo e interactivo, que fomenta la participación activa del estudiante.	Amplia compatibilidad con una variedad de dispositivos y sistemas operativos modernos.	Diálogos y menús intuitivos, que facilitan la interacción, colaboración y gestión del aprendizaje.	Usabilidad excepcional, con un enfoque en la experiencia del usuario y la eficiencia en la gestión del aula.	Google Classroom 2020 representa el pináculo de los RDD modernos, con su enfoque en la accesibilidad, la interactividad y la facilidad de uso.

(Fase 04)

7.6. Determinación de la muestra para el análisis

Para determinar el tamaño de la muestra, se efectuó una selección de escuelas inclusivas que ofrecían programas adaptados a las necesidades de los estudiantes con discapacidad auditiva en el cantón Cuenca, provincia de Azuay, Ecuador, concretamente en el 3º. y 4º. año de Educación Básica. Para llevar a

cabo esta tarea, se revisó la información proporcionada por el Ministerio de Educación del Ecuador (2023). Se recopilaron datos sobre cada institución, incluyendo localización, nivel educativo, especialización en discapacidades y contacto. A continuación, se procedió a visitar a las instituciones, con el equipo de diez estudiantes investigadores. Sus informes ofrecieron una visión profunda y contextualizada de las realidades educativas de estas escuelas que iba más allá del dato estadístico.

Las instituciones se escogieron en función de la atención que ofrecían a estudiantes con discapacidad auditiva, y se buscó fueran representativas de la diversidad y las necesidades educativas de los niños sordos. Se seleccionaron: el Instituto Piloto de Integración del Azuay, Instituto San José de Calasanz y el Instituto Especial de Invidentes y Sordos del Azuay, mientras que la Fundación Nuestros Niños fue descartada por no cumplir con el rango de edad requerido. A través de esta selección, se estableció una base sólida para la investigación para asegurar que los resultados develen con precisión la realidad educativa de los niños sordos en Ecuador.

Tabla 41.

Escuelas inclusivas en el cantón Cuenca, Ecuador

PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	NOMBRE INSTITUCIÓN	DIRECCIÓN	INSTITUCIÓN	NIVEL	DISCAPACIDAD
AZUAY	CUENCA	BELLAVISTA	Stephen Hawking	Luis Pasteur y Espadaña	Fiscal	Inicial y Educación Básica	Física
AZUAY	CUENCA	CAÑARIBAMBA	Instituto Piloto de Integración del Azuay	Avenida Huayna-Capac, entre Cacique Dumas y Pisarcapac	Fiscal	Inicial y Educación Básica	Auditiva Visual Cognitiva Física Autismo
AZUAY	CUENCA	CAÑARIBAMBA	Adinea	Av. Camilo Egas, entre Carrera Andrade y Paseo los Cañaris	Particular laico	Inicial y Educación Básica	Cognitiva Síndrome Down
AZUAY	CUENCA	HUAYNA CAPAC	San José de Calasanz	Paseo del Río Yanuncay, Paseo del Río Tarqui	Fiscomisional	Educación Básica	Auditiva Física y cognitiva Autismo Síndrome Down
AZUAY	CUENCA	HUAYNA CAPAC	Instituto Especial de Invidentes y Sordos del Azuay	Av. El Paraíso, 12 de Abril y Pasaje El Paraíso	Fiscal	Inicial y Educación Básica	Síndrome Down Auditiva Visual

							Sordo-Ceguera
AZUAY	CUENCA	HUAYNACAPAC	Agustín Cueva Tamariz	Francisco Estrella Mercedes Pozo	Fiscal	Educación Básica	Cognitiva Síndrome Down
AZUAY	CUENCA	YANUNCAY	Fundación Nuestros Niños	Vicente Mideros, Dos de Agosto, vía a Baños	Particular laico	Inicial	Cognitiva Auditiva Visual Física Sordo-Ceguera Autismo Down
AZUAY	CUENCA	BAÑOS	Unidad Educativa Terapéutica San Juan de Jerusalén	Baños	Fiscal	Inicial y Educación Básica	Física

Para mayores pormenores del análisis, revisar el Anexo B, Matriz de datos, / Obj3-f4-Instituciones.

Durante la investigación en las escuelas inclusivas de la muestra, se identificaron 9 niños con sordera, todos entre 7 y 8 años. Mediante los datos de una matriz, estos estudiantes fueron clasificados en función de las fichas escolares proporcionadas por las instituciones.

Tabla 42.

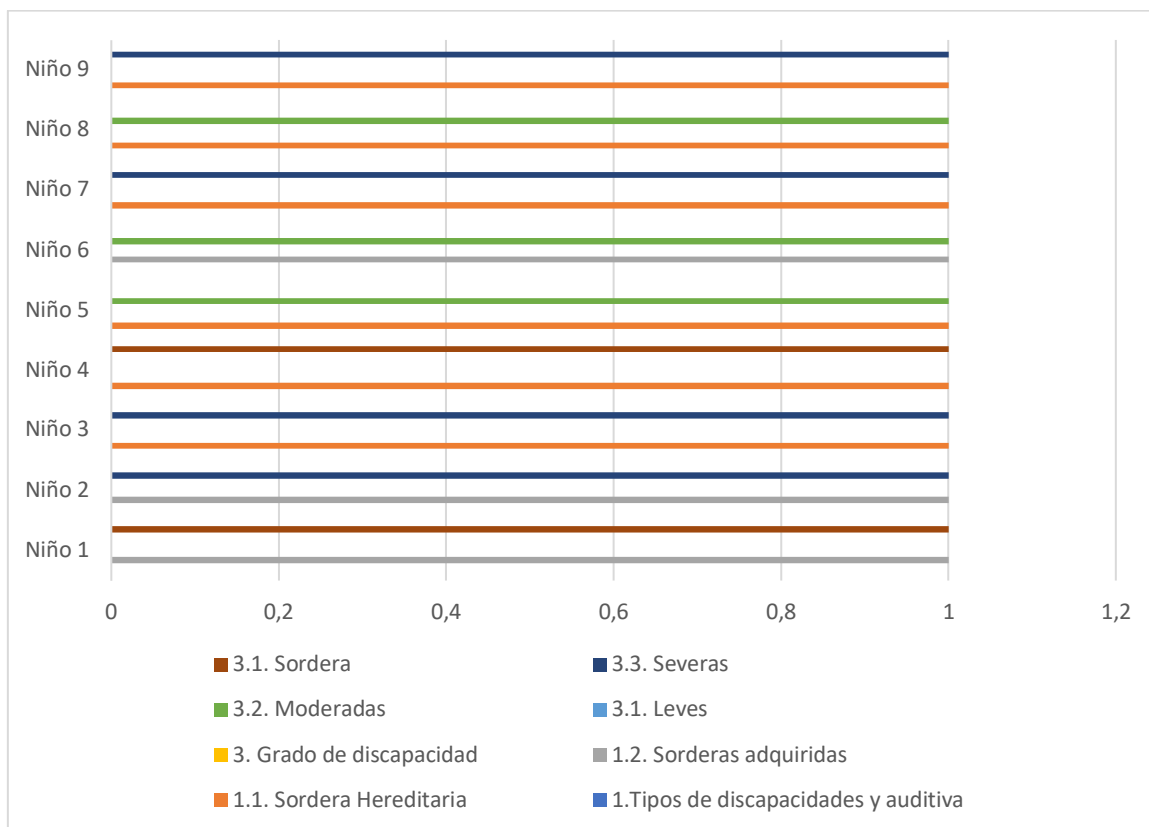
Tipo de sordera de los usuarios de las instituciones de educación inclusiva

Criterios/ ítems	Definición del criterio Orientaciones para la puntuación máxima de los ítems	Usuario								
		Niño 1	Niño 2	Niño 3	Niño 4	Niño 5	Niño 6	Niño 7	Niño 8	Niño 9
1. Tipo 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. Se distinguen dos tipos principales de sordera:									
1.1. Sordera hereditaria	Este tipo de sordera es de carácter recesivo, es decir, el gen que la provoca es dominante y se transmite por consanguinidad de los padres.	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1.2. Sordera adquirida	Estas sorderas se asocian con lesiones o problemas específicos, como infecciones, rubéola, incompatibilidad de RH, anoxia neonatal, entre otros.	1	1	0	0	0	1	0	0	0
2. Ciudad de origen	Este criterio tiene como objetivo mapear las discapacidades dentro de la muestra de estudio. Conocer la ciudad de origen de los niños									

	sordos ofrece una visión más completa y representativa.									
2.1. Ciudad de origen		Cu en ca	Cu en ca	Cu en ca	Cu en ca	Cu en ca	Cu en ca	Cu en ca	Cu en ca	Cu en ca
3. Grado de discapacidad	Se evalúa el grado de discapacidad auditiva en los niños sordos. Los diferentes niveles de pérdida auditiva se clasifican de la siguiente manera:									
3.1. Leves	Pérdida auditiva inferior a 40 decibelios.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2. Moderadas	Pérdida auditiva en el rango de 40 a 70 decibelios.	0	0	0	0	1	1	0	1	0
3.3. Severas	Pérdida auditiva superior a 70 decibelios. Conforme a la Seguridad Social, una persona es sorda a partir de los 75 decibelios.	0	1	1	0	0	0	1	0	1
3.1. Sordera	Ausencia completa de la capacidad auditiva.	1	0	0	1	0	0	0	0	0

Figura 26.

Tipo de sordera que padecen los niños de la instituciones inclusivas



Tipos de sordera

En esta investigación se analizaron las características de los niños con discapacidad auditiva de las escuelas seleccionadas, con el fin de comprender sus perfiles y necesidades educativas. Los datos indican el tipo de sordera (hereditaria o adquirida) y el grado de discapacidad (leve, moderado o severo).

a) De los 9 niños estudiados, 5 fueron diagnosticados con sordera de origen hereditario (niños 3, 4, 5, 7, 8 y 9), mientras que 4 exhibieron sorderas adquiridas niños 1, 2 y 6). Tomar en cuenta esta diversidad en los tipos de sordera, es un recurso para adoptar enfoques educativos personalizados, que consideren las particularidades etiológicas de la discapacidad,

b) Entre los niños, no se registraron casos de *sordera leve*. Tres niños (5, 6 y 8) presentaron un grado moderado de discapacidad, y 4 (2, 3, 7 y 9), un grado severo. El dato indica una prevalencia de discapacidades auditivas de mayor gravedad en la muestra.

c) Todos los niños provienen de la ciudad de Cuenca. Esta homogeneidad puede ser relevante al considerar factores culturales y ambientales en el desarrollo e implementación de estrategias educativas.

Este análisis proporciona una visión integral de las características individuales de los niños con discapacidad auditiva en el estudio. Establece una base sólida para diseñar los RDD seleccionados en la etapa anterior al proporcionar parámetros de usabilidad subjetiva. La variabilidad en los tipos y grados de sordera sugiere que los RDD sean altamente flexibles y adaptables y que incorporen elementos visuales y táctiles, así como estrategias de enseñanza individualizadas, para abordar las diferencias en el aprendizaje y la comunicación de estos niños.

(Fase 05)

7.7. Análisis de los RDD desde la usabilidad objetiva

El análisis de la usabilidad objetiva de las interfaces de los RDD seleccionados se basa en la premisa de que el diseño de las interfaces afecta la experiencia de aprendizaje de los niños, especialmente de aquellos con discapacidad auditiva.

Para evaluar la usabilidad objetiva, se aplicó el análisis GOMS (Goals, Operators, Methods, and Selection Rules), una técnica reconocida en el campo del diseño de interacción, ya que, de acuerdo con John & Kieras (1996), se trata de una metodología que desglosa las tareas en componentes más pequeños para evaluar con precisión la funcionalidad y accesibilidad de las interfaces. Este paso ayudó a identificar los aspectos que influyen en la usabilidad, como la facilidad de navegación, la claridad de los comandos y la rapidez en la realización de tareas. Los resultados proporcionaron una comprensión integral de las fortalezas y áreas de mejora en las interfaces de los RDD, así como recomendaciones para optimizar la funcionalidad técnica y la experiencia del usuario.

Usabilidad Objetiva / GOMS (V8)

Para un informe minucioso del análisis, revisar el Anexo B, Matriz de datos/ Obj3-f6-usabilidad objetiva

1. Variable V8_UA.3: tiempos de interfaz

La matriz Variable V8_UA.3: tiempos de interfaz está diseñada para evaluar los aspectos temporales relacionados con la interacción de los usuarios, particularmente niños sordos. Se evalúa la rapidez y eficiencia de la interfaz, la velocidad de respuesta del sistema y la fluidez de las acciones realizadas por los usuarios. Los criterios se detallan en la Tabla 43:

Tabla 43.

Usabilidad objetiva/GOMS/ tiempos de Interfaz

1.	Tiempos de interfaz	Tiempo que toma al usuario para cumplir acciones específicas en el RDD según criterios como la rapidez y eficiencia de las interacciones, tomando en cuenta aspectos como la velocidad de la respuesta del sistema y la fluidez de las acciones realizadas por los niños sordos.
1.1	Rapidez	Evalúa la velocidad de respuesta de la interfaz, incluyendo la carga de contenidos y la ejecución de acciones.
1.2	Eficiencia	Analiza la capacidad de la interfaz para que los usuarios ejecuten tareas de manera eficiente, minimizando la cantidad de pasos o acciones necesarias.
1.3	Tiempo de aprendizaje	Evalúa el tiempo que los usuarios tardan en familiarizarse con la interfaz y en aprender a utilizar las funcionalidades ofrecidas.
1.4	Tiempo de ejecución de tareas	Analiza el tiempo que los usuarios requieren para completar tareas específicas dentro de la interfaz.

1.5	Tiempo de respuesta del sistema	Evalúa la velocidad de respuesta del sistema ante las acciones realizadas por los usuarios, para certificar que no exista una demora excesiva.
1.6	Tiempo de recuperación de errores	Analiza el tiempo que los usuarios tardan en recuperarse de errores o situaciones inesperadas dentro de la interfaz.
1.7	Flujo de trabajo	Evalúa la secuencia y organización de las acciones dentro de la interfaz para garantizar un flujo de trabajo eficiente y sin interrupciones.
1.8	Tiempo de navegación	Analiza el tiempo que los usuarios emplean para moverse entre diferentes secciones o pantallas de la interfaz.
1.9	Tiempo de búsqueda de información	Evalúa el tiempo que los usuarios tardan en encontrar la información deseada dentro de la interfaz.

2. Variable V8_UA.3: interacción

La matriz Variable V8_UA.3: interacción estudia la relación entre los niños sordos y los RDD con el criterio de usabilidad objetiva. Se evalúa cómo se articula la interacción, con especial atención en la claridad, la intuición de las acciones y las respuestas del sistema. Los aspectos analizados constan en la Tabla 44.

Tabla 44.

Usabilidad objetiva/ GOMS/interacción

2	Interacción	Cómo se produce la interacción entre los niños sordos y el RDD. Se evalúa la claridad y la intuitividad de las acciones y respuestas del sistema.
2.1	Secuencia de tareas	Cómo se estructuran y organizan las tareas dentro de la interfaz, si hay una secuencia lógica y comprensible para los usuarios.
2.2	Flujos de trabajo	La forma en que se presentan y guían a los usuarios a través de diferentes pasos o etapas para completar una tarea o actividad.

3. Variable V8_UA.3: accesibilidad desde las GOMS

Esta variable evalúa cómo los RDD se adaptan a las necesidades específicas de los niños sordos. Utilizando el marco de análisis GOMS (objetivos, operadores, métodos y reglas de selección), revisa los elementos de la accesibilidad. La premisa es que una interfaz accesible e intuitiva es primordial para incluir estudiantes con discapacidades auditivas. Al considerar diferentes aspectos de la interacción y la personalización, esta evaluación sugiere un diseño de interfaz que no solo sea técnicamente accesible, sino también adaptado a las variadas formas en que los niños sordos interactúan y procesan la información.

Tabla 45.

Usabilidad objetiva/GOMS/accesibilidad

3	Accesibilidad desde las GOMS	Se analiza cómo se produce la interacción entre los niños sordos RDD según estos criterios: claridad y la intuitividad de las acciones y respuestas del sistema.
3.1	Opciones de personalización	Evalúa la disponibilidad de opciones para que los usuarios adapten la interfaz de acuerdo con sus necesidades, como ajustes de contraste, tamaño de fuente o subtítulos.
3.2	Accesibilidad de contenido	Evalúa la accesibilidad del contenido presentado en la interfaz, como la disponibilidad de transcripciones de audio, subtítulos, lenguaje claro y sencillo, o la posibilidad de ajustar la velocidad de reproducción.
3.3	Retroalimentación táctil	Analiza la forma en que la interfaz proporciona retroalimentación táctil a usuarios, como vibraciones o respuestas táctiles específicas, para hacer más sencilla la interacción y comprensión.

4. Variable V8_UA.3: consistencia

Esta matriz evalúa los RDD para niños sordos, los aspectos coherencia y uniformidad de la interfaz, e incluye elementos gráficos, la estructura y jerarquía, el comportamiento predecible y el uso coherente de etiquetas y terminología. La consistencia de estos elementos, como señala Nielsen (2012), muestra la predictibilidad del diseño de la interfaz y su usabilidad. Una interfaz consistente no solo refuerza la familiaridad y la navegación, sino que también garantiza que los estudiantes sordos puedan acceder y utilizar eficazmente las funcionalidades del RDD. La coherencia en el diseño de botones, iconos y menús, la estructura de navegación lógica y predecible, y el uso uniforme de términos y etiquetas contribuyen a una experiencia de aprendizaje más intuitiva y accesible. Siguiendo los principios establecidos por Nielsen, esta matriz asegura que los RDD proporcionen una experiencia de usuario fluida y comprensible.

Tabla 46.

Usabilidad objetiva/GOMS/consistencia

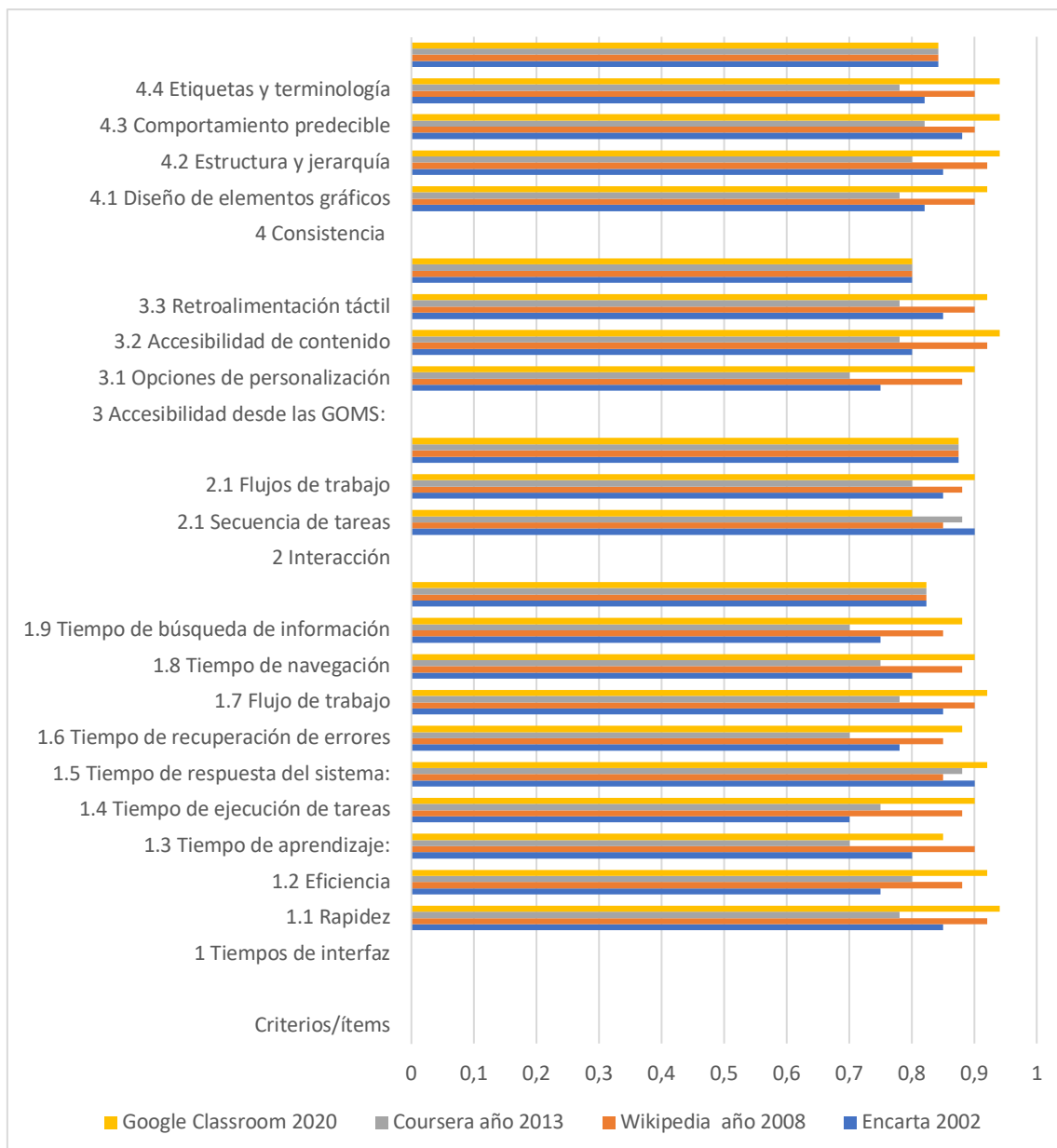
4	Consistencia	Analiza la consistencia en la interfaz del RDD, tanto en términos de diseño visual como de estructura y navegación. Una interfaz consistente ayuda a los niños sordos a familiarizarse rápidamente con el sistema y a comprender cómo acceder y utilizar diferentes funcionalidades.
4.1	Diseño de elementos gráficos	Evalúa la consistencia en el diseño de botones, íconos, menús y otros elementos visuales en toda la interfaz, asegurando que sigan una misma línea estética y estilo.
4.2	Estructura y jerarquía	Analiza la consistencia en la estructura de navegación, asegura que los elementos de navegación (como menús, botones de retorno o enlaces) estén ubicados de forma coherente en todas las pantallas.
4.3	Comportamiento predecible	Evalúa la consistencia en las interacciones de la interfaz, asegurando que los mismos gestos, acciones o comandos tengan resultados consistentes en todas las situaciones.
4.4	Etiquetas y terminología	Analiza la consistencia en el uso de etiquetas y terminología a lo largo de la interfaz, evita variaciones innecesarias y garantiza que los términos utilizados sean comprensibles y coherentes.

Resultados del análisis

El análisis de usabilidad objetiva de los RDD seleccionados (Encarta 2002, Wikipedia 2008, Coursera 2013 y Google Classroom 2020) en función de los criterios tiempos de interfaz, interacción, accesibilidad y consistencia se explica en la Figura 27:

Figura 27.

Resultados /usabilidad objetiva /GOMS



Tiempos de interfaz

1. **Rapidez y eficiencia:** Encarta 2002 y Coursera 2013 presentan una eficacia *buena* en rapidez (0.85 y 0.78 respectivamente), mientras que Wikipedia 2008 y Google Classroom 2020 poseen una eficiencia *excelente* (0.92 y 0.94). Esto indica una evolución positiva en la velocidad de respuesta de los RDD a lo largo del tiempo y beneficia la interactividad y participación del usuario.
2. **Tiempo de aprendizaje:** los RDD más modernos, como Google Classroom 2020 (0.85), muestran una facilidad de aprendizaje *muy buena*, en contraste

con Coursera 2013 que registra un nivel *no suficiente* (0.7). Esto sugiere un desarrollo de la intuitiva y facilidad de uso de las interfaces más recientes.

3. Ejecución de tareas y respuesta del sistema: Google Classroom 2020 destaca nuevamente con un rendimiento *excelente* en ejecución de tareas (0.9) y respuesta del sistema (0.92), un aspecto de sumo valor para mantener un flujo de aprendizaje constante y sin interrupciones.

4. Interacción: la interacción general entre los niños sordos y los RDD se califica de *buena a excelente*, con Google Classroom 2020 cómo líder (1.80). Se aprecia una tendencia hacia interfaces más intuitivas y lógicas en los recursos más recientes, lo que apoya la hipótesis de la tesis sobre el progreso continuo de la usabilidad en los RDD.

Accesibilidad desde las GOMS

1. Personalización y accesibilidad de contenido: Wikipedia 2008 y Google Classroom 2020 muestran una accesibilidad *excelente* (2.7 y 2.76 respectivamente), lo que sugiere una evolución hacia interfaces más adaptables y contenidos más accesibles, esencial para la inclusión de niños sordos.

2. Retroalimentación táctil: se trata de un área donde los RDD más recientes (Google Classroom 2020 con 0.92) superan ampliamente a los anteriores, poseen interacción táctil para los usuarios con discapacidades auditivas.

Consistencia

La consistencia ha mostrado un notable avance, con Google Classroom 2020 que alcanza un nivel *excelente* (3.74). El dato pone atención a la experiencia de usuario y al aprendizaje y la familiarización con el sistema.

En general, el análisis GOMS de los RDD seleccionados demuestra una evolución en la usabilidad objetiva a lo largo del tiempo. Los recursos más modernos, como Google Classroom 2020, presentan diseños creativos en todos los criterios evaluados. Estos hallazgos apoyan la hipótesis de la tesis, que postula que los avances en los RDD son fórmulas para la inclusión educativa, especialmente para niños sordos, a través del un diseño continuamente renovado en el plano de la interactividad y accesibilidad. Las tendencias observadas en este análisis refuerzan la idea de que la evolución tecnológica en los RDD ha

contribuido significativamente a la universalidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje y lo acercan a un paradigma educativo más inclusivo y accesible.

Usabilidad objetiva/evaluación del aprendizaje (V9)

Para visualizar el detalle del análisis, revisar el Anexo B, Matriz de datos, / Obj3-f6-usabilidad objetiva.

5. Variable V9_UA.3: capacidad para generar aprendizaje

Esta variable determina la efectividad de los RDD para fomentar un aprendizaje profundo y significativo. Parte de la idea de que el material educativo digital no solo transmite conocimientos, sino también estimula la reflexión, la capacidad crítica, la creatividad y la innovación en los estudiantes. Asimismo, se valora la capacidad del RDD para establecer una conexión entre los conocimientos previos de los estudiantes y los nuevos conceptos presentados y cómo motivan a los alumnos a reflexionar sobre los contenidos, a ser críticos con las teorías y métodos presentados, y a generar nuevas ideas y enfoques para resolver problemas y aplicar lo aprendido. La evaluación ayuda a comprender cómo los RDD pueden trascender la mera transmisión de información y contribuir de manera significativa al desarrollo intelectual y creativo de los estudiantes, alineándose con los objetivos didácticos y el currículo vigente.

Tabla 47.

Usabilidad objetiva/evaluación del aprendizaje/capacidad para generar aprendizaje

5	Capacidad para generar aprendizaje	Se valora si el material educativo digital estimula la reflexión y la capacidad crítica, la capacidad en el alumno para relacionar conceptos, así como la creación de nuevas ideas y procedimientos. Para su evaluación debe tenerse en cuenta el currículo vigente para el cual el RDD ha sido desarrollados y los objetivos didácticos planteados.
5.1	El RDD promueve el aprendizaje significativo	Hay una relación clara entre lo que se puede suponer ya aprendido por los destinatarios y los nuevos conocimientos.
5.2	Se estimula la reflexión	El RDD invita y motiva al alumno a pensar en los contenidos.
5.3	Se estimula la capacidad crítica	El RDD promueve que el alumno sea crítico con los contenidos que incluye, o a cuestionarse sobre los posibles límites y problemas de las teorías/métodos presentados.

5.4	Se fomenta la creatividad e innovación	El RDD ayuda/estimula al estudiante a generar nuevas ideas sobre los contenidos, perspectivas de interpretación, procedimientos, técnicas y métodos de resolución de problemas planteados o formas de llevar lo aprendido a la práctica.
-----	--	--

6. Variable V9_UA.3: cumple las tareas propuestas

Esta variable explicita cómo los RDD diseñan y presentan tareas educativas para niños sordos, lo que ayuda a determinar si los RDD son efectivos no solo en proporcionar contenido, sino también en guiar a los estudiantes a través de tareas y actividades que reflejen los objetivos de aprendizaje establecidos. La matriz de evaluación se basa en cuatro aspectos: la claridad de las instrucciones, la coherencia entre la tarea y los objetivos de aprendizaje, la adaptabilidad de las tareas y la accesibilidad de estas. También se analizó la coherencia entre las actividades propuestas y los objetivos educativos, la adaptabilidad de las tareas para personalizar la experiencia educativa de acuerdo con las necesidades individuales de cada niño, y la accesibilidad, que pretende que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades auditivas, puedan participar plenamente en el proceso de aprendizaje.

Tabla 48.

Usabilidad objetiva /evaluación del aprendizaje /cumple las tareas propuestas

6	Cumple las tareas propuestas	
6.1	Claridad de las instrucciones	Evalúa si las instrucciones proporcionadas en el RDD son claras, concisas y comprensibles para los niños sordos. Se verifica que las tareas propuestas se presenten de manera accesible y que se complementen con recursos visuales o gráficos para su comprensión.
6.2	Coherencia entre la tarea y los objetivos de aprendizaje	Analiza si las tareas propuestas en el RDD están alineadas con los objetivos de aprendizaje planteados. Se verifica que exista una relación directa entre las actividades propuestas y los contenidos que se espera que los niños sordos aprendan.
6.3	Adaptabilidad de las tareas	Analiza si el RDD logra que el usuario adapte las tareas propuestas según sus necesidades individuales. Se evalúa la flexibilidad en la personalización de las actividades, su ajuste a la dificultad, el ritmo o los modos de presentación de acuerdo con las capacidades y preferencias de cada niño.
6.4	Accesibilidad de las tareas	Evalúa si las tareas propuestas en el RDD son accesibles para los niños sordos, con estos criterios: el uso de lenguaje claro, la presencia de recursos visuales o la disponibilidad de apoyos para la comunicación, como subtítulos o interpretación en lengua de señas.

7. Variable V9_UA.3: completa la evaluación del RDD

Esta variable atiende cómo los RDD llevan a cabo la evaluación de los aprendizajes de los niños sordos con lo que se preocupa por evaluar eficazmente su aprendizaje y progreso. La matriz que sigue observa cuatro criterios: la variedad de formatos de evaluación, la retroalimentación clara y específica, el seguimiento del progreso y la orientación para diseños más innovadores. La Tabla 49 describe los aspectos examinados.

Tabla 49.

Usabilidad objetiva/ evaluación del aprendizaje/ completa la evaluación del RDD

7	Completa la evaluación del RDD	
7.1	Variedad de formatos de evaluación	Evalúa si el RDD incluye una variedad de formatos de evaluación que se adapten a las necesidades de los niños sordos. Se verifica la presencia de evaluaciones visuales, interactivas o basadas en texto para lograr diferentes habilidades y conocimientos de manera accesible.
7.2	Retroalimentación clara y específica	Verifica si el RDD proporciona retroalimentación clara y específica sobre los resultados de la evaluación. Se analiza si se brinda información detallada sobre los aciertos y errores de los niños sordos, así como recomendaciones para una experiencia de aprendizaje gratificante.
7.3	Seguimiento del progreso	Verifica si el RDD incluye mecanismos para realizar un seguimiento del progreso y el nivel de aprendizaje de los niños sordos a lo largo del tiempo. Se analiza la presencia de herramientas para registrar y visualizar el progreso individual, como tablas de resultados o gráficos comparativos.
7.4	Orientación para la mejora	Evalúa si el RDD orienta con claridad para que los niños sordos puedan tener su desempeño con base en los resultados de la evaluación. Se verifica si se brindan recursos adicionales, recomendaciones de estudio o actividades de refuerzo que promuevan el aprendizaje continuo.

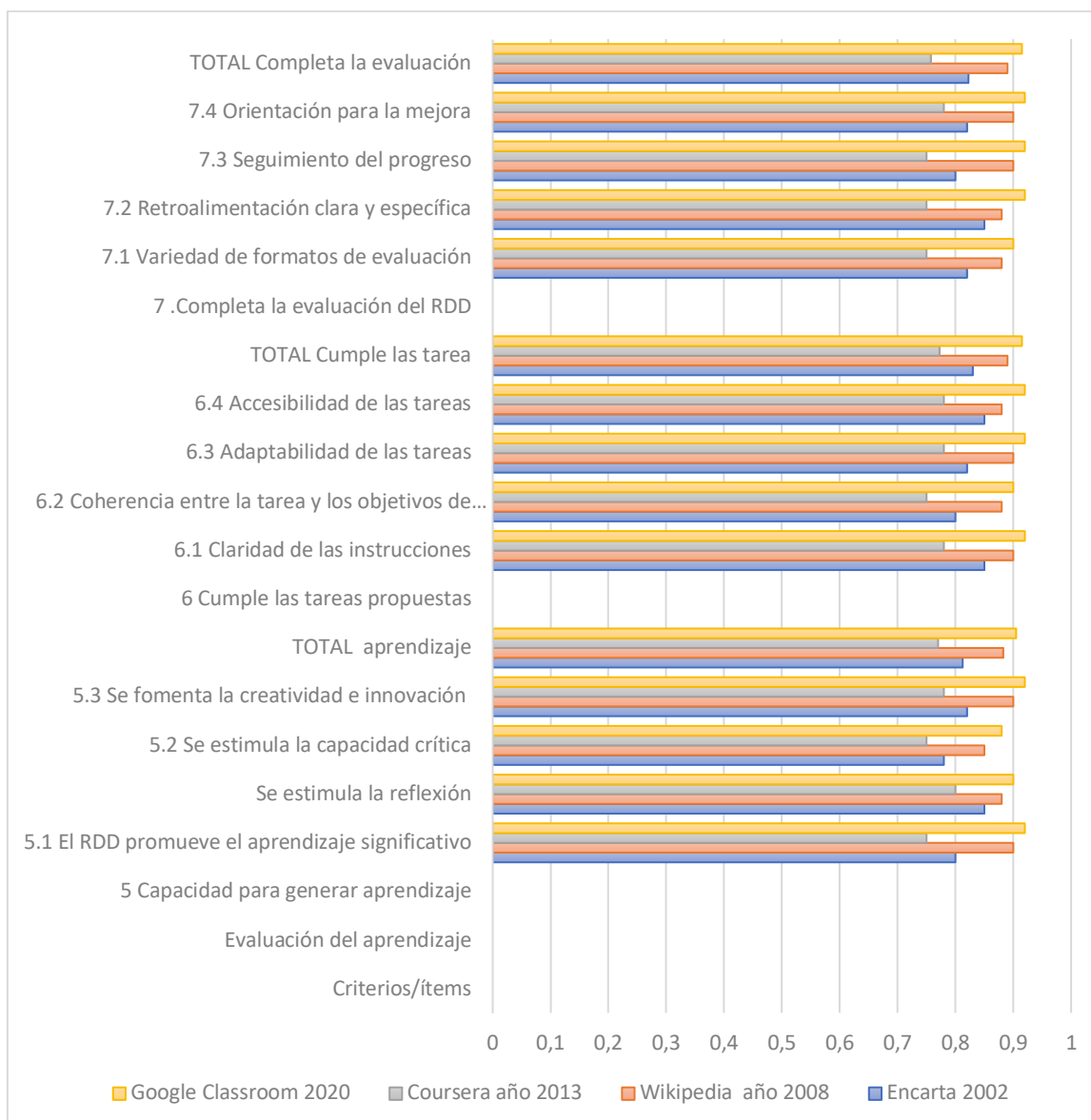
Resultados sobre usabilidad objetiva y evaluación del aprendizaje en RDD Seleccionados

El análisis de usabilidad objetiva y evaluación del aprendizaje de los RDD seleccionados ofrece una visión integral sobre cómo estos recursos digitales contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje, en especial para niños sordos. Este análisis, como la Figura 28 deja ver, se centra en criterios clave como la

capacidad de generar aprendizaje, cumplimiento de tareas y completitud de la evaluación del RDD.

Figura 28.

Resultados / usabilidad objetiva / evaluación del aprendizaje



Capacidad para generar aprendizaje

1. **Aprendizaje significativo:** Encarta 2002 y Coursera 2013 obtienen una calificación de *buena* (0.8 y 0.75), mientras que Wikipedia 2008 y Google Classroom 2020 alcanzan un nivel *excelente* (0.9 y 0.92). Esto indica una evolución que vincula los conocimientos previos con nuevos conceptos, una forma de aprendizaje significativo.

2. **Estímulo a la reflexión y capacidad crítica:** todos los RDD analizados muestran un buen desempeño en estimular la reflexión y la capacidad crítica, Google Classroom 2020 es el más destacado con calificaciones *excelentes*. Fomentar un pensamiento crítico y reflexivo en el proceso educativo resulta un componente vital del proceso de enseñanza-aprendizaje.
3. **Fomento de la creatividad e innovación:** la capacidad de los RDD para estimular la creatividad varía, con Google Classroom 2020 liderando (0.92). Este resultado apoya la hipótesis de que los RDD más recientes están más equipados para fomentar la creatividad y la innovación.

Cumplimiento de tareas propuestas

1. **Claridad de instrucciones y coherencia con objetivos:** Google Classroom 2020 destaca por su claridad excepcional en *instrucciones* y alta coherencia con los objetivos de aprendizaje (0.92 y 0.9), una evidencia del progreso en la presentación y estructuración de las tareas en los RDD más modernos.
2. **Adaptabilidad y accesibilidad de tareas:** Los RDD muestran una progresión hacia una mayor adaptabilidad y accesibilidad. Google Classroom 2020 destaca como el más sobresaliente.

Complejidad de la evaluación del RDD

1. **Variedad de formatos y retroalimentación:** Google Classroom 2020 sobresale en ofrecer una amplia variedad de formatos de evaluación y retroalimentación clara y específica.
2. **Seguimiento del progreso y orientación para la mejora:** Nuevamente, Google Classroom 2020 lidera con un seguimiento excepcional del progreso y orientaciones claras en el diseño de los recursos, lo asegura un aprendizaje continuo y efectivo.

El análisis devela la evolución en la usabilidad objetiva y la eficacia educativa de los RDD a lo largo del tiempo. Los recursos más recientes, especialmente Google Classroom 2020, muestran una notable reconfiguración de todas las áreas evaluadas, desde la generación de aprendizaje significativo hasta la completitud en la evaluación del RDD. La evolución observada en estos recursos digitales demuestra un compromiso creciente con la universalidad en la educación y pone de

relieve el valor de recursos educativos bien diseñados y accesibles para todos los estudiantes, incluidos los niños sordos.

Usabilidad objetiva /experiencia de usuario (V10)

Para el detalle del análisis, se puede revisar el Anexo B, Matriz de datos, /Obj3-f6-usabilidad objetiva.

8. Variable V10_UA.3: interactividad

Esta variable examina cómo los RDD fomentan la interacción del alumno con el contenido. La matriz evalúa varios aspectos que promueven la participación activa del alumno, no solo a través de la lectura y visualización, sino también mediante la interacción directa con el contenido. Además, se analiza la presencia de actividades interactivas asociadas a la capacidad del alumno para controlar y manejar su aprendizaje y la posibilidad de obtener un historial de la ejecución de sus actividades. Estos aspectos son capitales para lograr una comprensión más profunda y una retención a largo plazo del conocimiento adquirido.

Tabla 50.

Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /interactividad

8	Interactividad	Se refiere a la capacidad que tiene un RDD para que el alumno interactúe con el contenido
8.1	El RDD fomenta la participación del alumno durante la lectura, visualización o interacción con el recurso.	Por medio del RDD, el alumno interactúa mientras trabaja con sus contenidos. Evaluar, por ejemplo, si el RDD incluye preguntas (con la posibilidad de consultar la respuesta) para reforzar las ideas claves, si el alumno debe realizar una acción (por ejemplo, un clic) para progresar en la presentación del contenido o para resolver actividades.
8.2	El RDD contiene actividades interactivas para las ideas clave.	Existe al menos una propuesta de actividad práctica por cada idea clave.
8.3	El alumno controla y maneja su aprendizaje sin mayores inconvenientes.	El alumno puede elegir el contenido o actividad siguiente en función de su capacidad de respuesta con lo que la presentación del contenido considera las acciones previas del alumno. Así, por ejemplo, el RDD deja al alumno elegir su propia ruta de aprendizaje RDD mediante preguntas-respuestas y otras acciones. Diferentes preguntas/respuestas/acciones generan diferentes rutas de aprendizaje. Se añade la interacción del alumno con la máquina como elemento para seleccionar un itinerario, contenido o actividad.
8.4	Se puede obtener el historial de ejecución de la actividad del alumno.	La interacción de los alumnos (resultado de los ejercicios, tiempo en realizarlos, intentos...) queda registrada y puede ser consultada por el profesor. El alumno puede consultar su progreso.

8.5	La tipología de actividades interactivas es variada.	
-----	--	--

9. Variable V10_UA.3: accesibilidad

Esta variable verifica que los recursos educativos sean inclusivos y efectivos para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades auditivas.

La matriz de evaluación examina aspectos que están detallados en la Tabla 51:

Tabla 51.

Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /accesibilidad

9	Accesibilidad	Este criterio valora
9.1	Adaptación de los contenidos al lenguaje de señas	Se evaluará si el RDD ofrece contenidos adaptados en lenguaje de señas para permitir a los niños sordos comprender y acceder a la información de manera efectiva.
9.2	Subtítulos y transcripciones	Se analizará la disponibilidad de subtítulos o transcripciones en los RDD para proporcionar apoyo textual adicional a los niños sordos. Estos elementos contribuyen a la comprensión de los contenidos y aseguran que no se pierdan información.
9.3	Interacción adecuada con los elementos de la interfaz	Evaluar si el RDD proporciona una interacción adecuada con los elementos de la interfaz que permita a los niños sordos realizar las tareas propuestas de manera eficiente.
9.4	Interpretación en lengua de señas	Se examina si el RDD ofrece la opción de interpretación en lengua de señas durante las lecciones o explicaciones. Esto genera mayor comprensión y seguimiento de los conceptos por parte de los niños sordos.
9.5	Adecuación de los recursos técnicos	Se evalúa si los recursos técnicos del RDD son accesibles para los niños sordos. Esto incluye la compatibilidad con tecnologías de asistencia como lectores de pantalla, teclados adaptados o dispositivos de vibración.
9.6	Diseño inclusivo	Se analiza si el diseño del interfaz del RDD está orientado a la inclusión y accesibilidad de los niños sordos. Esto implica el uso de colores contrastantes, iconografía clara y legible y una disposición estructurada de los elementos visuales.

10. Variable V10_UA.3: adaptabilidad

Esta variable se detiene en la flexibilidad del RDD para ajustarse a las necesidades y estilos de aprendizaje diversos de los estudiantes, una adaptabilidad esencial en los entornos educativos digitales para responder a las diferencias individuales y fomentar un aprendizaje efectivo. La matriz de evaluación consta en la Tabla 52.

Tabla 52.

Usabilidad objetiva /experiencia de usuario/ adaptabilidad

10	Adaptabilidad	Se refiere a la facilidad con la que el RDD se adapta a diferentes tipos de alumnos y profesores
10.1	El contenido del RDD se adapta al conocimiento previo del alumno y a sus necesidades de aprendizaje.	Las necesidades dependen del tipo de destinatarios y deben estar analizadas en el ítem 1.2 según el Currículo escolar definido para el nivel o etapa de los destinatarios y establecido por el Ministerio de Educación (currículo o enseñanzas mínimas). En el caso de que no exista definido un currículo se tendrán en cuenta los descriptores de la materia/asignatura definidos y publicados por el equipo docente o la institución educativa que ha creado o va a utilizar el RDD.
10.2	Se puede modificar fácilmente el contenido/actividad del RDD para ajustarlo a los distintos grupos/tipos de alumnos.	Se debe evaluar si es viable modificar la estructura/contenidos/actividades para adaptarlas a distintos tipos de alumnos. Por ejemplo, considerar si se podría modificar fácilmente el material para incorporar ayudas para que el alumno nivele su conocimiento, actividades de ampliación (para alumnos con más nivel) o de refuerzo (para los que tienen más dificultades de aprendizaje). Los tipos de alumnos se pueden corresponder con los distintos niveles de conocimiento, capacidades de aprendizaje, motivación, situación personal, socioeconómica, etc. de los alumnos.
10.3	Se proponen diferentes contenidos/actividades o diferentes itinerarios de contenidos/actividades según los niveles de conocimiento o posibilidades y capacidades de aprendizaje.	El RDD ofrece distintos niveles de aprendizaje según la capacidad de respuesta de los destinatarios. Por ejemplo, contiene actividades y preguntas que ofrecen distintos tipos de realimentación en función del tipo/número de fallos cometidos; se ofrecen contenidos alternativos compatibles; están claros los contenidos básicos y complementarios (de nivelación, ampliación, diversión, etc.).

10.4	El RDD respeta los distintos estilos de aprendizaje.	En la RDD el material incluye los formatos de información y los tipos de actividades respetan los diferentes estilos de aprendizaje (visual-verbal, activo-reflexivo, procedimental-intuitivo, secuencial-global) y no en uno en concreto. Se recomienda consultar Anexo E, de la norma.
10.5	Los contenidos pueden usarse independientemente de métodos de enseñanza y aprendizaje.	Los contenidos pueden ser usados con diferentes estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje: lección magistral, clase invertida, aprendizaje basado en problemas, colaborativo.

11. Variable V10_UA.3: encontrabilidad

Esta variable evalúa la eficiencia con la que los usuarios pueden localizar y acceder a la información deseada dentro del RDD. La encontrabilidad no solo favorece la experiencia de usuario, sino que también participan en la efectividad del aprendizaje. Los criterios de evaluación se explicitan en la Tabla 53.

Tabla 53.

Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /encontrabilidad

11	Encontrabilidad	Este criterio valora:
11.1	Organización y estructura de la interfaz	La organización y estructura del RDD para determinar si los contenidos están claramente organizados y agrupados de manera lógica para navegar y buscar información.
11.2	Sistema de búsqueda efectivo	La presencia de un sistema de búsqueda en el RDD para encontrar rápidamente los contenidos relevantes. Este sistema debe ser intuitivo, con opciones de búsqueda avanzada y filtros adecuados para lograr precisión en las búsquedas.
11.3	Claridad en la presentación de las opciones	Si el RDD presenta las opciones disponibles de forma clara y comprensible para los niños sordos. Esto incluye etiquetas descriptivas, íconos representativos y una presentación visual para identificar y seleccionar las opciones.
11.4	Etiquetas y categorización	Implica el uso de etiquetas claras y descriptivas en los contenidos del RDD, así como la categorización adecuada de los materiales. Por su intermedio, los niños sordos identifican tempramente los contenidos relevantes y el acceso a ellos de manera eficiente.

12. Variable V10_UA.3: utilidad

Esta variable evalúa si los RDD ofrecen contenido que no solo es accesible, sino también relevante y beneficioso para el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los criterios de evaluación constan en la Tabla 54.

Tabla 54.

Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /utilidad

12	Utilidad	Este criterio valora
12.1	Pertinencia de los temas tratados	Se analiza si los contenidos del RDD abordan temas relevantes y adecuados para los niños sordos, considerando sus necesidades educativas y objetivos de aprendizaje; y si los temas están alineados con los planes de estudio y las áreas de conocimiento pertinentes.
12.2	Conexión con los objetivos de aprendizaje	Se evalúa la capacidad del RDD para conectar los contenidos con los objetivos de aprendizaje establecidos, de manera que los niños sordos puedan adquirir los conocimientos y habilidades deseadas, así como si los contenidos están diseñados para promover el logro de los objetivos específicos de enseñanza y aprendizaje.
12.3	Satisfacción de las necesidades educativas	Se examina si el RDD satisface las necesidades educativas de los niños sordos, considerando su diversidad y particularidades y si los contenidos y actividades ofrecen oportunidades de aprendizaje significativas y adaptadas a las necesidades individuales de los niños sordos.
12.4	Variedad de recursos y formatos	Se evalúa la presencia de una variedad de recursos y formatos en el RDD para que los niños sordos accedan a diferentes tipos de contenidos y enriquezcan su experiencia de aprendizaje. Puede incluir texto, imágenes, videos, animaciones, juegos interactivos, entre otros, adaptados a las necesidades de los niños sordos.

13. Variable V10_UA.3: confiabilidad

Esta variable determina la confiabilidad del contenido educativo ofrecido por los RDD. La Tabla 55 enumera los criterios de evaluación.

Tabla 55.

Usabilidad objetiva/ experiencia de usuario/confiabilidad

13	Confiabilidad	Este criterio valora:
13.1	Calidad de los contenidos	La calidad de los contenidos del RDD con respecto a la información, que debe ser precisa, actualizada y verificada. Si los contenidos cumplen con estándares académicos y si están respaldados por fuentes confiables y reconocidas en el ámbito educativo.
13.2	Presencia de referencias y fuentes confiables	Si el RDD incluye referencias y citas que respalden la información presentada. La presencia de fuentes confiables, como libros, artículos científicos, instituciones educativas o investigaciones relevantes, que respalden la información proporcionada en el RDD.

13.3	Ausencia de errores o información engañosa	Si el RDD presenta errores o información engañosa que pueda confundir a los niños sordos. La coherencia y consistencia de los contenidos, evita contradicciones, afirmaciones sin fundamento o información incorrecta que pueda afectar la comprensión y el aprendizaje de los niños sordos.
13.4	Actualización de los contenidos	Si el RDD mantiene los contenidos actualizados, considera los avances y cambios en el ámbito educativo. La frecuencia de actualización de los contenidos y la inclusión de nuevas investigaciones, enfoques pedagógicos o descubrimientos relevantes que puedan optimizar la experiencia de aprendizaje de los niños sordos.

14. Variable V10_UA.3: deseabilidad o gusto

Esta variable es fundamental para determinar si los RDD no solo son funcionales y accesibles, sino también visualmente atractivos y estimulantes, lo que puede influir significativamente en la motivación y el compromiso de los estudiantes con el material educativo. En la Tabla 56 constan los criterios de valoración:

Tabla 56.

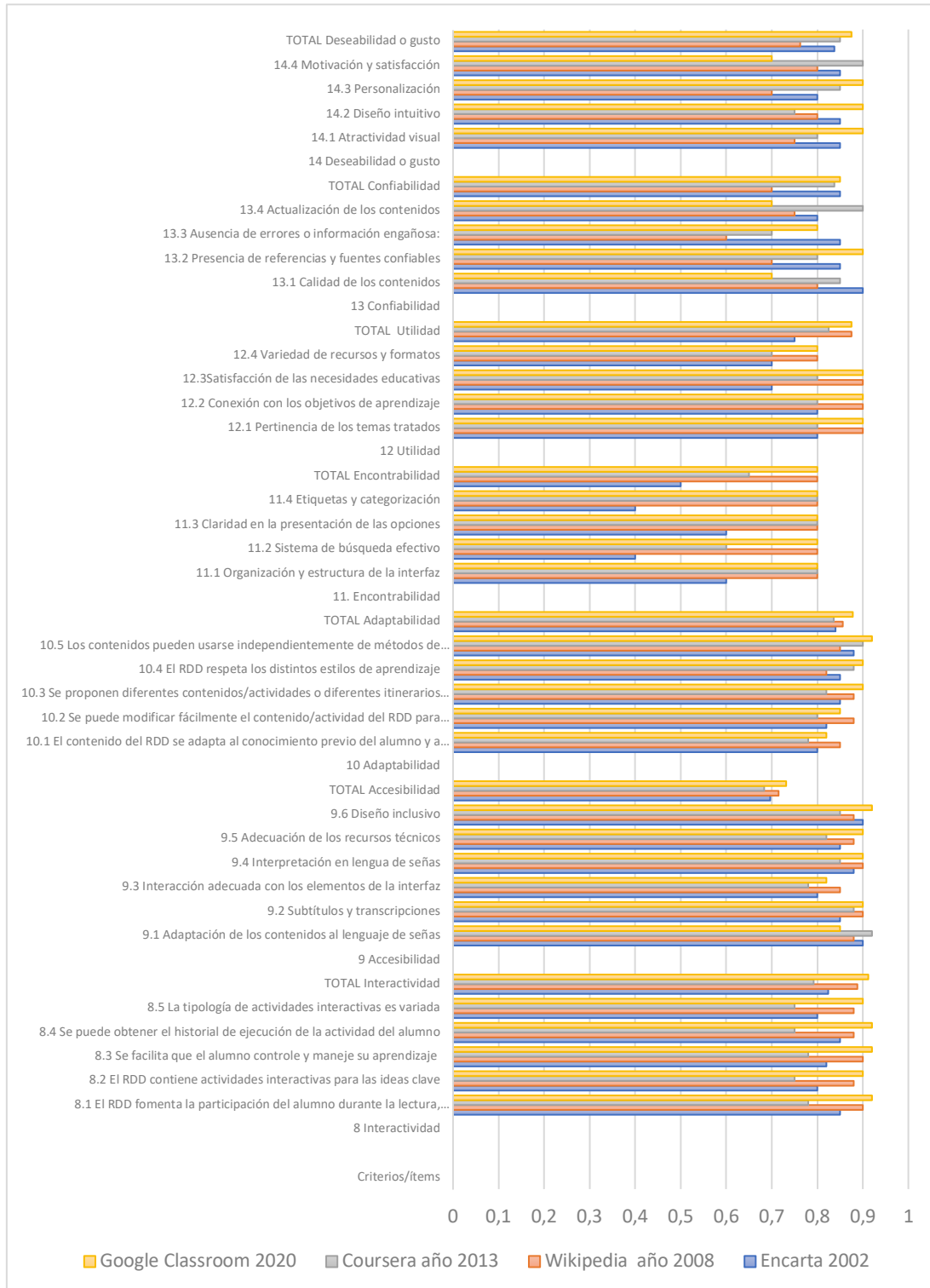
Usabilidad objetiva /experiencia de usuario /deseabilidad o gusto

14	Deseabilidad o gusto	Este criterio valora:
14.1	Atractividad visual	La apariencia visual del RDD, analizando colores, imágenes y elementos visuales que sean atractivos y llamen la atención de los niños sordos. Si el diseño gráfico es agradable y estimulante, si captura el interés de los niños y los motiva a interactuar con el RDD.
14.2	Diseño intuitivo	La estructura y disposición de los elementos en la interfaz del RDD, para ver si es fácil de entender y navegar para los niños sordos. Si utiliza íconos, símbolos o indicadores visuales que sean claros y comprensibles para la interacción y la ubicación de los contenidos.
14.3	Personalización	Si el RDD posee cierto grado de personalización por parte de los niños sordos de modo que puedan adaptarse al aspecto o a la configuración de la interfaz según sus preferencias individuales. Si se ofrecen opciones de personalización, como la elección de fondos, estilos visuales o configuraciones de accesibilidad.
14.4	Motivación y satisfacción	Si el RDD logra motivar y satisfacer a los niños sordos. Si el diseño y la experiencia de usuario del RDD son gratificantes, estimulantes y brindan un sentido de logro y éxito a medida que los niños avanzan en su aprendizaje. Si posee retroalimentación positiva, los estímulos visuales y las recompensas que puedan aumentar la motivación y el disfrute de los niños sordos en el uso del RDD.

Resultados sobre usabilidad objetiva y evaluación en RDD seleccionados

Figura 29.

Usabilidad objetiva /resultados experiencia de usuario



Este análisis examinó la interactividad, accesibilidad, adaptabilidad, encontrabilidad, utilidad, confiabilidad y deseabilidad, con el objetivo de evaluar su contribución a la inclusión educativa, especialmente para niños sordos.

Interactividad

1. **Fomento de la participación del alumno:** Google Classroom 2020 alcanzó un *excelente* (0.92) en fomentar la participación, a diferencia de Encarta 2002 que obtuvo una puntuación de *buena* (0.85).
2. **Actividades interactivas para ideas clave:** se observó un progreso constante desde Encarta 2002 (0.8) hasta Google Classroom 2020 (0.9), lo que indica un enriquecimiento en la interactividad de las plataformas.

Accesibilidad

1. **Adaptación de contenidos al lenguaje de señas:** se destacó una evolución positiva, con Google Classroom 2020 que logró una calificación de *excelente* (0.85) comparada con otras plataformas.
2. **Subtítulos y transcripciones:** la disponibilidad de estos recursos fue más prominente en las plataformas recientes, especialmente en Google Classroom 2020 (0.9).

Adaptabilidad

Adaptación del contenido al conocimiento previo del alumno: la adaptabilidad mostró una mejora, con Google Classroom 2020 que obtuvo una puntuación de *buena* (0.82) frente a Encarta 2002 (0.8).

Encontrabilidad

Organización y estructura de la interfaz: la evolución de la estructura de la interfaz fue notable, con Google Classroom 2020 que alcanzó un *muy buena* (0.8), lo que sugiere que dispone de una navegación más rápida.

Utilidad

1. **Pertinencia de los temas tratados:** se observó un incremento en la relevancia de los temas, con Google Classroom 2020 que alcanzó un *excelente* (0.9).
2. **Conexión con los objetivos de aprendizaje:** Google Classroom 2020 mostró una fuerte alineación con los objetivos de aprendizaje y obtuvo nuevamente *excelente* (0.9).

Confiabilidad

Calidad de los contenidos: hubo un progreso constante en la calidad de los contenidos. Google Classroom 2020 obtuvo una calificación de *excelente* (0.9).

Deseabilidad

Atractividad visual y diseño intuitivo: las plataformas más recientes, como Google Classroom 2020, destacaron por su atractivo visual y facilidad de uso.

El análisis reveló una progresión notable en la calidad y eficacia de los RDD a lo largo del tiempo. Los avances en interactividad, accesibilidad y adaptabilidad, especialmente en plataformas como Google Classroom 2020, destacan su capacidad en el avance de la inclusión educativa. Estos hallazgos muestran diseños más apropiados para la interfaz y la interacción de los RDD han sido fundamentales para lograr una educación más universal y accesible. La evolución observada desde Encarta 2002 hasta Google Classroom 2020 refleja un cambio significativo hacia plataformas más inclusivas y efectivas, lo que es esencial para alcanzar los objetivos de universalidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Usabilidad objetiva / inclusividad (V11)

Para ampliar el análisis, se puede revisar el Anexo B, Matriz de datos/ Obj3-f6-usabilidad objetiva.

15.Variable V11_UA.3: interacción efectiva

Este enfoque refleja un compromiso con la inclusión y la accesibilidad en el ámbito educativo para garantizar que todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidad auditiva, puedan participar activamente y beneficiarse plenamente de las oportunidades educativas. El estudio de la interacción no solo abarcó aspectos tecnológicos, sino también consideraciones pedagógicas y de diseño inclusivo para conocer cómo los RDD pueden ser diseñados para ofrecer experiencias de aprendizaje verdaderamente inclusivas, que promuevan la igualdad de oportunidades educativas para todos los estudiantes, independientemente de sus diferencias individuales (Tabla 57).

Tabla 57.

Usabilidad objetiva / inclusividad / interacción efectiva

15	Interacción efectiva	Este criterio valora:
15.1	Medios de comunicación adecuados	La disponibilidad de subtítulos, interpretación en lengua de señas u otras herramientas con las cuales los niños sordos pueden comprender y participar plenamente en las actividades propuestas por el RDD.
15.2	Interacción significativa	Si la interacción proporcionada por el RDD promueve el desarrollo de habilidades y conocimientos relevantes, se ajusta a los objetivos de aprendizaje establecidos y con ello los niños sordos expresan sus ideas, opiniones y preguntas de manera efectiva.

16. Variable V11_UA.3: usabilidad efectiva

Esta evaluación determinó si los RDD son capaces de proporcionar una experiencia de usuario que no solo sea inclusiva, sino también efectiva, de modo que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades auditivas, accedan y se beneficien de los recursos educativos. Se buscó garantizar que estos recursos no solo fueran técnicamente funcionales, sino que también proporcionen una experiencia de usuario enriquecedora y adaptada a las necesidades de los niños sordos.

Tabla 58.

Usabilidad objetiva /inclusividad /usabilidad efectiva

16	Usabilidad efectiva	Este criterio valora:
16.1	Diseño intuitivo	La facilidad con la que los niños sordos pueden comprender y ejecutar la interfaz del RDD sin instrucciones complejas o confusas y con ello si el diseño facilita la navegación y la interacción fluida con el contenido.
16.2	Controles accesibles	La accesibilidad de los controles interactivos del RDD para los niños sordos: ¿son fácilmente identificables, comprensibles y utilizables por los niños sordos?, ¿pueden interactuar de manera efectiva con el contenido?

17. Variable V11_UA.3: perceptible

Este análisis se centró en determinar si los elementos visuales y táctiles en los RDD son adecuados para compensar la falta de componentes auditivos y

asegurar que la información sea accesible para los estudiantes con discapacidad auditiva. Esta matriz destaca cómo la percepción multisensorial en los entornos educativos digitales, especialmente para estudiantes con discapacidad auditiva. Se reconoció que la efectividad de los RDD en la inclusión de niños sordos depende en gran medida de su capacidad para presentar la información de manera que sea fácilmente perceptible y comprensible, sin depender exclusivamente de los canales auditivos. Este punto ayudó a comprender y efectivizar las estrategias de diseño inclusivo en los RDD. Se concluyó que la atención cuidadosa a la percepción multisensorial es clave para crear recursos didácticos que sean verdaderamente accesibles y efectivos para todos los estudiantes. Se amplían los criterios en la Tabla 59.

Tabla 59.

Usabilidad objetiva/ inclusividad/perceptibilidad

17	Perceptible	Este criterio valora:
17.1	Representaciones visuales	La presencia de elementos visuales claros y comprensibles dentro del RDD. Revisa si se utilizan imágenes, gráficos, íconos u otros recursos visuales adecuados por cuyo intermedio los niños sordos comprenden la información de manera no auditiva.
17.2	Representaciones táctiles	La inclusión de elementos táctiles para proporcionar una experiencia sensorial adicional a los niños sordos. Si se incorporan elementos que puedan ser explorados táctilmente, como botones con texturas o superficies interactivas.
17.3	Subtítulos o transcripciones	La disponibilidad de subtítulos o transcripciones en el RDD para que los niños sordos comprendan de los contenidos audiovisuales. Si se proporciona texto que refleje los diálogos, sonidos y otros elementos auditivos presentes en el RDD.
17.4	Indicaciones visuales claras	La claridad y efectividad de las indicaciones visuales proporcionadas en el RDD. Si se utilizan señales visuales, como flechas, colores o animaciones para guiar a los niños sordos y proporcionarles información sobre las tareas o actividades propuestas.

18. Variable V11_UA.3: operable

Este análisis se enfocó en evaluar la fluidez y la accesibilidad de las acciones y tareas dentro de los RDD, un punto medular para asegurar que estos recursos sean funcionales y efectivos. La Tabla 60 describe los criterios de análisis

empleados. El examen nuevamente hace hincapié que el diseño debe tener en cuenta las necesidades específicas de los niños sordos.

Tabla 60.

Usabilidad objetiva / inclusividad /operable

18	Operable	Este criterio valora:
18.1	Fluidez en las acciones y tareas	La fluidez en la realización de acciones y tareas dentro del RDD por parte de los niños sordos y si las acciones, como hacer clic en un botón o arrastrar elementos, se ejecutan de manera rápida y sin retrasos, de modo que haya una interacción eficiente.
18.2	Elementos interactivos	La presencia de elementos interactivos dentro del RDD para realizar actividades y participar activamente en las actividades propuestas. Se evalúa si hay botones, enlaces, menús desplegables u otros elementos que respondan de manera adecuada a las interacciones de los niños sordos.

19.Variable V11_UA.3: comprensible

La comprensibilidad de los contenidos se destacó como medio para garantizar que la educación mediada por tecnología sea accesible y beneficiosa para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades auditivas. El estudio, como destaca la Tabla 61, abordó la relevancia de diseñar RDD que rompan las barreras de la comunicación y presenten la información de manera que los niños sordos puedan acceder y entender sin obstáculos.

Tabla 61.

Usabilidad objetiva/ inclusividad /comprensible

19	Comprensible	Este criterio valora:
19.1	Organización y estructura	La organización y estructura de los contenidos del RDD para los niños sordos. Si la información se ordena de manera clara y ordenada, con una secuencia lógica orientada a la comprensión de los conceptos y la navegación.
19.2	Lenguaje adecuado	El lenguaje utilizado en el RDD para los niños sordos. Si es claro, conciso y adaptado a las necesidades y características de los niños sordos, sin tecnicismos o terminología compleja que puedan dificultar su comprensión.
19.3	Instrucciones claras	Las instrucciones y orientaciones proporcionadas en el RDD para los niños sordos. Se analiza si las instrucciones son claras,

		específicas y fáciles de entender, si brindan indicaciones precisas sobre cómo realizar las actividades propuestas.
19.4	Apoyo visual	El uso de apoyos visuales en el RDD para que los niños sordos comprendan de forma más eficaz los contenidos Si se utilizan imágenes, gráficos, diagramas u otros recursos visuales que ayuden a ilustrar los conceptos y reforzar su comprensión.

20. Variable V11_UA.3: robustez y estabilidad técnica

La robustez técnica de los RDD asegura que estos recursos sean estables y confiables en su funcionamiento. Interesa que los RDD operen, manteniendo su rendimiento y estabilidad sin fallos técnicos, al margen de la interacción del usuario o del cambio de dispositivos o tecnologías, incluso frente a errores del usuario o cambios en las condiciones de uso. Los resultados muestran cómo los RDD pueden ser optimizados para ofrecer una experiencia de aprendizaje libre de interrupciones y técnicamente sólida.

Tabla 62.

Usabilidad objetiva /inclusividad /robustez, estabilidad técnica

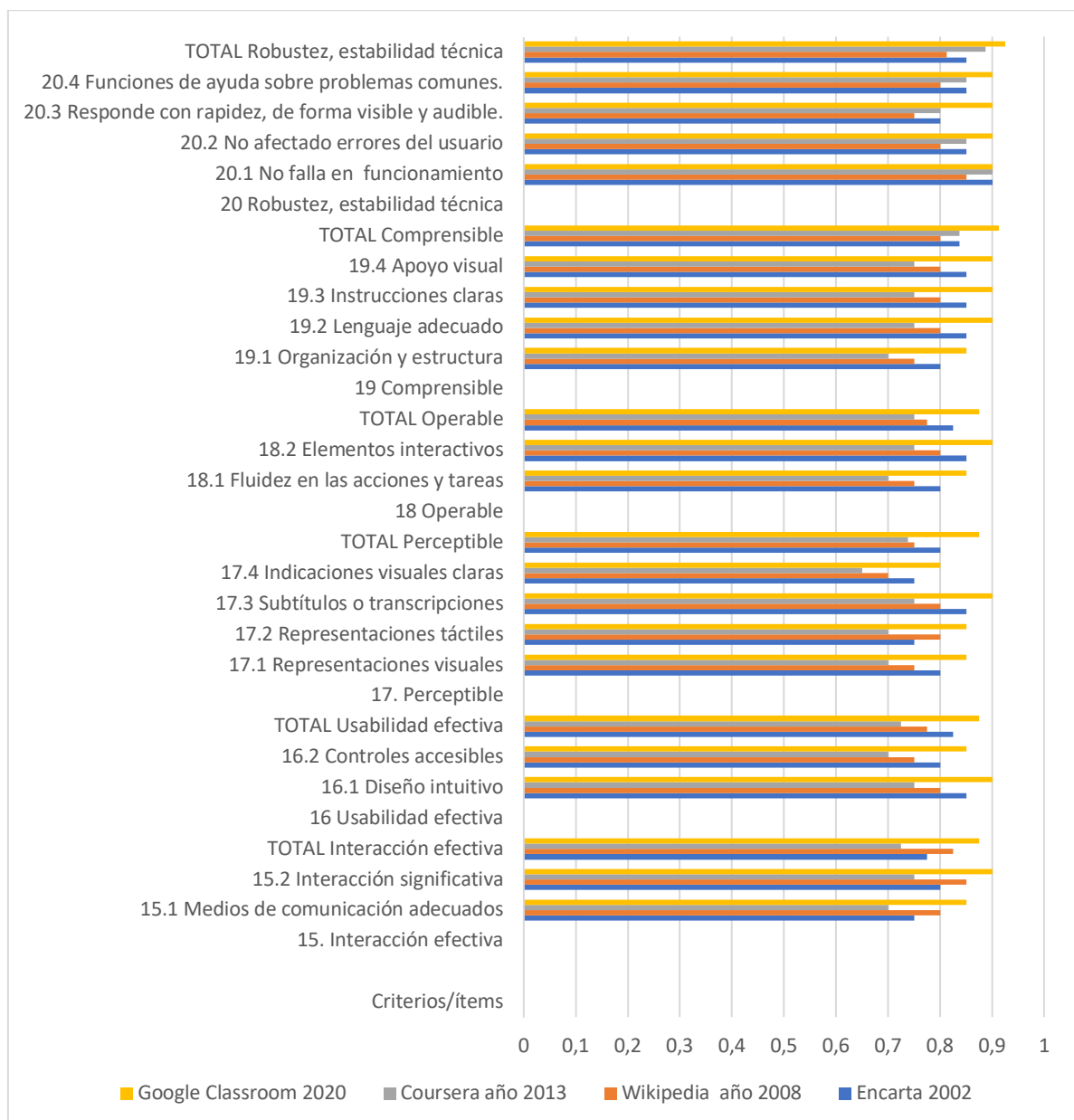
20	Robustez, estabilidad técnica	El RDD no tiene fallos técnicos y su uso no se ve afectado por la presencia de interacciones del usuario erróneas, el cambio de dispositivo o tecnología.
20.1	El RDD no falla en durante su funcionamiento	El RDD funciona correctamente: no se detectan problemas como lentitud, errores o bloqueos.
20.2	No se ve afectado por errores del usuario	El material no falla ante usos experimentales y erróneos de los usuarios. En caso de fallo, el material se recupera rápidamente y, cuando sea apropiado, informa al usuario sobre la naturaleza del error.
20.3	El RDD responde con rapidez, de forma visible y audible ante las acciones del usuario	Se examina la capacidad del RDD para responder de manera rápida, visible y audible ante las acciones del usuario. Esto implica evaluar la velocidad de respuesta para ver que no haya retrasos significativos en la ejecución de las acciones del usuario. También se analiza si las respuestas son claramente perceptibles, tanto visualmente como a través de elementos de sonido, para garantizar una interacción efectiva y una retroalimentación inmediata para los niños sordos.
20.4	Se proporciona funciones de ayuda sobre problemas comunes de los usuarios y sus soluciones	Se evalúa si el RDD proporciona funciones de ayuda sobre problemas comunes que puedan enfrentar los usuarios, incluidos los niños sordos, y sus soluciones. Esto implica analizar si el RDD cuenta con recursos y guías claras que brinden apoyo a los usuarios en caso de dificultades técnicas o de uso

Resultados sobre usabilidad objetiva /inclusividad

El análisis de la inclusividad en los RDD seleccionados recurrió a diversos criterios, como la interacción efectiva, la usabilidad, la perceptibilidad, la operabilidad, la comprensibilidad y la robustez, para evaluar su impacto en la inclusión educativa, especialmente para niños sordos. Los resultados se incluyen en la Figura 30.

Figura 30.

Resultados /usabilidad objetiva /inclusividad



Interacción efectiva

1. **Medios de comunicación adecuados:** se observó un avance progresivo en la disponibilidad y efectividad de herramientas de comunicación para niños sordos. Google Classroom 2020 destacó con una puntuación de *muy buena* (0.85) en comparación con Encarta 2002 (0.75).
2. **Interacción significativa:** Google Classroom 2020 obtuvo una calificación *excelente* (0.9), un gran avance en comparación con las plataformas anteriores.

Usabilidad efectiva

Diseño intuitivo y controles accesibles: la evolución en el diseño intuitivo y la accesibilidad de los controles ha sido notable. Google Classroom 2020 obtuvo la puntuación más alta en ambos aspectos por su diseño amigable e inclusivo para los niños sordos.

Perceptibilidad

Representaciones visuales y táctiles: hubo un desarrollo continuo en la claridad y efectividad de los elementos visuales y táctiles. Google Classroom 2020 logró la puntuación más alta en ambos criterios, lo que subraya su compromiso con la inclusividad.

Operabilidad

Fluidez en acciones y elementos interactivos: se observó un aumento en la fluidez y eficiencia de las acciones y tareas en las plataformas más recientes. Google Classroom 2020 alcanzó la más alta puntuación en ambas categorías.

Comprensibilidad

Organización, lenguaje y apoyo visual: la organización y estructura de los contenidos hace gala cambios de gran valía. Google Classroom 2020 obtuvo la puntuación más alta. El uso de un lenguaje adecuado y la incorporación de apoyos visuales aumentan la comprensión del recurso.

Robustez y estabilidad técnica

Funcionamiento sin fallos y respuesta ante acciones del usuario: todas las plataformas mostraron un alto grado de robustez y estabilidad técnica.

Google Classroom 2020 destacó por su excelente funcionamiento y capacidad de respuesta.

El análisis de los RDD desde Encarta 2002 hasta Google Classroom 2020 reveló una evolución significativa en términos de inclusividad, especialmente para los niños sordos. Se observó un progreso constante en todos los criterios evaluados, con una tendencia ascendente hacia diseños más intuitivos, accesibles y eficientes. Estos hallazgos apoyan la hipótesis central de la tesis: los avances en la inclusividad de las interfaces y la interacción de los RDD desempeñan un papel efectivo para impartir una educación más universal y accesible. Google Classroom 2020 se destacó como un ejemplo sobresaliente de cómo la tecnología puede ser crear entornos de aprendizaje más inclusivos y efectivos, alineados con los objetivos de universalidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Resumen análisis de cada RDD desde la usabilidad objetiva

El análisis de la usabilidad objetiva en una serie de RDD que van desde Encarta 2002 hasta Google Classroom 2020 evaluó la efectividad de estos recursos en el ámbito educativo, con un enfoque particular en la inclusión de niños sordos. La metodología aplicada se basó en criterios estandarizados sobre la interactividad, la accesibilidad, la percepción, la operatividad y la comprensibilidad de cada recurso. Uno de los hallazgos más destacados fue el ostensible rendimiento de la interactividad de los RDD. Se observó cómo herramientas más recientes, como Google Classroom, han fomentado una participación activa del estudiante, diseños requeridos para un aprendizaje inclusivo y efectivo. Esta interactividad perfeccionada se alinea con los objetivos de la tesis que enfatiza en un diseño que anime la participación estudiantil en el proceso educativo.

En términos de accesibilidad y diseño, los RDD han mostrado una tendencia creciente hacia interfaces intuitivas y controles accesibles, y considera especialmente las necesidades de los estudiantes con discapacidad auditiva. Esta sensibilidad en el diseño vuelve más sencilla la navegación y comprensión del contenido y reduce en gran medida las barreras para el aprendizaje inclusivo. La claridad perceptiva y la inclusión de elementos visuales y táctiles también han

progresado. Los subtítulos, representaciones visuales claras y elementos táctiles enriquecen la experiencia educativa de los niños sordos.

La robustez técnica y la capacidad de respuesta rápida ante las acciones de los usuarios se destacaron como aspectos positivos, especialmente en los recursos más recientes. Esta estabilidad técnica y fluidez operativa contribuye a una experiencia de aprendizaje sin interrupciones, lo que mantiene el enfoque y la participación del estudiante. Finalmente, la estructuración y organización de los contenidos, así como el uso de un lenguaje claro y adaptado son aspectos que han mostrado una evolución positiva. Estos aspectos perfeccionan el nivel de comprensibilidad de los contenidos y vuelve fructífero el aprendizaje y la absorción de conocimientos, lo que ayuda a alcanzar los objetivos educativos, especialmente para estudiantes con necesidades especiales.

Este análisis revela que los avances en la tecnología y el diseño de los RDD cumplen un gran papel en la eficiencia de la accesibilidad y la experiencia de aprendizaje para los niños sordos y subrayan considerar una amplia gama de necesidades en el diseño de herramientas educativas digitales y respaldan la hipótesis central de la tesis, que propone que la interfaz y la interacción de los RDD ayudan en la inclusión educativa y el aprendizaje efectivo.

Tabla 63.

Resumen del análisis de cada RDD desde la usabilidad objetiva













Criterio evaluado	Encarta 2002	Wikipedia 2008	Coursera 2013	Google Classroom 2020	Observaciones generales
Interactividad	Bueno	Muy bueno	Bueno	Excelente	Se incrementa progresivamente la participación activa del estudiante.
Accesibilidad	Bueno	Muy bueno	Bueno	Excelente	Tendencia creciente hacia interfaces intuitivas y controles accesibles.
Percepción visual y táctil	Bueno	Muy bueno	Bueno	Excelente	Perfecciona la inclusión de elementos visuales y táctiles.
Operatividad	Bueno	Muy bueno	Bueno	Excelente	Avances en la fluidez operativa y la robustez técnica.
Comprensibilidad	Bueno	Muy bueno	Bueno	Excelente	Progresión en la claridad del lenguaje y la organización de los contenidos.

7.8. Análisis de cada RDD desde la Usabilidad Subjetiva

El análisis de la usabilidad subjetiva giró en torno a las emociones y experiencias subjetivas de los niños sordos al interactuar con las interfaces de los RDD seleccionados. La usabilidad subjetiva se basa en la percepción personal y emocional de los usuarios al usar una interfaz, esencial para comprender el impacto emocional y cognitivo de los RDD en los niños sordos. Metodológicamente recurre a los emoticones. Cada emoción representada por un emoticón se ha asignado a un valor específico. Se aplicaron conceptos y metodologías establecidas en el marco metodológico, como el enfoque PrEmo de Ford y Desmet, junto con la ingeniería de Kansei. La técnica ha brindado a los niños la oportunidad de expresar sus emociones de manera visual y directa después de interactuar con las interfaces. Para recopilar los datos, se elaboró una tabla que los investigadores completaban después de cada sesión de trabajo, en la que los usuarios interactuaban con la interfaz seleccionada.

Tabla 64.

Matriz de validación de la usabilidad subjetiva

Criterios/ítems	Definición del criterio. Orientaciones para la puntuación máxima de los ítems	Nivel de emoción: placentera, displacentera o ausencia de emoción					
Entender los sentimientos del estudiante (niños sordos) sobre el RDD.							
Calidad de contenido							
¿Entendiste el ejercicio?	El recurso presenta la información de forma objetiva, con una redacción equilibrada de ideas.						
Te equivocaste al realizar la actividad	El contenido no presenta errores u omisiones que pudieran confundir o equivocar la interpretación de los contenidos.						

En el Anexo C, Fichas de usabilidad subjetiva y en el Anexo B, Matriz de datos /Obj3-f6-Usabilidad subjetiva se pueden encontrar todas las respuestas y las fichas trabajadas con los niños.

Se creó la matriz en la que se sumaron las puntuaciones correspondientes a los emoticones seleccionados por los niños para cada RDD. Para llevar a cabo esta fase, también se recurrió al apoyo de 19 estudiantes-investigadores. Los resultados obtenidos, presentados en el Anexo C, ofrecen una perspectiva valiosa sobre la interacción emocional de las interfaces en los niños sordos. Por medio de este enfoque subjetivo se comprende no solo la funcionalidad, sino también el impacto emocional de los RDD en la experiencia educativa de los niños sordos, en concordancia con los objetivos de las tesis, de promover una educación inclusiva y efectiva.

Usabilidad subjetiva / V12_UA.4: calidad de contenido

La matriz de *calidad de contenido* es una herramienta para la evaluación de la usabilidad subjetiva. Utiliza una serie de emojis para capturar las respuestas emocionales de los usuarios sobre distintos aspectos del contenido educativo. Los emojis seleccionados, que van desde 😍 (*muy satisfecho*) hasta 😞 (*confundido*), valoran de forma intuitiva y expresiva de las reacciones de los usuarios. Los criterios se describen en la Tabla 65. El objetivo es comprender la experiencia subjetiva del usuario, con énfasis en la efectividad del contenido y en su capacidad para generar una respuesta emocional positiva y significativa en el proceso de aprendizaje.

Tabla 65.

Usabilidad subjetiva /calidad de contenidos

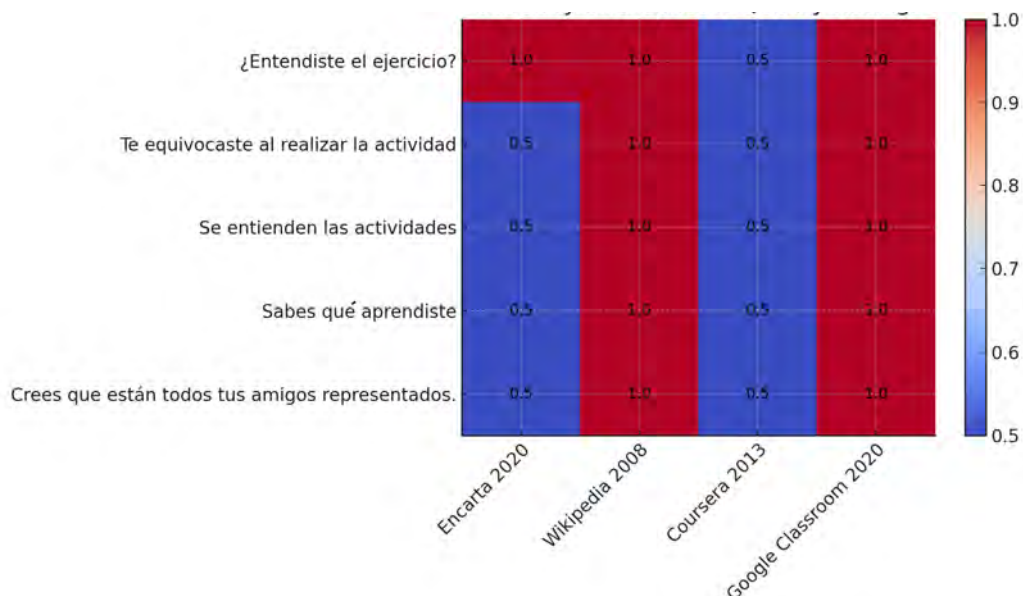
Calidad de contenido							
¿Entendiste el ejercicio?	El recurso presenta la información de forma objetiva, con una redacción equilibrada de ideas.	😍	😊	😡	😞	🤔	😞
Te equivocaste al	El contenido no presenta errores u omisiones que	😍	😊	😡	😞	🤔	😞

realizar la actividad	pudieran confundir o equivocar la interpretación de los contenidos.						
Se entienden las actividades	Los enunciados del contenido se apoyan en evidencias o argumentos lógicos.	👉	😊	😡	😞	🤔	😞
Sabes qué aprendiste	La información enfatiza los puntos clave y las ideas más significativas, con un nivel adecuado de detalle.	👉	😊	😡	😞	🤔	😞
Crees que están todos tus amigos representados.	Las diferencias culturales o relativas a grupos étnicos se representan de una manera equilibrada.	👉	😊	😡	😞	🤔	😞

Resultados del análisis de calidad de contenido

Tabla 66.

Usabilidad subjetiva /resultados del análisis de calidad de contenido



El análisis de la usabilidad subjetiva de las interfaces de Encarta 2020, Wikipedia 2008, Coursera 2013 y Google Classroom 2020, evaluado a través de

las experiencias de ocho niños con diferentes niveles de sordera en escuelas de Cuenca, Ecuador, indica cómo estas plataformas son percibidas y cuán efectivas son en su diseño para fomentar la inclusión educativa. Encarta y Wikipedia destacaron por ofrecer experiencias claras y comprensibles, lo que se refleja en su alta puntuación de 1.0 en términos de *entender el ejercicio*. Coursera encontró desafíos en este aspecto, posiblemente debido a su enfoque más avanzado y estructurado, que resulta menos intuitivo para niños en el rango de edad estudiado.

Respecto a la precisión del contenido, Wikipedia y Google Classroom sobresalieron por su alta precisión y ausencia de errores que podrían confundir o equivocar en la interpretación del contenido. Encarta presentó algunos errores que afectaron su puntuación, también se los invitó a revisar y actualizar constantemente los contenidos en los RDD, especialmente cuando se dirigen a un público joven y diverso.

En cuanto a la claridad de las actividades y la habilidad de los estudiantes para reconocer lo que han aprendido, nuevamente Wikipedia y Google Classroom lideraron con puntuaciones perfectas. Estas plataformas parecen ofrecer enunciados y puntos clave bien estructurados y respaldados para el seguimiento del aprendizaje. En contraste, Encarta y Coursera tuvieron dificultades en estos aspectos, lo que sugiere que deben revisar cómo se presentan y enfatizan los conceptos clave.

Un factor interesante en este análisis es la representación cultural. La diversidad y la inclusión son vitales en la educación, y en este criterio, Encarta mostró una representación cultural menos diversa en comparación con otros RDD. Se puede concluir en la necesidad de que los RDD reflejen y respeten la diversidad cultural y étnica para asegurar que todos los estudiantes se sientan representados y valorados en su proceso de aprendizaje.

En resumen y de acuerdo con la revisión de la usabilidad subjetiva, centrada en la emoción y percepción de los niños, se destaca un diseño inclusivo y accesible en los RDD. Mientras que plataformas como Wikipedia y Google Classroom parecen estar en un camino prometedor hacia la inclusión y accesibilidad, otras como Encarta y Coursera podrían necesitar adaptaciones para conseguir efectividad en este sentido.

Usabilidad subjetiva / V13_UA.4: predictibilidad

La matriz de *predictibilidad* evalúa cómo los niños anticipan las acciones y reaccionan a los elementos interactivos en los RDD. Se sirve de emojis para medir las respuestas emocionales de los usuarios a tres aspectos fundamentales:

1. Interacción con botones: ¿Se puede predecir la función de los botones por medio de sus nombres e iconografía? Emojis como 😎 y 🤔 capturan reacciones desde *confianza* hasta *escepticismo*.

2. Comprensión de las acciones: ¿Las acciones realizadas dentro del RDD son predecibles? Emojis como 🤩 y 😞 reflejan desde *entusiasmo* hasta *incertidumbre*.

3. Contenidos multimedia: ¿Los elementos multimedia (imágenes, videos, sonidos) son claros y significativos? Emojis como 😎 y 🤔 indican desde *claridad* hasta *confusión*.

Tabla 67.

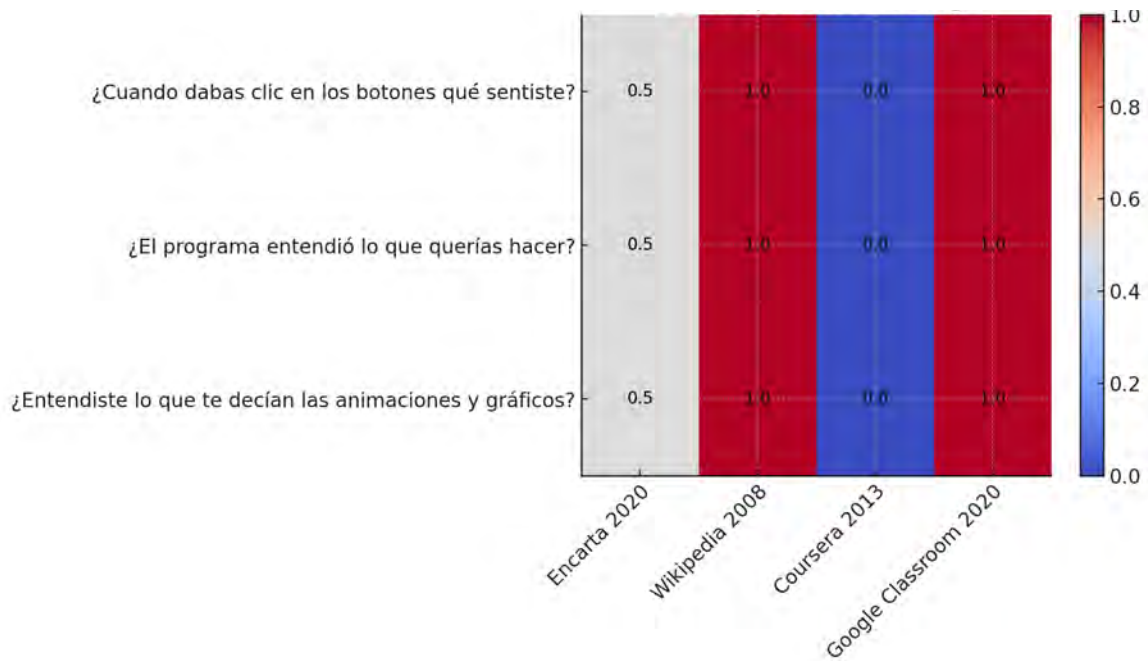
Usabilidad subjetiva / predictibilidad

Predictibilidad							
¿Cuándo dabas clic en los botones, qué sentiste?	Por medio de los nombres o iconografía utilizada en los botones del RDD, el niño predice la acción que se debe realizar.	😎	👍	🤔	😞	🤔	😞
¿El programa entendió lo que querías hacer?	Las acciones del niño dentro del RDD podían ser predichas, entender cuál es la próxima acción que debe efectuar con un control determinado.	🤩	👍	👎	👎	😞	😞
¿Entendiste lo que te decían las animaciones y gráficos?	Los contenidos multimedia son significativos para el aprendizaje, utilizan de forma correcta los diferentes elementos multimedia que emplea (imágenes, videos, sonidos).	😎	👍	🤔	😞	🤔	😞

Resultados del análisis de predictibilidad

Tabla 68.

Resultados del análisis de predictibilidad, usabilidad subjetiva



El carácter emocional del análisis fue expresado a través de emojis a los que se asignaron valores como 1, 0.5 y 0, para dar cuenta de las emociones placenteras, displacenteras o la ausencia de emoción. Proporcionan una medida intuitiva y directa de la experiencia del usuario.

En cuanto a la predictibilidad de las acciones, como se refleja en la interacción con los botones, Wikipedia y Google Classroom se destacaron por su claridad e intuitividad. Los niños percibieron estos RDD como amigables y fáciles de usar, lo que se evidencia en las altas puntuaciones y la presencia de emojis positivos. En contraste, Encarta y Coursera presentaron dificultades, con una menor predictibilidad en la interacción, lo que generó emociones menos placenteras entre los usuarios.

Respecto a la comprensión y predicción de las acciones dentro de los RDD, nuevamente Wikipedia y Google Classroom sobresalieron por ser percibidos como más coherentes y alineados con las intenciones de los usuarios. Características como la facilidad de uso y la capacidad de anticipar las acciones

del usuario resultan primordiales para crear una experiencia de aprendizaje inclusiva y accesible, especialmente para niños con sordera.

Finalmente, en relación con la interpretación de las animaciones y gráficos, Wikipedia y Google Classroom demostraron ser altamente efectivos. Sus animaciones claras y significativas coadyuvan al aprendizaje y la comprensión, un aspecto crítico en la educación inclusiva. Por su lado, Coursera y, en menor medida, Encarta, presentaron desafíos en este aspecto. Se concluye en el valor de un diseño cuidadoso que considere los elementos multimedia para una educación inclusiva.

En síntesis, el análisis emocional, centrado en la experiencia subjetiva de los niños sordos corrobora cómo una interfaz intuitiva y predecible en los RDD beneficia las experiencias de aprendizaje. La capacidad de anticipar y responder a las necesidades del usuario no solo perfecciona la usabilidad, sino que también fortalece la inclusión educativa, asegura que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o características individuales, puedan acceder y participar efectivamente en el proceso de aprendizaje

Usabilidad subjetiva / V14_UA.4: potencialidad

La matriz de *potencialidad* se enfoca en la capacidad de los niños sordos para identificar y ejecutar acciones dentro de los RDD. Usando una gama de emojis, esta sección mide dos aspectos de la experiencia emocional de los usuarios al navegar e interactuar con el RDD:

1. **Reconocimiento de acciones:** evalúa la facilidad con la que los niños pueden identificar qué acciones son posibles dentro del programa. Emojis como 😎 (confianza) y 😕 (confusión) reflejan un espectro de emociones desde la *seguridad* hasta la *frustración*.
2. **Finalización de tareas importantes:** mide cómo se sienten los niños al completar las tareas más relevantes, evaluando la claridad con que estas acciones se presentan y se entienden. Emojis como 😊 (satisfacción) y 😓 (dificultad) capturan desde la *realización* hasta el *desconcierto*.

Tabla 69.

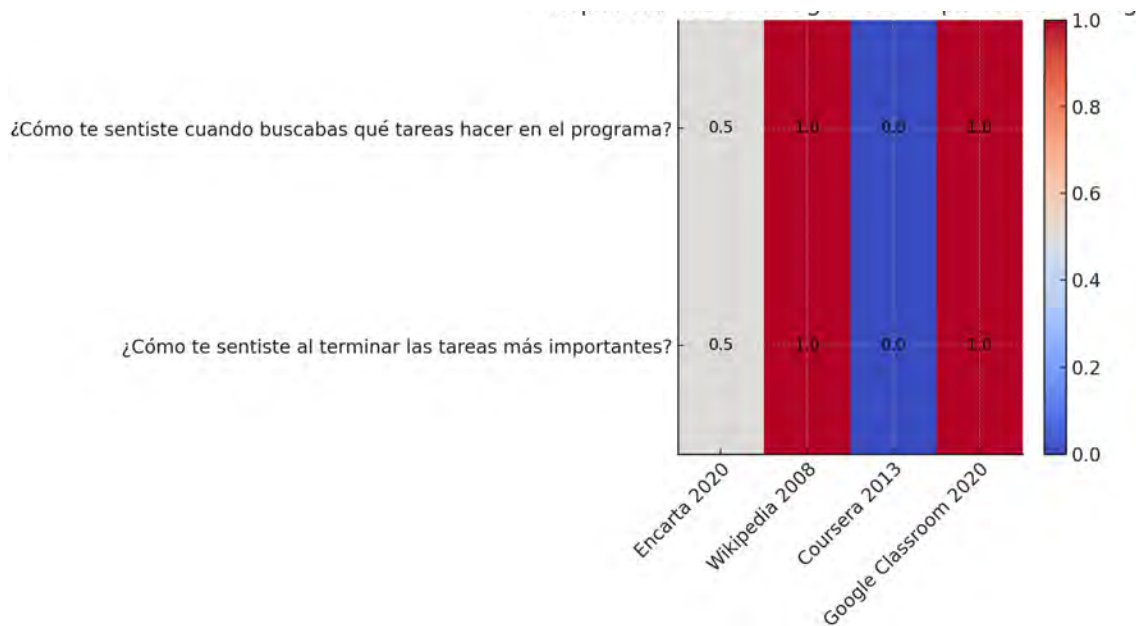
Usabilidad subjetiva / potencialidad

Potencialidad							
¿Cómo te sentiste cuando buscabas qué tareas hacer en el programa?	Con esta variable se determina la facilidad con la que los niños sordos pueden reconocer de forma clara qué acciones pueden realizar.	😎	😊	😞	😓	🤔	😕
¿Cómo te sentiste al terminar las tareas más importantes?	Determina qué acciones facilitan al estudiante reconocer de forma rápida y clara qué acciones son más relevantes, y cómo estas se visualizan y entienden de forma clara.	😎	😊	😞	😓	🤔	😕

Resultados del análisis de potencialidad

Tabla 70.

Resultados del análisis de potencialidad según la usabilidad subjetiva



El análisis de la potencialidad al buscar tareas dentro de los programas, Wikipedia y Google Classroom muestra que se destacaron notablemente y esta experiencia positiva se reflejó en las altas puntuaciones y en la presencia de emojis sonrientes y positivos. Los niños experimentaron una sensación de facilidad y claridad, características que fomentan la autonomía y la confianza en los estudiantes. Por otro lado, Coursera mostró ser menos intuitiva, generaba confusión y dificultades, mientras que Encarta fue percibida como moderadamente claro.

En cuanto a la finalización de las tareas, la satisfacción y la claridad al concluir estas actividades fueron altas en Wikipedia y Google Classroom. Estos RDD parecen incrementar la comprensión de qué acciones son relevantes y cómo se visualizan y entienden de manera clara. Coursera, en cambio, presentó dificultades y generó emociones de frustración y confusión. Encarta, aunque más valorada que Coursera, fue percibido como aceptable, pero no excepcional.

Usabilidad subjetiva / V15_UA.4: retroalimentación informativa

La sección *retroalimentación informativa* estudia cómo los RDD comunican información vital a los estudiantes durante su uso. A través de una variedad de emojis, descritos en la Tabla 71, se evaluaron las emociones de los usuarios en respuesta a dos aspectos de la retroalimentación:

1. **Estado de las actividades:** se mide la capacidad del RDD para informar a los estudiantes sobre el progreso de sus actividades. Los emojis van desde 😎 (claridad y seguridad) hasta 😞 (confusión), reflejan la efectividad con la que el RDD mantiene a los estudiantes orientados y conscientes de su avance.
2. **Contexto y progreso en tareas:** evalúa cómo el RDD proporciona contexto y avances sobre las tareas realizadas. Emojis como 😊 (comprensión) y 😡 (frustración) indican desde una sensación de estar bien informado hasta la sensación de estar perdido o desorientado.

Tabla 71.

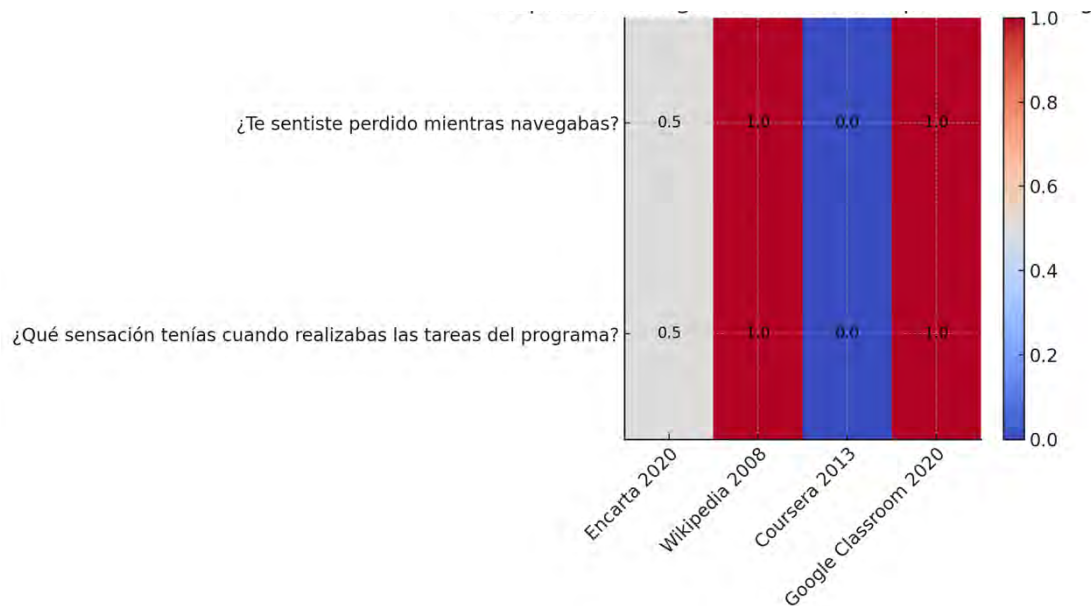
Usabilidad subjetiva/ retroalimentación informativa

Retroalimentación informativa							
¿Te sentiste perdido mientras navegabas?	Capacidad del RDD de proporcionar a los estudiantes el estado de las sus actividades.	😎	😊	😱	😞	🤔	😏
¿Qué sensación tenías cuando realizabas las tareas del programa?	Capacidad de proporcionar a los estudiantes el contexto en el que se encuentran y darles información sobre cuanto les falta para terminar una tarea.	😎	😊	😱	😞	🤔	😏

Resultados del análisis de retroalimentación informativa

Tabla 72.

Análisis de retroalimentación informativa, criterio usabilidad subjetiva



El análisis de la retroalimentación informativa en las interfaces concluye que los RDD Wikipedia y Google Classroom sobresalen por su capacidad para proporcionar una navegación clara e intuitiva. Los niños se sintieron cómodos y seguros al usar estas plataformas, lo que se refleja en las altas puntuaciones y los emojis positivos. Por otro lado, Coursera fue percibido como desorientador, provocaba sentimientos de confusión y miedo. Encarta, aunque más puntuada que Coursera, aún presentó algunos desafíos, lo que indica que debe rediseñar la claridad en su navegación.

En cuanto a la sensación al realizar las tareas, Wikipedia y Google Classroom nuevamente demostraron ser excepcionales: brindaban un contexto claro y una retroalimentación efectiva sobre el progreso de los niños en las tareas. Esta claridad y apoyo contribuyeron a una experiencia positiva y aumentó la confianza y la satisfacción de los estudiantes. Contrariamente, Coursera generó frustración y confusión, lo que sugiere una falta de retroalimentación clara y efectiva. Encarta, aunque ofreció una experiencia moderada, todavía debe pulir este aspecto. En resumen, se demuestra que una retroalimentación informativa clara y efectiva en los RDD que orienta y apoya a los estudiantes en cada paso de su recorrido de aprendizaje.

Usabilidad subjetiva / V16_UA.4: adaptación







La sección *adaptación* se enfoca en la capacidad de los RDD para ajustarse a las diversas necesidades de los estudiantes. Esta evaluación mide cómo los usuarios se sienten en cuanto a la personalización y relevancia del RDD en relación a sus propias necesidades y preferencias, como se consigna en la Tabla 73.

El criterio principal que se evalúa es:

- **Identificación personal con el programa:** ¿El RDD logra adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante? Los emojis utilizados varían desde 🏆 (gran identificación y satisfacción) y 🍷 (amor por la adaptación), hasta 🙄 (aburrimiento o falta de relevancia) y 🤢 (rechazo total).

Tabla 73.

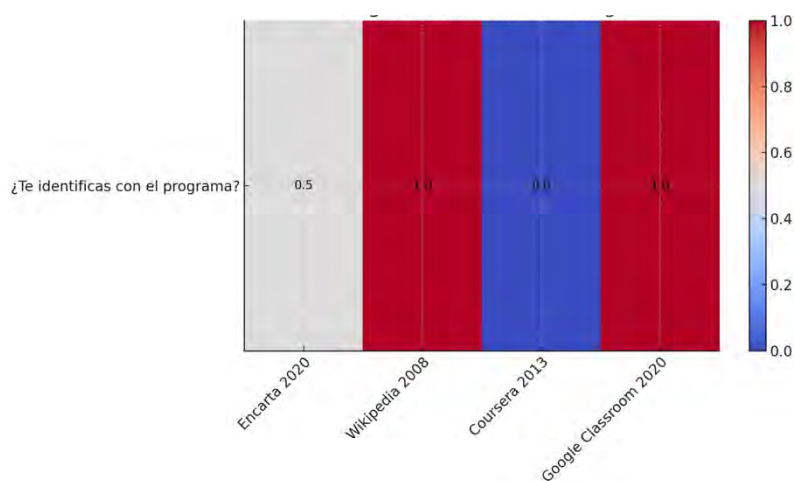
Usabilidad subjetiva / adaptación

Adaptación	
¿Te identificas con el programa?	Capacidad del RDD para adaptarse a las necesidades de los distintos estudiantes.      

Resultados del análisis de adaptación

Tabla 74.

Resultados del análisis de adaptación, criterio usabilidad subjetiva



En el caso de Encarta 2020, los niños lo percibieron como poco estimulante, lo que se refleja en una puntuación media acompañada de un emoji que indica aburrimiento (🙄). Esto sugiere que puede no estar satisfaciendo plenamente las necesidades o expectativas de los estudiantes, que carece de elementos que generen una conexión emocional más fuerte.

Por otro lado, Wikipedia 2008 y Google Classroom 2020 se destacaron por su capacidad para generar una fuerte conexión emocional con los niños y recibieron la máxima puntuación y emojis que expresan amor y admiración (😍 y 😄). Estos resultados indican que ambos RDD fueron capaces de adaptarse eficazmente a las necesidades de los estudiantes y de ofrecer una experiencia que resonó positivamente con ellos.

Coursera 2013, sin embargo, fue rechazado por los niños debido a su falta de adaptación a sus necesidades específicas, lo que se evidencia por la

puntuación más baja y un emoji de rechazo (🤢). Este resultado sugiere que podría no estar equipado adecuadamente para abordar las necesidades particulares de niños con sordera, lo que demuestra el valor de incluir en el diseño la diversidad de los usuarios en el diseño de los RDD.

Usabilidad subjetiva / V17_UA.4: diseño y encontrabilidad

La sección *diseño y encontrabilidad* evalúa cómo los RDD presentan su contenido y facilitan la navegación para los estudiantes. Se mide las reacciones emocionales de los usuarios hacia el diseño gráfico y la estructura de navegación de los RDD (Tabla 75). Los criterios de estudio son estos:

- **Experiencia emocional con el diseño:** ¿Cómo influyen los gráficos, animaciones y la arquitectura de la información en la experiencia de aprendizaje de los niños? Los emojis varían desde 😄 (entusiasmo y conexión) hasta 🤢 (rechazo o desconexión).
- **Facilidad de encontrar y navegar en la información:** ¿Qué tan intuitiva es la navegación y qué tan fácil es para los niños encontrar la información necesaria? Emojis como 😎 (navegación clara y eficiente) y 😞 (confusión o dificultad).

Tabla 75.

Usabilidad subjetiva / diseño y encontrabilidad

Diseño y encontrabilidad							
¿Te gustaron las animaciones y gráficos?	Los gráficos y tablas son claros, concisos y sin errores, sobre todo las animaciones, ilustraciones, colores, iconografía utilizada, generan empatía y dan lugar a una interacción más amigable.	😄	😍	🤢	😭	😞	🙄
¿Qué sentiste cuando te equivocabas en una actividad?	Se debe hablar un mismo lenguaje con los estudiantes, no demasiado complicado, y sobre todo ese vocabulario debe ser amigable. Los mensajes deben ser sencillo y fácilmente comprensible. La	😜	😊	😭	😭	😞	🙄

	escritura es clara, concisa y sin errores.						
¿Crees que los gráficos te ayudan a entender lo que te quiere enseñar el programa?	El diseño multimedia y sus diferentes recursos son estéticos y no interfieren con los objetivos propuestos en el RDD.						
¿Cómo te sentiste cuando terminaste la actividad	Una forma adecuada de demostrar la empatía del niño es instarlo al diálogo y generar la confianza suficiente para regresar a las actividades las veces que sean necesarias.						
¿Sabes dónde están los botones de avanzar y retroceder?	Seguir una estructura de navegación en la que se entienda el mensaje principal y el usuario pueda encontrar los contenidos y navegar sin dificultad es parte principal de la arquitectura de la información.						
¿Siempre sabías dónde estabas?	Una buena arquitectura de información es la que conduce al estudiante a encontrar con facilidad la información que necesita.						
¿Tienes ganas de seguir con el programa?	Una buena forma de exponer los contenidos genera que los estudiantes, antes de empezar a interactuar con el RDD, cuando realizan la exploración visual se motiva a explorar los contenidos y funcionalidades						
¿Cuándo quisiste terminar la actividad fue fácil?	Hay que ser conciso y preciso, al estudiante no le gusta leer demasiado en pantalla, y sobre todo leer constantemente instrucciones para interactuar con el RDD, por eso una manera de medir es saber qué tan difícil le resultó al usuario desarrollar ciertas actividades.						

Resultados del análisis de diseño y encontrabilidad

Tabla 76.

Resultados del análisis de diseño y encontrabilidad, criterio usabilidad subjetiva



Tanto Encarta como Google Classroom, en el análisis del diseño y la encontrabilidad en lo que respecta a las animaciones y gráficos, impresionaron a los niños con su diseño claro y atractivo y recibieron la máxima puntuación y emojis que expresan amor y admiración (😍). Esto indica que ambos RDD lograron crear una experiencia visualmente estimulante y empática. Por el contrario, Coursera no cumplió con las expectativas en este aspecto, lo que se refleja en la puntuación más baja y un emoji de rechazo (🤢).

Al manejar errores durante las actividades, Wikipedia y Google Classroom se destacaron por ofrecer mensajes amigables y comprensibles, lo que se traduce en una experiencia más positiva para los niños, como lo demuestra su alta puntuación y emojis sonrientes (😊). En cambio, Coursera provocó frustración y confusión al enfrentar errores, lo que podría indicar un lenguaje menos claro o accesible.

Al evaluar los gráficos y su capacidad para comprender el contenido, Encarta y Google Classroom fueron especialmente efectivos, proporcionaron una experiencia clara y útil, como lo demuestran las puntuaciones altas y los emojis

positivos (😍). Coursera, aunque no tan mal evaluado como en otros aspectos, fue menos efectivo en este criterio.

La experiencia de los niños al completar las actividades en Wikipedia y Google Classroom fue positiva y satisfactoria, lo que se refleja en las altas puntuaciones y los emojis de entusiasmo y satisfacción (😄). Coursera generó sentimientos negativos al finalizar actividades, lo que puede sugerir una falta de refuerzo positivo o una experiencia de usuario menos gratificante.

La navegación, incluyendo la encontrabilidad de los botones de avanzar y retroceder, así como la claridad en la ubicación dentro del programa, fue intuitiva y clara en Encarta, Wikipedia y Google Classroom. Esto se nota en las altas puntuaciones y emojis que indican facilidad y comprensión (😎, 👍). Por otro lado, Coursera presentó dificultades significativas en la navegación y la estructura de la información, lo que produjo confusión y frustración entre los usuarios.

Finalmente, en cuanto a la motivación para continuar con el programa, Encarta y Google Classroom lograron inspirar a los niños a seguir explorando y aprendiendo, mientras que Coursera produjo cierta ansiedad, lo que podría indicar una experiencia menos atractiva o más desafiante.

Usabilidad subjetiva / V18_UA.4: motivación-efectividad de uso

La sección *motivación-efectividad de uso* de nuestra matriz de usabilidad subjetiva se enfoca en evaluar cómo los RDD motivan a los estudiantes, en particular a niños sordos, y la eficacia con la que pueden usar estos recursos (Tabla 77). Los aspectos clave evaluados son:

- **Relevancia del contenido con la vida cotidiana:** se mide cómo los estudiantes perciben la relación del contenido del RDD con su vida diaria. Se recurre a emojis que van desde 😍 (gran identificación y entusiasmo) hasta 😞 (confusión o falta de conexión).
- **Experiencia de aprendizaje y ejecución de tareas:** evalúa la claridad de las instrucciones y la facilidad para realizar tareas, con emojis como 😎 (experiencia positiva y sin esfuerzo) y 😟 (dudas o esfuerzo mental).
- **Retención del aprendizaje y contexto ambiental:** examina la memorabilidad de los contenidos y la influencia del entorno en la interacción

con el RDD, mediante emojis como 😍 (contenido memorable y entorno favorable) y 😞 (falta de interés o influencia negativa del entorno).

Tabla 77.

Usabilidad subjetiva / motivación-efectividad de uso

Motivación - efectividad de uso							
¿Las tareas del programa son iguales a las que tú realizas comúnmente?	Esta variable busca encontrar en el RDD una representación de los contenidos basada en la cotidianidad del estudiante; esto puede ser a través de interactividad, humor, drama o retos a través de juegos que estimulan el interés del alumno.	😍	👍	👎	👉	😞	😞
¿Cómo te sentiste con instrucciones y al realizar las tareas?	El tiempo de exposición de los contenidos favorece la atención del alumno al RDD, cuál es el grado de esfuerzo mental que tiene que hacer el niño para obtener un nivel de rendimiento adecuado.	😎	😊	🤢	😭	😞	🙄
¿Recuerdas qué te enseñó el programa?	Entender el interés que muestran los niños sordos por los temas planteados después de haber trabajado con el RDD (memorabilidad)	😎	😍	🤔	🙄	😞	😬

¿Cómo te sentiste en el lugar donde trabajaste con el programa?	Entender el entorno en donde se desarrolla las actividades ayuda a evaluar la empatía con el RDD, conocer el grado en el que los procesos ajenos a la RDD afectan el proceso de enseñanza-aprendizaje						
¿Pudiste cumplir las tareas?	Los niños no tienen impedimentos físicos para poder realizar las tareas planteadas, sin correr ningún riesgo que afecte a su salud.						
¿Crees que lo que te enseñó es programa es verdad?	Los niños perciben que la información que reciben acerca de sus tareas es verdadera.						
¿Tuviste algún problema por tu discapacidad para entender las actividades?	Grado en el que se han considerado algunas						
	Limitaciones de los estudiantes como la discapacidades físicas o contextos culturales.						
¿Terminaste todas las etapas de las tareas?	Los niños son capaces de efectuar todas las etapas plantada por las tareas de la forma correcta, siguiendo los procedimientos que plantea el RDD.						

Resultados del análisis de motivación y efectividad de uso

Tabla 78.

Análisis de motivación y efectividad de uso, criterio usabilidad subjetiva



Según el análisis de la motivación y la efectividad de uso, Wikipedia y Google Classroom se destacaron por conectar adecuadamente con la cotidianidad de los niños, como se refleja en la alta puntuación y emojis positivos (😍, 👍). Esto sugiere que estos RDD incorporan elementos que los niños encuentran familiares y atractivos. Por otro lado, Coursera no logró relacionarse con experiencias diarias de los estudiantes, como se comprueba en la baja puntuación y en un emoji de rechazo (👎).

Tanto Encarta como Google Classroom proporcionaron instrucciones claras y tareas manejables, lo que se traduce en una experiencia positiva para los niños (😎, 😊). Coursera, en cambio, resultó abrumador para los estudiantes, como lo indica su baja puntuación y un emoji negativo (🤢).

La memorabilidad fue alta en Encarta y Google Classroom, lo que sugiere que los contenidos presentados fueron impactantes y recordados por los niños (😎, 😍). Coursera fue menos impactante, como lo demuestra su puntuación intermedia y un emoji pensativo (🤔).

El entorno de trabajo con Google Classroom y Encarta fue calificado como confortable (😍, 👍), lo que sugiere que estos RDD crearon un ambiente propicio

para el aprendizaje. Coursera, por su parte, derivó en tensión y desconfort entre los estudiantes (😡).

Los niños lograron completar tareas en Encarta y Google Classroom con facilidad, lo que indica que estos RDD son accesibles y adaptativos a sus necesidades (😎, 👍). Coursera presentó algunos obstáculos en este aspecto, reflejado en una puntuación más baja y un emoji de confusión (😕).

La percepción de veracidad del contenido fue alta en Wikipedia y Google Classroom, lo que fortalece la confianza y el compromiso con el aprendizaje (👍, 🥰). En Coursera, sin embargo, se generaron algunas dudas sobre la veracidad del contenido (😞).

Tanto Encarta como Google Classroom demostraron gran adaptabilidad a las necesidades de los niños sordos, un punto medular para una experiencia de aprendizaje inclusiva (🥰, 👍). Coursera, por otro lado, no logró adaptarse adecuadamente a estas necesidades, como lo indica su baja puntuación y un emoji de enojo (😡).

La capacidad para completar todas las etapas de las tareas fue alta en Google Classroom y Encarta, lo que sugiere que estos RDD ofrecen una estructura clara y accesible (🥰, 🧐). Coursera, sin embargo, presentó desafíos significativos en este aspecto, lo que puede afectar negativamente la motivación y la efectividad de uso (😡).

Para ser verdaderamente inclusivos y efectivos, los RDD deben ser capaces de resonar con las experiencias diarias de los estudiantes, proporcionar instrucciones claras y tareas manejables, ser memorables, y crear un entorno de trabajo confortable.

Usabilidad subjetiva / V18_UA.4: accesibilidad

En este punto, se aborda cómo los RDD satisfacen las necesidades de accesibilidad de los estudiantes, con un enfoque particular en niños sordos (Tabla 79). Los aspectos evaluados incluyen:

- **Perceptibilidad de la interfaz:** ¿Pueden los usuarios percibir e interpretar fácilmente la información presentada? Emojis como 🥰 (comprensión clara) y

😬 (dificultad para percibir) reflejan la gama de respuestas emocionales a este aspecto.

- **Operabilidad de la interfaz:** mide la facilidad con la que los usuarios pueden manejar los componentes de la interfaz, utilizando emojis desde 😍 (facilidad de uso) hasta 😡 (frustración o dificultad operativa).
- **Robustez y compatibilidad con tecnologías de asistencia:** evalúa cómo el RDD se adapta a diferentes dispositivos y tecnologías, con emojis como 🤖 (alta compatibilidad) y 🤯 (confusión o incompatibilidad).
- **Integración con el conocimiento previo y el contexto de uso:** examina cómo el RDD se alinea con los conocimientos y habilidades previas del usuario y las condiciones del entorno mediante emojis que van desde 😍 (perfecta integración) hasta 🤦 (falta de relevancia o conexión).

En resumen, en este punto se evalúa la efectividad del diseño en términos de perceptibilidad, operabilidad y robustez, así como su capacidad para conectarse emocionalmente con los usuarios y adaptarse a sus necesidades y al contexto de uso. Al hacerlo, se enfatiza la importancia de evitar la infoexclusión y que los RDD sean accesibles y empáticos para todos los estudiantes.

Tabla 79.

Usabilidad subjetiva: accesibilidad

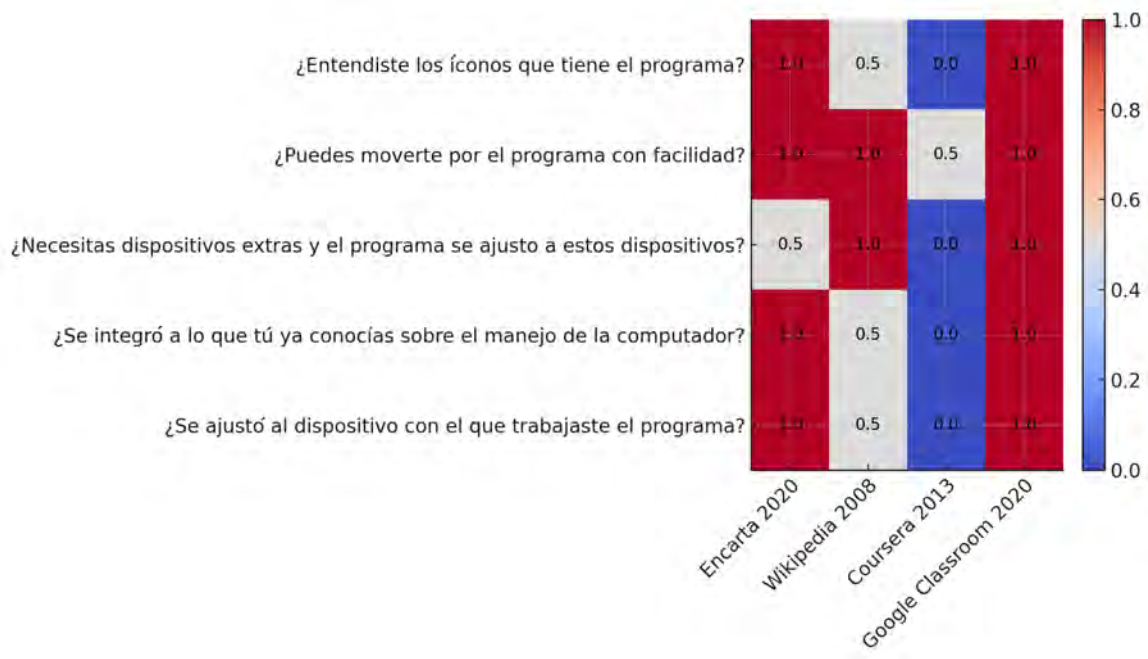
Accesibilidad							
¿Entendiste los íconos que tiene el programa?	Perceptible: la información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser mostrados a los usuarios de forma que puedan ser percibidos.	😍	🤓	🤯	😡	🤦	😞
¿Puedes moverte por el programa con facilidad?	Operable: los componentes de la interfaz de usuario deben ser manejables	😍	🤓	🤯	😡	🤦	😞
¿Necesitas dispositivos extras y el programa se ajustó a estos dispositivos?	Robusto: maximizar la compatibilidad con actuales y futuros agentes de usuario, incluyendo tecnologías de asistencia o productos de apoyo	😍	🤓	🤯	😡	🤦	😞

¿Se integró a lo que tú ya conocías sobre el manejo del computador?	Nivel de conocimientos, habilidades o experiencia.	🥰	🧐	🤯	😡	🤔	😞
¿Se ajustó al dispositivo con el que trabajaste el programa?	Condiciones impuestas por el contexto de uso (iluminación, ruido, software, hardware de acceso, etc.)	🥰	🧐	🤯	😡	🤔	😞

Resultados del análisis de accesibilidad

Tabla 80.

Usabilidad subjetiva: resultados del análisis de accesibilidad



En el análisis de la accesibilidad, Encarta y Google Classroom se concluye que presentan íconos claros y fácilmente comprensibles, lo que es fundamental para una interfaz intuitiva. Esto se refleja en la alta puntuación y los emojis positivos (🥰). Coursera presentó dificultades significativas en este aspecto, como lo indica su baja puntuación y un emoji de enojo (😡).

La navegación fue fluida y sencilla en Encarta y Google Classroom, lo que demuestra su accesibilidad y facilidad de uso (🥰). Coursera, aunque con más puntos que en el criterio anterior, presentó complicaciones para los usuarios (🤔).

Wikipedia y Google Classroom mostraron una excelente compatibilidad con dispositivos adicionales, lo que es crucial para la accesibilidad en diversos

entornos de aprendizaje (😍). Encarta, aunque moderadamente adaptable, fue menos efectivo en este sentido (😞).

Encarta y Google Classroom se adaptaron bien a los conocimientos previos de los estudiantes en el manejo de computadoras y brindaron una experiencia de usuario más fluida (😍). Coursera, en cambio, no logró integrarse efectivamente con los conocimientos previos de los niños (😞).

Google Classroom y Encarta se adaptaron eficazmente a diferentes dispositivos, lo que subraya su flexibilidad y accesibilidad (😍). Coursera, sin embargo, tuvo dificultades para adaptarse a diferentes dispositivos, lo que podría conllevar barreras en el aprendizaje (😞).

La comprensión de íconos, la facilidad de navegación, la compatibilidad con dispositivos adicionales, la integración con conocimientos previos y el ajuste a diferentes dispositivos son todos factores de primer orden que contribuyen a una experiencia de aprendizaje accesible e inclusiva.

Resumen análisis de cada RDD desde la usabilidad subjetiva

Para un conocimiento más amplio del análisis, se puede revisar el Anexo B, Matriz de datos/ *Obj3-f5-Conclusiones usabilidad*

El análisis de la usabilidad subjetiva de los RDD seleccionados, según las experiencias de niños con diferentes niveles de sordera de escuelas en Cuenca, Ecuador, abarcó ocho dimensiones: *calidad de contenido, predictibilidad, potencialidad, retroalimentación informativa, adaptación, diseño y encontrabilidad, motivación-efectividad de uso y accesibilidad*. Por su intermedio, se comprende integralmente cómo estos RDD satisfacen las necesidades y expectativas de los usuarios según los aspectos emocionales y perceptivos.

Calidad de contenido: Encarta y Wikipedia sobresalieron por su claridad y comprensión del contenido, así que brindan una experiencia educativa coherente y accesible. Coursera, aunque valiosa en su contenido, fue menos intuitiva.

Predictibilidad: la facilidad de uso y la intuición de las interfaces fueron clave en esta dimensión. Wikipedia y Google Classroom destacaron por su diseño amigable y predecible, por ofrecer una interacción sencilla con estos recursos.

Coursera, por otro lado, presentó desafíos en la predictibilidad de sus interfaces, lo que puede ser una barrera para los usuarios con diferentes niveles de habilidad o experiencia.

Potencialidad: en términos de relevancia y conexión con las experiencias cotidianas de los estudiantes, Wikipedia y Google Classroom cumplieron las necesidades y expectativas de los niños. Encarta y Coursera, aunque proporcionaron contenido educativo valioso, no lograron el mismo nivel de conexión personal con los usuarios.

Retroalimentación informativa: la claridad en la retroalimentación y la orientación durante el uso de los RDD es fundamental. Encarta y Google Classroom retroalimentación efectiva, ayudaron a los estudiantes a navegar y comprender el contenido de manera más efectiva. Coursera, en contraste, careció de esta claridad, lo que podría llevar a la confusión y la frustración.

Adaptación: la capacidad de un RDD para resonar y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes es crítica. Wikipedia y Google Classroom fueron calificados con una alta adaptabilidad por su capacidad para involucrar y atender a una audiencia diversa. Encarta y Coursera, aunque útiles, no alcanzaron el mismo nivel de adaptación personalizada.

Diseño y encontrabilidad: Esta dimensión se centró en la estética y la facilidad de navegación de los RDD. Google Classroom y Encarta proporcionaron una experiencia de usuario positiva, con un diseño intuitivo y fácil de navegar. Coursera, aunque rica en contenido, enfrentó desafíos en términos de encontrabilidad y diseño intuitivo.

Motivación-efectividad de uso: Google Classroom y Encarta demostraron ser altamente motivadores y efectivos, mientras que Coursera presentó ciertas limitaciones en este aspecto.

Accesibilidad: Encarta y Google Classroom sobresalieron por su compromiso con la inclusión y la accesibilidad. Coursera encontró dificultades en adaptarse completamente a las necesidades de accesibilidad.

En conclusión, el análisis de la usabilidad subjetiva de estos RDD deja ver diferencias perceptibles en su capacidad para satisfacer las necesidades de los estudiantes sordos. Mientras que plataformas como Google Classroom y, en menor medida Encarta, se caracterizan por una fuerte adaptabilidad, claridad y

enfoque en la inclusión, Coursera presentó desafíos en varias de estas áreas. Con estos hallazgos se concluye que un diseño inclusivo y reflexivo en los recursos educativos digitales asegura que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o contexto, puedan acceder y beneficiarse de estos valiosos recursos de aprendizaje.

(Fase 06)

7.9. Parámetros de diseño que facilitan la inclusión de los niños sordos del Ecuador

Para conocer el detalle del análisis, se puede revisar el Anexo B, Matriz de datos/ *Obj3-f6- Obj3-f6-Parámetros_Dis_Incl.*

La integración de las TAC en el proceso educativo ha revolucionado la manera en que se imparte la enseñanza, particularmente en el contexto de la inclusión de niños sordos. Esta investigación analizó cómo los RDD, específicamente los seleccionados tras el recorrido histórico, han contribuido a esta transformación desde el año 2000 hasta el 2020. Se evaluaron tres dimensiones: la perspectiva de contenidos-interface-interacción, la usabilidad objetiva y la usabilidad subjetiva.

Análisis de contenidos-interface-interacción: profundiza en la evolución de las TAC durante las últimas dos décadas, pone en relieve el papel de la tecnología en la reformulación de metodologías educativas y la apertura hacia prácticas más inclusivas. Se observa cómo la digitalización favorece los procesos de enseñanza y aprendizaje, con un énfasis especial en el diseño multimedia. Por medio de la interactividad y la accesibilidad de las interfaces, los estudiantes, incluyendo a los niños sordos, participan efectivamente en el aprendizaje. La selección de los RDD se basa en su relevancia y capacidad para representar los avances tecnológicos y pedagógicos del período estudiado.

Usabilidad objetiva: se evalúa la efectividad de los RDD seleccionados a través de criterios estandarizados que miden aspectos como *interactividad, accesibilidad, percepción, operatividad y comprensibilidad*. Los hallazgos muestran un progreso paulatino de estos aspectos a lo largo del tiempo, sobre todo en la interactividad y la accesibilidad. Herramientas como Google Classroom han avanzado significativamente, ofrecen interfaces intuitivas y adaptadas a las

necesidades de los estudiantes con discapacidad auditiva. La robustez técnica y la claridad en la presentación de contenidos también han progresado hacia una experiencia de aprendizaje más fluida y comprensible.

Usabilidad subjetiva: aborda cómo los estudiantes perciben y reaccionan emocionalmente a los RDD. Se concluye que hay diferencias significativas en la capacidad de los RDD para satisfacer las necesidades de los niños sordos. Google Classroom y Encarta, por ejemplo, han mostrado una mayor adaptabilidad y claridad, mientras que Coursera ha enfrentado desafíos en varias áreas, como la predictibilidad y la retroalimentación informativa. La calidad del contenido, la adaptación y la accesibilidad adquieren protagonismo en esta evaluación.

A lo largo de estas tres dimensiones, se percibe una tendencia hacia una mayor inclusión y accesibilidad en los recursos educativos digitales. Los avances en la tecnología y el diseño de interfaces colaboran para el acceso y la participación de estudiantes con discapacidades. La investigación demuestra que el progreso continuo en las TAC es clave para avanzar hacia un sistema educativo más igualitario y accesible. En el siguiente análisis, se profundizará en los resultados obtenidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje para determinar los parámetros que promueven la inclusión de los niños sordos.

Evaluación de los resultados obtenidos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje

La integración efectiva de los RDD en la educación representa un cambio paradigmático, especialmente en lo que respecta a la inclusión de niños sordos. Esta sección evalúa los resultados a través del uso de RDD como Encarta 2020, Wikipedia 2008, Coursera 2013 y Google Classroom 2020, con énfasis en su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje para niños sordos en Ecuador.

Encarta 2020: Este recurso, aunque con tecnología limitada comparada con las herramientas más recientes, proporcionó una base sólida de conocimiento. Su enfoque más tradicional resultó en una accesibilidad básica y una usabilidad adecuada para su época. A pesar de su diseño simple y su funcionalidad enfocada en la presentación directa de información, logró establecer un precedente en recursos educativos digitales. Fue un pionero en su campo, aunque sus

limitaciones tecnológicas restringían su capacidad para una interactividad avanzada y una adaptación completa a las necesidades de los niños sordos.

Wikipedia 2008: este recurso se distingue por sus contenidos actualizados y colaborativos, cubre una amplia gama de temas que fomentan el aprendizaje autónomo. Con su tecnología web avanzada, se adaptó a múltiples dispositivos y plataformas e incrementó su accesibilidad. Su interfaz, centrada en el contenido y libre de distracciones visuales, junto con menús y diálogos claros, logra una navegación eficiente y una usabilidad destacada. La inclusión de funciones para ajustar la visualización benefició particularmente a los estudiantes sordos, que pudieron acceder a la información de manera más cómoda.

Coursera 2013: como plataforma de cursos en línea, presentó un enfoque práctico y profesional. A pesar de su avanzada tecnología con videos y recursos interactivos, enfrentó desafíos en términos de accesibilidad y usabilidad para niños sordos. Aunque ofreció opciones para discapacitados auditivos, como subtítulos en videos, su diseño de interfaz, aunque moderno y centrado en el usuario, resultó en ocasiones abrumador para este grupo específico de estudiantes. Su interactividad y la experiencia de aprendizaje intuitiva, aunque valoradas, no se alinearon completamente con las necesidades educativas de los niños sordos.

Google Classroom 2020: representa la vanguardia en términos de tecnología educativa digital. Su diseño de interfaz intuitivo e interactivo contribuye a la participación activa de los estudiantes. La excelente accesibilidad y la amplia compatibilidad con una variedad de dispositivos modernos hicieron de Google Classroom una herramienta altamente inclusiva. Las características de diseño, como diálogos y menús intuitivos, contribuyeron a una experiencia de aprendizaje enriquecedora y accesible, adaptada a las necesidades de los estudiantes sordos.

El impacto de estos RDD en el aprendizaje de los niños sordos ha sido multifacético. La transición de recursos como Encarta a plataformas más avanzadas como Google Classroom muestra un claro avance en la manera en que la tecnología aporta al aprendizaje inclusivo. La interactividad, la personalización y la accesibilidad son aspectos que se han desarrollado significativamente a lo largo de los años dando lugar a que los estudiantes sordos participen más activamente en su proceso educativo.

Los RDD más recientes, particularmente Google Classroom, han demostrado ser herramientas poderosas para procurar la comprensión y retención del conocimiento. La inclusión de recursos visuales y táctiles, junto con la adaptabilidad a diferentes estilos de aprendizaje, brinda una experiencia educativa más rica y diversa. Esta evolución es un testimonio del potencial que las TAC tienen para transformar la educación, la vuelven más accesible y atractiva para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o necesidades.

Sin embargo, estos avances también han puesto de relieve desafíos clave. Aunque recursos como Coursera ofrecen contenido de alta calidad, su diseño puede no ser siempre el más adecuado para niños con discapacidades auditivas. Esto subraya la necesidad de un diseño más inclusivo que tenga en cuenta una variedad de necesidades y preferencias de aprendizaje. Este análisis también demuestra que se debe seguir innovando en el campo de las TAC para que las herramientas educativas digitales sigan evolucionando para satisfacer las necesidades cambiantes de todos los estudiantes, especialmente aquellos con discapacidades.

Identificación de la herramienta con mejores resultados

De acuerdo con los parámetros usados, Google Classroom 2020 es la herramienta más eficiente en términos de inclusión y eficacia educativa para niños sordos en Ecuador por varias razones:

Accesibilidad superior: Google Classroom obtuvo una puntuación de 1.0 en accesibilidad en la matriz de usabilidad subjetiva. Esto indica que su diseño es altamente inclusivo, toma en cuenta las necesidades de los estudiantes sordos. La plataforma se ha adaptado para ser intuitiva, con íconos y menús claros para una navegación simple de todos los usuarios.

Interactividad avanzada: evaluada en la matriz de usabilidad objetiva, destacó con una calificación de excelente, ya que su enfoque interactivo y participativo en el aprendizaje responde a las necesidades de los estudiantes y fomenta un mayor compromiso y participación activa.

Diseño y encontrabilidad: obtuvo una puntuación perfecta en este punto en la usabilidad subjetiva. Su interfaz intuitiva y fácil de navegar se dirige a

estudiantes con discapacidades y garantiza que puedan acceder y utilizar el recurso sin barreras significativas.

Eficacia en el contenido: la plataforma nuevamente sobresalió en este punto, por su diseño que presenta la información de manera clara y comprensible.

Motivación y efectividad de uso: Google Classroom fue altamente valorado en este criterio, con una puntuación de 1.0., por su capacidad para captar y mantener el interés de los estudiantes.

Comparación con otros RDD

Aunque Encarta 2020 y Wikipedia 2008 presentaron aspectos positivos, como un buen nivel de comprensibilidad y un diseño funcional, no alcanzaron la misma eficacia integral que Google Classroom. Coursera 2013, a pesar de su contenido de calidad y recursos interactivos, enfrentó desafíos en términos de accesibilidad y usabilidad para niños sordos, lo que limitó su efectividad.

En resumen, Google Classroom 2020 se destaca como la herramienta más efectiva para la inclusión educativa de niños sordos en Ecuador por su diseño intuitivo, accesibilidad superior, contenido de calidad, interactividad avanzada y capacidad para motivar y mantener el interés de los estudiantes. Este hallazgo invita a continuar desarrollando y adaptando las TAC para satisfacer las necesidades de todos los estudiantes y asegurar que la educación sea verdaderamente inclusiva y accesible.

Análisis de inferencia para determinar los parámetros que facilitaron la inclusión de los niños sordos

El análisis integral incluye perspectivas de contenidos-interface-interacción, usabilidad objetiva y usabilidad subjetiva para proporcionar una comprensión profunda de los parámetros requeridos para la inclusión de niños sordos en el proceso educativo en Ecuador.

1. Análisis de contenidos-interfaz-interacción

Este enfoque analiza cómo la evolución de las TAC ha influenciado en la metodología y la pedagogía en la educación, con un énfasis en la inclusión. Los RDD seleccionados reflejan un progreso significativo en la integración de la tecnología educativa, muestran cómo la digitalización y la interactividad son recursos eficaces para volver más efectivo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un

diseño de interfaz intuitivo y accesible resulta esencial para la inclusión educativa, especialmente para los niños sordos. La capacidad de estas plataformas para presentar información de forma clara y accesible, junto con una interactividad de mayor calidad, ha sido crucial para un aprendizaje más inclusivo y efectivo.

2. Análisis de usabilidad objetiva

Este análisis revisa la efectividad de los RDD. Se ha observado un progreso continuo en la interactividad, la accesibilidad, la percepción visual y táctil, la operatividad y la comprensibilidad de los recursos. Google Classroom destaca por su avanzada interactividad y accesibilidad, con lo que se alinea con las necesidades de los estudiantes sordos. El avance en la claridad perceptiva y la inclusión de elementos visuales y táctiles en los recursos más modernos ha nutrido la experiencia educativa y el acceso a la información de manera no auditiva.

3. Análisis de usabilidad subjetiva

La usabilidad subjetiva evalúa la experiencia emocional de los usuarios. Google Classroom y Wikipedia alcanzan resultados positivos en términos de calidad del contenido, predictibilidad, potencialidad, retroalimentación informativa y adaptación. La capacidad para generar experiencias emocionales positivas y ofrecer un ambiente de aprendizaje que es tanto accesible como empático es fundamental para la inclusión de niños sordos. Estos recursos han demostrado ser más efectivos en resonar emocionalmente en los estudiantes y por su entorno de aprendizaje motivador y atractivo.

La integración de estas tres perspectivas da una visión completa de cómo los RDD son recursos para lograr la inclusión de niños sordos en Ecuador. La evolución tecnológica y pedagógica reflejada en estos recursos demuestra un compromiso creciente con la inclusión y la accesibilidad. El análisis realizado cumple el tercer objetivo específico de esta investigación: 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 incluyó los niveles de usabilidad objetiva y subjetiva, así como los niveles de inclusión. Los resultados concluyen que los avances en el diseño de interfaces y la consideración de la experiencia emocional del usuario en los RDD promueven la inclusión de niños sordos.

Esta investigación subraya la importancia de un diseño inclusivo y empático en los recursos educativos digitales. La integración efectiva de elementos emocionales y subjetivos en el diseño de las TAC no solo vuelve más eficiente la accesibilidad y la usabilidad para los estudiantes sordos, sino que también enriquece su experiencia de aprendizaje, la hace más atractiva, motivadora y efectiva. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que los avances en las TAC, especialmente en el diseño de interfaces y la consideración de la usabilidad subjetiva ayudan a lograr una educación verdaderamente inclusiva.

Conclusiones

La presente investigación ha explorado profundamente el terreno de las TAC, el DUA y el diseño de interfaz de los RDD, ilumina su impacto en la educación inclusiva para niños sordos. Este proceso de investigación, posicionado en un marco teórico construido en esos tres campos amplios, ha entrelazado teorías y prácticas, para subrayar cómo estas dimensiones interactúan para transformar el proceso educativo.

Iniciamos con las TAC, cuya evolución ha sido notablemente influenciada por pensadores como Piaget (1973) y Siemens (2005) quienes han reformulado las metodologías pedagógicas para apoyar un aprendizaje activo y significativo y fomentar la conectividad y colaboración. Este cambio paradigmático en la educación refleja la visión de Piaget sobre el desarrollo cognitivo, poniendo de relieve al entorno interactivo y participativo como recurso eficiente de aprendizaje.

El DUA, abordado desde las perspectivas de autores como Rose & Meyer (2010), ha proporcionado una base para entender cómo el diseño educativo puede ser inclusivo y accesible. Estos principios, arraigados en la idea de que la educación debe adaptarse a cada estudiante, han sido decisivos para comprender las necesidades de los niños sordos.

En cuanto al diseño de interfaces de RDD, se han seguido las ideas de Marshall McLuhan, que el medio es el mensaje. Esta perspectiva ha sido fundamental para entender cómo la interfaz de los RDD no solo transmite información, sino que también forma la experiencia educativa de los estudiantes, especialmente los sordos. En este ámbito, Norman (2004f) y Nielsen (2012) destacan que interfaces accesibles e intuitivas son vitales en el contexto de la educación inclusiva.

El análisis de las TAC y su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje marca la progresión hacia prácticas educativas más inclusivas y efectivas. A medida que las TAC evolucionan, ganan potencial en los niveles de accesibilidad y en el incremento de la calidad de la educación y abogan por un futuro en el que cada estudiante, independientemente de sus capacidades, pueda participar activamente en su educación.

De la hipótesis

La hipótesis de esta investigación es que el diseño de interfaz en los RDD ha sido un componente medular para la inclusión educativa de niños sordos durante el período 2000-2020. De acuerdo con el análisis detallado de los RDD a lo largo de dos décadas, los avances tecnológicos y los cambios en el diseño de interfaces han contribuido a la accesibilidad y la participación activa y efectiva de los estudiantes sordos. Esta evolución implica un mayor acceso al conocimiento y fomenta una participación más efectiva y significativa de estos estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que confirma la hipótesis inicial.

Sobre la integración de la accesibilidad en el diseño de interfaz, se aprecia que la tendencia hacia la inclusión se ha visto impulsada por la integración de características de accesibilidad en el diseño de interfaz. Los avances tecnológicos, como la incorporación de subtítulos y representaciones visuales claras, han perfeccionado la accesibilidad para los estudiantes sordos y mejoran la experiencia educativa de todos los usuarios.

Sobre los avances tecnológicos y su impacto en la educación inclusiva, se concluye que la transformación tecnológica en las interfaces de los RDD ha posibilitado una participación más activa y significativa de los estudiantes sordos, reafirmando con ello que la tecnología es un vehículo de primera mano para la inclusión educativa. Esta transformación va más allá del cambio en características superficiales; se trata de una reestructuración que incide favorablemente en el acceso y la interacción con el contenido educativo de los estudiantes sordos.

El análisis de usabilidad en los RDD es una gran herramienta para comprender cómo los avances tecnológicos y el diseño de interfaces impactan en la inclusión educativa. La investigación patentó un diseño más efectivo para la usabilidad tanto objetiva como subjetiva de los RDD, lo que indica una experiencia de usuario más lucrativa para los estudiantes sordos. Estos resultados refuerzan la idea de que un diseño de interfaz inclusivo y adaptativo es esencial para un aprendizaje efectivo y accesible.

La integración de los RDD en los entornos educativos ha sido un factor transformador en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente para los estudiantes sordos. Esta influencia positiva respalda firmemente la hipótesis

central de que el diseño avanzado de las interfaces en los RDD influye significativamente en la inclusión educativa.

El diseño emocional de los RDD, tal como sugieren Plass et al. (2014) y Schell (2019), implica recurrir a elementos como la forma, el color y la tipografía en la creación de entornos educativos atractivos que fomenten la participación activa de los estudiantes. Norman (2004g) respalda esta idea, destaca cómo la apariencia y la usabilidad de las interfaces influyen en el pensamiento creativo y la experiencia del usuario.

El enfoque T-Pack de Koehler et al. (2015) y la aplicación de la IA en las sociedades TAC, destacados por Zawacki-Richter et al. (2019), ponen en escena cómo personalizar y adaptar los procesos educativos a las necesidades y habilidades de cada estudiante repercute positivamente en el aprendizaje. Esto invita a la inclusión educativa de niños sordos y se refuerza con la transformación de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento, donde el conocimiento teórico y la gestión eficiente de la información desempeña un papel central.

En conjunto, estos enfoques educativos, desde el constructivismo hasta el cognitivismo, han sido fundamentales en el desarrollo de las TAC, guía la concepción de RDD que fomentan el aprendizaje activo, la colaboración y la conectividad. Esto se complementa con la perspectiva de Aragall (2013) sobre el Diseño para Todos (DPT), que aboga por garantizar que todas las personas, independientemente de sus habilidades, puedan participar en la sociedad con igualdad de oportunidades.

Esta tesis doctoral valida y refuerza la hipótesis de que los avances en las TAC y un diseño de interfaz cuidadoso son esenciales para un aprendizaje más inclusivo y accesible. Los resultados demuestran que el diseño de interfaz en los RDD, enriquecido por la inclusión, la accesibilidad, y la participación activa del estudiante, ha sido fundamental para la educación inclusiva de niños sordos. Este estudio establece un precedente para continuar explorando y desarrollando tecnologías y metodologías que apoyen y nutran la educación inclusiva, garantizando que cada estudiante tenga una educación de calidad.

De las hipótesis de trabajo

Hipótesis de trabajo 1: *Evolución tecnológica y diseño de RDD.* La investigación ha demostrado que los momentos de avance tecnológico y cambios pedagógicos en las TAC entre 2000 y 2020 han sido decisivos en la evolución del diseño de los RDD, especialmente en su capacidad para incluir a estudiantes sordos. Este estudio ha identificado varios puntos de inflexión clave, como la integración de herramientas multimedia y el aumento de la interactividad, que han renovado la accesibilidad y la experiencia educativa para estos estudiantes de forma que resultan más eficaces. La evolución del diseño de interfaces ofrece un enfoque más inclusivo: las necesidades de los estudiantes sordos han comenzado a ser consideradas de manera integral con vistas a su participación activa en el aprendizaje significativo.

Hipótesis de trabajo 2: *Interfaces de RDD y educación inclusiva en Ecuador.* La investigación indica que la evolución en la interfaz y la interacción de los RDD, alineados con las TAC desde 2000 hasta 2020, ha sido un factor capital en el incremento de la calidad educativa y la inclusión de niños sordos en Ecuador. Se ha observado una tendencia hacia interfaces más intuitivas y accesibles que incorporan elementos visuales y táctiles determinantes en la usabilidad general. Estos cambios afectan a los estudiantes sordos que pueden acceder a los contenidos educativos de manera más efectiva, lo que certifica los logros notorios en la inclusión dentro del contexto educativo ecuatoriano.

Hipótesis de trabajo 3: *Usabilidad y diseño inclusivo en los RDD.* Finalmente, la investigación respalda la hipótesis de que los avances en la usabilidad objetiva y subjetiva y la implementación de prácticas inclusivas en el diseño de RDD han conseguido incluir a niños sordos en los procesos de enseñanza-aprendizaje en Ecuador. Los RDD analizados muestran un avance continuo en términos de facilidad de uso, accesibilidad y satisfacción del usuario.

De los objetivos

Conclusiones del objetivo general: identificar los parámetros de diseño en las interfaces de los RDD entre los años 2000 y 2020, que facilitan la inclusión de niños sordos de 7 a 8 años en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Cuenca, Ecuador.

Papel transformador del diseño de interfaz en RDD

El diseño gráfico de interfaz en los RDD ha experimentado una transformación significativa que impacta directamente en la inclusión educativa de niños sordos. El estudio destaca la necesidad de considerar la accesibilidad y claridad en el diseño de interfaz, como resalta Laurel (2003), quien afirma que el diseño efectivo debe ser emocionalmente resonante y fácilmente navegable.

Innovación y sensibilización en el diseño de interfaz

La investigación subraya la necesidad de innovación constante y sensibilización en el diseño gráfico de interfaz. Los avances en el diseño de interfaces y la consideración de las necesidades de los estudiantes sordos son esenciales para una educación verdaderamente inclusiva. Este estudio sitúa a la innovación y el desarrollo en el diseño gráfico de interfaz como formas que ayudan en la adaptación a una sociedad diversa y cambiante.

En síntesis, la tesis valida la hipótesis de que los avances en el diseño de interfaces y la consideración de las necesidades de los estudiantes sordos son esenciales para lograr una educación inclusiva. También llama a continuar con la innovación en el diseño gráfico de interfaz para adaptar la tecnología a las necesidades cambiantes de los estudiantes y promover un aprendizaje accesible y efectivo para todos. La integración de principios de diseño universal y accesibilidad asegura que los recursos educativos digitales sean eficientes y efectivos como indican Mayer (2008) y Jonassen (1991), teóricos de estos campos. Este enfoque holístico fue decisivo para comprender y fortalecer las prácticas actuales en el diseño de interfaces de RDD, con un ojo hacia un futuro más inclusivo y equitativo en la educación.

De los objetivos específicos

Del objetivo específico 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.

La transformación tecnológica en las TAC desde el año 2000 hasta 2020 ha marcado una era de cambios significativos en el diseño de interfaces de los RDD, especialmente en términos de inclusión y accesibilidad para estudiantes sordos. Esta evolución, que ha convertido a internet de una mera herramienta de

colaboración académica a un medio educativo omnipresente, ha sido impulsada por hitos tecnológicos que han remodelado tanto la entrega del contenido educativo como la interacción con estos medios.

En este período, se integran los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) como Moodle, ganan espacio las redes sociales en la educación, se adaptan los contenidos a dispositivos móviles, se incorporan analíticas de aprendizaje, y se abre paso a la gamificación y la implementación de la inteligencia artificial. Estos avances han cambiado la manera en que se presenta el contenido educativo y han transformado las metodologías educativas para adaptarlas a las nuevas generaciones de estudiantes digitales. Autores como Prensky (2011) y Mayer (2008) han recalcado el valor de este ajuste y la necesidad de que la educación evolucione junto con la tecnología.

Paralelamente, cada uno de estos avances tecnológicos ha representado un paso hacia una inclusión más efectiva de estudiantes sordos en el ambiente educativo. Atender sus necesidades específicas se ha convertido en un pilar fundamental en el diseño de interfaces. Conforme a lo expuesto por Donald Norman (2004h), un diseño intuitivo y centrado en el usuario fomenta la inclusividad. Esto ha llevado a la creación de interfaces más claras y accesibles para presentar la información de una manera comprensible y alcanzable para todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades auditivas.

La inclusión en el diseño de interfaces ha transformado la experiencia educativa de los estudiantes sordos al brindarles herramientas con las cuales pueden acceder al conocimiento y participar activamente en su proceso de aprendizaje. Este cambio refleja un entendimiento más profundo de las necesidades de todos los estudiantes y subraya la importancia de desarrollar tecnologías educativas que abracen la diversidad y fomenten un entorno de aprendizaje inclusivo y equitativo.

Del objetivo específico 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 análisis pone de manifiesto cómo los avances en las TAC han transformado las prácticas pedagógicas gracias al diseño de las interfaces para la

inclusión de niños sordos. La evolución en la calidad y funcionalidad de las interfaces, observada en herramientas que van desde Encarta hasta Google Classroom, permea un cambio significativo en la forma en que se presentan y acceden a los contenidos educativos. Esta transformación ha sido evidente en la interactividad, identificada por autores como Jonassen (1991) como un componente crítico del aprendizaje. Los RDD se han desarrollado para optimizar no solo la presentación de los contenidos, sino también para alcanzar una mayor participación y compromiso de los estudiantes en su proceso educativo.

Atender las necesidades específicas de los niños sordos en el diseño de las interfaces ha demostrado ser un aspecto crucial. Herramientas como Google Classroom han destacado por su compromiso excepcional con la inclusión, al diseñar interfaces que son no solo intuitivas, sino también completamente accesibles para estudiantes con discapacidades auditivas en tanto los invitan a participar plenamente en el proceso educativo.

El análisis detallado de estos RDD en el contexto de las TAC ha subrayado que la innovación tecnológica puede favorecer la accesibilidad y la calidad de la educación, especialmente en Ecuador. Al integrar estas tecnologías avanzadas en las prácticas educativas, se ha logrado no solo perfeccionar los recursos de acceso al conocimiento para los niños sordos, sino también mejorar su experiencia educativa y promover un aprendizaje más interactivo y significativo. Este enfoque en la innovación y la inclusión en el diseño de las interfaces de los RDD supone un paso hacia una educación más inclusiva y adaptada a las necesidades de todos los estudiantes.

Del objetivo específico 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.

Este análisis incluyó una evaluación exhaustiva de la usabilidad objetiva y subjetiva de los RDD, además de examinar los niveles de inclusión ofrecidos por estos recursos. La evaluación de la usabilidad objetiva y subjetiva ha dado cuenta del progreso significativo en la adaptación de los RDD para la inclusión educativa de niños sordos. Se ha observado que la calidad del contenido, la adaptabilidad y el diseño de las interfaces impactan directa y positivamente en la experiencia

educativa de estos estudiantes. Los progresos en el diseño de la interfaz y la interactividad de los RDD, enfatizadas por expertos como Nielsen y Norman (2004i), han sido fundamentales para optimizar la accesibilidad y la experiencia de aprendizaje. Ellos sostienen que un diseño reflexivo y centrado en el usuario es clave para la creación de recursos educativos efectivos y accesibles. Además, los RDD han demostrado una evolución positiva en términos de estructuración y organización de contenidos, lo que ha vuelto más efectivo el aprendizaje y la absorción de conocimientos por parte de los estudiantes sordos.

En conclusión, la investigación ha mostrado que, aunque se han realizado avances significativos en la usabilidad y la inclusividad de los RDD, todavía existen áreas que requieren mayor atención. Existen desafíos persistentes en el diseño de los RDD, siguen requiriéndose diseños reflexivos, inclusivos y que atiendan a las necesidades específicas de este grupo de estudiantes. El potencial de estos recursos para el aprendizaje inclusivo y equitativo es enorme, y su desarrollo continuo y considerado es esencial para garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades auditivas, tengan acceso igualitario a una educación de calidad.

Contribución a la disciplina

1. Avances tecnológicos en accesibilidad e interactividad

En el contexto de la constante evolución de las TAC, la función del diseñador gráfico de interfaces merece una atención especial en la investigación. Este rol requiere una actualización continua en relación con los avances tecnológicos y una comprensión profunda de cómo estos pueden influir y modificar las interfaces de RDD. Esta tesis sugiere que los diseñadores no solo se mantengan al día con la tecnología, sino que también anticipen cómo estos cambios generan nuevas formas de inclusión.

Otro aspecto que pone en escena esta tesis es la conexión entre los avances tecnológicos y la inclusión. Al mantenerse informados sobre los cambios tecnológicos, los diseñadores tienen la oportunidad de convertir las interfaces en más inclusivas. Un ejemplo notorio es la revolución que trajo consigo la tecnología de la pantalla táctil: transformó la forma en que los usuarios interactúan con los dispositivos digitales. En el contexto de los RDD, este cambio ha requerido que

los diseñadores reconsideren cómo se presenta la información y cómo los usuarios, incluidos los niños sordos, interactúan con ella. Con esta transformación, los RDD son más accesibles e intuitivos.

En la actualidad, observamos cómo la IA ha empezado a remodelar las interfaces de usuario porque incorpora nuevos recursos para la personalización del contenido y ofrece posibilidades para una interacción más natural y adaptativa. Para los niños sordos, esto podría significar interfaces que se ajusten a sus necesidades específicas de aprendizaje y comunicación, lo que volverá más satisfactoria su experiencia educativa.

Desde la perspectiva de esta tesis, es fundamental que los diseñadores de interfaces gráficas para RDD estén al tanto de los avances tecnológicos y comprendan cómo estos pueden y deben ser utilizados para la inclusión educativa. La evolución tecnológica no es solo un desafío, sino también una oportunidad invaluable para desarrollar soluciones de diseño más inclusivas, especialmente para grupos históricamente excluidos, como los niños sordos. La proactividad y la anticipación en el diseño frente a los cambios tecnológicos emergentes son, por lo tanto, aspectos fundamentales destacados en esta investigación y constituyen una contribución significativa al campo del diseño gráfico multimedia.

Esta tesis establece un precedente para la exploración y el desarrollo continuo de tecnologías y metodologías que respalden y enriquezcan la educación inclusiva. Asegurar que cada estudiante, independientemente de sus capacidades, acceda en igualdad de condiciones a una educación de calidad es una meta que esta investigación busca promover al sugerir propuestas para futuras innovaciones en el ámbito de la inclusión educativa.

2. Diseño universal y enfoque en la inclusión

En el ámbito del diseño, esta tesis contribuye en lo que respecta al diseño gráfico de interfaces para RDD. Al poner énfasis en el DUA, las investigaciones pueden crear interfaces accesibles para todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidades auditivas, como los niños sordos. Esta perspectiva va más allá de la mera igualdad en el acceso educativo; impulsa a los diseñadores y educadores a trascender las soluciones convencionales y a esforzarse por entornos de aprendizaje que sean verdaderamente inclusivos y equitativos.

El enfoque en el diseño universal trasciende el cumplimiento normativo o las buenas prácticas en el diseño, para convertirse en un imperativo ético y práctico. El diseño de interfaces que contempla a todos los usuarios refleja un cambio significativo en la mentalidad de los diseñadores, uno que reconoce y valora la diversidad de los usuarios. Esta investigación ilustra cómo el DUA en los RDD puede actuar como un catalizador para la inclusión y la igualdad aplicando los principios defendidos por autores como Donald Norman, cuyas ideas sobre la usabilidad y el diseño centrado en el usuario son piedras angulares en este ámbito.

La adopción del diseño universal en los RDD impacta profundamente en la experiencia educativa de todos los estudiantes, no solo de aquellos con necesidades especiales. Diseñar interfaces intuitivas, accesibles y atractivas para un amplio espectro de usuarios aumenta la calidad general del aprendizaje digital. Este enfoque no solo beneficia a los estudiantes sordos, sino que también enriquece la experiencia educativa para todos los usuarios, demuestra que lo que es esencial para algunos puede no ser ventajoso para muchos. Esta tesis subraya que la inclusión y la accesibilidad no son meras adiciones al diseño de RDD, sino elementos que potencian el proceso educativo.

Al integrar principios de DUA, se revela que la inclusión educativa no es un objetivo aislado, sino un componente integral del proceso de diseño de RDD. Esta inclusión activa y consciente contribuye a crear un ambiente de aprendizaje más rico y diverso, en el que cada estudiante tiene la oportunidad de participar y prosperar. Con ello se establece una base sólida para futuras innovaciones en el diseño de interfaces gráficas, se alienta a diseñadores y educadores a considerar la diversidad y las necesidades individuales de los estudiantes como elementos centrales en la creación de recursos educativos digitales. De esta manera, esta investigación contribuye a transformar la educación en una experiencia más accesible y equitativa para todos.

3. Diferenciación entre usabilidad objetiva y subjetiva

La tesis propone un modelo teórico que explica la usabilidad de los RDD, especialmente en lo que respecta a la inclusión de niños sordos. El modelo pone de manifiesto las ventajas de integrar tanto la usabilidad objetiva como la subjetiva en el diseño de RDD con lo que configura un marco más completo y holístico para

la evaluación y el diseño de RDD. La usabilidad objetiva, centrada en aspectos técnicos y funcionales, se complementa con la usabilidad subjetiva, que se enfoca en la experiencia emocional y perceptiva del usuario. Con este enfoque dual, los diseñadores priorizarán la eficiencia y funcionalidad de una interfaz y también pondrán en escena su capacidad para resonar emocionalmente con los estudiantes, especialmente con aquellos con discapacidades auditivas.

El modelo teórico explicativo también pone de relieve la relevancia del diseño universal en la creación de interfaces accesibles para todos los estudiantes. Al alinear los principios del diseño universal con prácticas de diseño gráfico multimedia, este modelo promueve un enfoque de diseño más inclusivo y equitativo. Esto se traduce en interfaces que no solo son técnicamente accesibles, sino también atractivas y emocionalmente resonantes para una amplia gama de estudiantes.

Además, el modelo teórico explicativo da cuenta de cómo mantenerse al día con los avances tecnológicos puede influir en el diseño de las interfaces. Este enfoque proactivo y previsor debe orientar el desarrollo del RDD, para conseguir un producto que no solo sea accesible en el momento actual, sino que también se adapten a las necesidades futuras de los estudiantes y las tendencias tecnológicas emergentes.

El modelo teórico explicativo ofrece una visión integral y progresista del diseño de interfaces en los RDD. Al considerar tanto la usabilidad objetiva como la subjetiva y alinearlos con los principios del diseño universal, el modelo establece un estándar para el desarrollo de soluciones de aprendizaje digital más inclusivas y mejoradas. Como enfoque integral, asegura que los RDD no solo cumplan con las necesidades técnicas de los estudiantes, sino que también ofrezcan una experiencia de aprendizaje emocionalmente gratificante y accesible para todos, incluyendo a aquellos con discapacidades auditivas.

4. Consolidación metodológica y normativa en el diseño de interfaces: hacia un paradigma inclusivo

Esta investigación aporta en el campo del diseño gráfico multimedia al consolidar una metodología y un enfoque normativo en el diseño de interfaces, orientándolos hacia un paradigma inclusivo. La creación de matrices detalladas

para evaluar interfaces de RDD representa una apuesta por una metodología de evaluación, ofrece un análisis más objetivo y reduce la influencia de la subjetividad. La implementación de estas matrices no solo proporciona un marco claro y medible para evaluar la inclusividad y eficacia del diseño, sino que también es un paso audaz hacia la estandarización de prácticas de diseño inclusivo.

La propuesta de esta tesis para estandarizar estas matrices y establecer normativas basadas en ellas impulsa un movimiento hacia la creación de estándares obligatorios en el diseño de interfaces inclusivas. Esta iniciativa busca influir en las políticas y prácticas de diseño a nivel global, fomenta un diseño de interfaces que garantiza la accesibilidad para todos los usuarios, especialmente para niños sordos. Este enfoque normativo sincroniza con un diseño reflexivo y consciente, que prioriza la diversidad y promueve la igualdad en el acceso a la educación digital.

Un aspecto distintivo de esta investigación es la inclusión de perspectivas emocionales en el diseño de interfaces. Al valorar las respuestas emocionales de los usuarios, en particular de los niños sordos, la tesis aporta una profundidad emocional al diseño de experiencia del usuario, en correspondencia con las investigaciones contemporáneas sobre diseño emocional. Según este enfoque, el diseño de interfaces puede evocar respuestas emocionales positivas y mejorar la experiencia educativa.

En el análisis de la inclusión en el diseño gráfico de interfaces, la tesis destaca la inclusión en todos los aspectos del diseño. Al explorar cómo diversas interfaces afectan la accesibilidad y participación de los niños sordos, se enfatiza que el diseño gráfico debe ser no solo estéticamente atractivo, sino también empático y consciente de las necesidades de todos los usuarios. Siguiendo los principios del diseño universal, se promueve un enfoque de diseño que contempla activamente la diversidad de experiencias y necesidades de los usuarios, asegurando que las soluciones de diseño sean inclusivas y accesibles para todos.

Finalmente, esta tesis demuestra que los avances tecnológicos, combinados con un enfoque de diseño consciente y empático, pueden mejorar ampliamente la experiencia educativa de los niños sordos. Al diferenciar entre usabilidad objetiva y subjetiva y desarrollar matrices detalladas para la evaluación de interfaces, se establece un nuevo estándar en la evaluación y creación de

interfaces inclusivas. La propuesta de normativas para asegurar la inclusión y accesibilidad en el diseño de interfaces ofrece un modelo para futuras políticas y prácticas en el ámbito educativo y tecnológico y marca un camino hacia una educación más inclusiva y equitativa.

Explicitación de la posible utilización del conocimiento producido por parte de la comunidad de referencia de la tesis (transferencia)

La investigación efectuada abre numerosas posibilidades para la transferencia de conocimientos a diversas comunidades. La explicitación de estas posibilidades resalta la relevancia práctica y teórica del estudio.

1. Comunidad educativa

- **Diseñadores de programas educativos:** los hallazgos de esta investigación proporcionan a los diseñadores materiales educativos digitales y pautas claras sobre cómo integrar la accesibilidad en el diseño de interfaces, especialmente para crear recursos más inclusivos y efectivos para estudiantes con discapacidad auditiva.
- **Educadores y pedagogos:** los profesores y profesionales de la educación pueden aplicar este conocimiento para seleccionar y utilizar RDD que se alineen con los principios de inclusión y accesibilidad, de modo que optimicen la experiencia de aprendizaje para todos los estudiantes.

2. Comunidad de diseñadores y desarrolladores

- **Desarrolladores de software y aplicaciones:** la tesis proporciona información valiosa sobre la incorporación de la usabilidad y la accesibilidad en el diseño de interfaces, lo que puede guiar el desarrollo de software y aplicaciones más inclusivas.
- **Profesionales del diseño gráfico y multimedia:** el estudio ofrece perspectivas enriquecedoras sobre cómo incorporar la sensibilidad hacia la inclusión en el diseño gráfico, especialmente en el ámbito digital y multimedia.

3. Comunidad de investigadores

- **Investigadores en tecnología educativa y diseño:** los resultados del estudio son un recurso valioso para futuras investigaciones en el campo del diseño de interfaces y la tecnología educativa, especialmente en el contexto de la inclusión y la accesibilidad.

- **Estudios sobre discapacidad y educación:** la tesis aporta al entendimiento de cómo las tecnologías pueden ser adaptadas para satisfacer las necesidades de los estudiantes con discapacidades, un área de interés creciente en la investigación educativa.

4. Organizaciones y entidades gubernamentales

- **Responsables de políticas educativas:** los hallazgos pueden influir en la formulación de políticas educativas y en la adopción de estándares para la inclusión y accesibilidad en los recursos educativos digitales.
- **Organizaciones de apoyo a personas con discapacidad:** estas organizaciones pueden recurrir a estos conocimientos para demandar por recursos educativos más inclusivos y efectivos.

5. Sector tecnológico y empresarial

- **Empresas de tecnología educativa:** los resultados de la investigación pueden ser aplicados en empresas que desarrollan tecnologías educativas para crear productos que satisfagan cada vez más las necesidades de un público diverso.
- **Iniciativas de innovación y startups:** startups y empresas emergentes en el sector educativo pueden encontrar inspiración y orientación para el desarrollo de soluciones innovadoras centradas en la inclusión.

La transferencia del conocimiento producido por esta tesis doctoral tiene el potencial de impactar positivamente en múltiples sectores. Al compartir estos hallazgos con las comunidades de referencia, se fomenta un cambio hacia prácticas más inclusivas y reflexivas en el diseño de interfaces y recursos educativos digitales y contribuye a una sociedad más equitativa y accesible para todos.

Proyecciones

La investigación de esta tesis doctoral ha abierto ventanas hacia un panorama en el que el diseño de interfaces en RDD se entrelaza con la inclusión educativa de niños sordos y sugiere futuras exploraciones. Al mirar hacia adelante, se aprecia un horizonte de oportunidades que invita a la comunidad académica y profesional a sumergirse en nuevos temas de investigación, que serán abordados con humanidad y sensibilidad hacia la diversidad.

Al imaginar el potencial de las tecnologías emergentes como la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV), se avisa que representan nuevos universos donde los niños sordos podrían aprender de maneras que antes eran inimaginables. La pregunta que se plantea ya no es si estas tecnologías pueden ser inclusivas, sino cómo se pueden diseñarse para que sean un puente hacia mundos de conocimiento accesibles y vibrantes para todos.

La IA constituye otra vía fascinante, con la promesa de interfaces adaptativas que comprendan y respondan a las necesidades únicas de cada estudiante. Esta personalización del aprendizaje podría transformar la educación de los niños sordos, haciéndola más accesible y coherente con sus experiencias individuales.

Y luego está la gamificación, una técnica que va más allá del entretenimiento para tocar las raíces mismas de la motivación y el compromiso de los estudiantes. ¿Cómo pueden entrar en juego estos elementos para iluminar el camino del aprendizaje para los estudiantes sordos, haciéndolo no solo accesible sino también profundamente atractivo?

Al ampliar el enfoque sobre la usabilidad e incluir aspectos como la accesibilidad emocional y cognitiva, se empieza a ver la interfaz de los RDD no solo como un puente hacia el conocimiento, sino como un entorno de aprendizaje que acoge y valora la diversidad de todos los estudiantes. Y la integración efectiva de los RDD en sistemas educativos diversificados desafía a pensar en cómo estos recursos pueden ser adaptados para ser culturalmente pertinentes y accesibles en contextos variados. Este es un llamado a diseñar no solo para la diversidad sino dentro de la diversidad, reconociendo y celebrando las múltiples formas en que los estudiantes se acercan al aprendizaje.

Esta tesis, entonces, no es solo un compendio de hallazgos y teorías; es una invitación a seguir explorando, a ser curiosos y a imaginar un futuro donde la tecnología y la educación se unan en un baile armonioso de inclusión. Al compartir estas ideas con la comunidad, se impulsa un cambio hacia prácticas más inclusivas y reflexivas en el diseño de interfaces y recursos educativos digitales, lo que aporta a formar una sociedad más equitativa y accesible para todos. En esta travesía, cada paso dado abre nuevas rutas para la innovación, la

comprensión y, sobre todo, para construir un mundo donde todos tienen un lugar en el aula del futuro.

Aplicaciones prácticas de la investigación

1. Las matrices y normativas propuestas pueden servir como base para el desarrollo de *estándares globales en el diseño de interfaces inclusivas*. Con ello, tanto las instituciones educativas como desarrolladores de tecnología poseen criterios de diseño de sus productos para lograr una mayor inclusión.
2. Incorporar perspectivas emocionales en el diseño invita a innovar prestando suma atención al usuario. La empatía y la comprensión emocional se convierten en pilares del proceso creativo hacia *un diseño empático*.
3. Los hallazgos de este estudio pueden integrarse en *programas de formación para diseñadores y desarrolladores* orientados a la inclusión en el diseño de tecnología educativa.
4. La adopción de las matrices desarrolladas en este estudio *puede estandarizar la evaluación de interfaces para asegurar soluciones de diseño* que cumplan con los más altos estándares de inclusividad y accesibilidad.
5. Abre nuevas avenidas para la investigación en diseño de interfaces, en especial en la exploración de cómo las innovaciones tecnológicas emergentes pueden seguir extendiendo la accesibilidad y la experiencia del usuario.

En resumen, esta investigación no solo ha hecho contribuciones significativas al campo del diseño gráfico multimedia y la educación inclusiva, sino que también ha establecido un camino claro para futuras innovaciones y aplicaciones prácticas que pueden renovar las experiencias educativas de todos los estudiantes, al margen de sus capacidades o necesidades.

Referencias

- Adams, S. (2012). ¿Es Coursera el principio del fin de la educación superior tradicional? *Forbes*.
<https://www.forbes.com/sites/susanadams/2012/07/17/is-coursera-the-beginning-of-the-end-for-traditional-higher-education/?sh=3a79603912ae>
- Agazzi, E. (1998). El impacto epistemológico de la tecnología. *Universidad de Génova*, 1, 17–31.
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/21682/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ainscow, M. (2004). *Escuela inclusiva una oportunidad de enriquecimiento mutuo de transformación*. Routledge. E
- Alba, C. (2012). Aportaciones del Diseño Universal para el aprendizaje y de los materiales digitales en el logro de una enseñanza accesible. En J. Navarro, M. T. Fernández, F. J. Soto, & F. Tortosa (Eds.), *Respuestas flexibles en contextos educativos diversos* (pp. 17-31). Consejería de Educación, Formación y Empleo. <https://bit.ly/3dDDffQ>.
- Alba, C. (2017). *Diseño universal para el aprendizaje: educación para todos y prácticas de enseñanza inclusivas*. Morata.
- Alevizou, P. (2002). To wire or not to wire? *Encyclopaedia Britannica versus Microsoft Encarta. Educational Technology & Society*, 5(1), 163-167.
- Almeida Acosta, F. H. E. (2008). Las sociedades del conocimiento y los procesos proximales del desarrollo humano. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades SOCIOTAM*, 18, 23-51.
<http://www.redalyc.org/pdf/654/65411190002.pdf>
- Alonso Martínez, D. A. (2017). Inmersión, interfaz y objetos liminares. *CIC Cuadernos de Información y Comunicación*, 22(0), 127–155.
<https://doi.org/10.5209/ciyc.55971>
- Álvarez, A. (1998). Presentación: ¿niños discapaces o educación discapaz? Hacia un diseño educativo centrado en la mediación cultural. *Cultura y Educación*, 10(3-4), 5–8. <https://doi.org/10.1174/113564098320762003>
- Ambròs Pallarès, A., & Ramos Sabaté, J. M. (2017). El uso didáctico de Google Sites en la construcción compartida del conocimiento. *Revista de Estudios Socioeducativos: RESED*, 5, 63–74.
https://doi.org/10.25267/rev_estud_socioeducativos.2017.i5.07
- Anders, G. (2015). *Los MOOC cubren el vacío de las universidades en India | MIT Technology Review*. MIT.
<https://www.technologyreview.es/s/5053/los-mooc-cubren-el-vacio-de-las-universidades-en-india>

- Anderson, T., & Dron, J. (2011). Three generations of distance education pedagogy. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 80–97. <https://doi.org/10.19173/IRRODL.V12I3.890>
- Andrade, J. A. (2004). Wikipedia: una experiencia mundial de trabajo colaborativo. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 2(2), 81–86. <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Www>.
- Aragall, F. (2013). Diseño para todos: un conjunto de instrumentos. Cinca. https://www.fundaciononce.es/sites/default/files/docs/DISEOPARATODOSUnconjuntodeinstrumentos_2.pdf
- Arhippainen, L., & Tähti, M. (2002). Empirical Evaluation of User Experience in Two Adaptive Mobile Application Prototypes. *Proceedings of the 2nd international conference on mobile and ubiquitous multimedia*, 11(7), 27–34.
- Asamblea Constituyente de Ecuador (2008). Constitución del Ecuador.
- Ausiello, G., & Iwama, K. (2019). The Making of a New Science A Personal Journey Through the Early Years of Theoretical Computer Science. *Bulletin of EATCS*, 1(127). <http://bulletin.eatcs.org/index.php/beatcs/article/view/572>
- Ausubel, D. (1981). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. (Trabajo original publicado en 1968).
- Bañuelos, J. (2009). YouTube como plataforma de la sociedad del espectáculo. *Razón y Palabra*, (66), 1-26. <https://www.re-dalyc.org/pdf/1995/199520908014.pdf>
- Barnes, B. (1986). T.S. Kuhn y las ciencias sociales. The Macmillan Press.
- Bars, I. S., Fuentes, S. S., & Giné, C. (2014). Analysis of different approaches of universal design paradigm applied in education. *Revista Latinoamericana de educación inclusiva*, 8, 143–152.
- Basham, J. D., Hall, T. E., Carter, R. A., & Stahl, W. M. (2016). An operationalized understanding of personalized learning. *Journal of Special Education Technology*, 31(3), 126–136. <https://doi.org/10.1177/0162643416660835>
- Bell, D. (1976). *El advenimiento de la sociedad postindustrial*. Alianza Editorial.
- Bierut, M., Drenttel, W., & Heller, S. (2006). *Critical Writings on Graphic Design* (Bk. 5). Allworth Press
- Bilinkis, S. (2019). *Los desafíos de innovar en la escuela: reflexiones sobre el futuro*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=QWN9MdBcD1A>
- Bonsiepe, G. (1999). *Del objeto a la interfase*. Ediciones Infinito.
- Bostrom, N. (2015). *TED Talk Nick Bostrom: ¿Qué sucede cuando nuestras computadoras se vuelven más inteligentes que nosotros?* https://www.ted.com/talks/nick_bostrom_what_happens_when_our_computers_get_smarter_than_we_are?language=es#t-43928

- Brain POP. (2020). *BrainPOP una herramienta para el aprendizaje a distancia*. [Video] YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=meIWRI_qe0I.
- Brunner, J. (2001). Globalización, educación, revolución tecnológica. *Revista Perspectivas*, 31, 111-135.
- Buchanan, R. (2001). Design Research and the New Learning. *Design Issues*, 17, 3–23.
- Burch, S. (2008). Numerical Fluid Dynamics. *SIAM Review*, 25(1), 1–4.
<https://doi.org/10.4067/S0718-13372003000200001>
- Burgstahler, S., & Cory, R. (2008). *Universal Design in Higher Education: From Principles to Practice*. Harvard Education Press.
- Cabrera, Á., & Le Renard, C. (2013). Go to college, young men and women, go to college! *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 8(1–2), 19–25. https://doi.org/10.1162/inov_a_00161
- Caicedo, D. G., & Desmet, P. M. A. (2009). Designing the new PrEmo. In *Unpublished manuscript*. Delft University of Technology.
- Calderón, F. (2014, mayo 14). Las 5 tendencias del aprendizaje en línea. *Forbes*. <https://www.forbes.com.mx/las-5-tendencias-del-aprendizaje-en-linea/>.
- Calvillo Gámez, E. H., Cairns, P., & Cox, A. L. (2009). From the gaming experience to the wider user experience. *People and Computers XXIII Celebrating People and Technology - Proceedings of HCI*, 520–523.
<https://doi.org/10.14236/EWIC/HCI2009.65>
- Calvo Álvarez, M., & Verdugo Alonso, M. (2012). Educación inclusiva, ¿una realidad o un ideal? *Edetania: Estudios y Propuestas Socio-Educativas*, 41, 17–30.
- Capella i Priu, S. (2010). Crear una websquest. En C. Barba y S. Capella i Priu (Coords.), *Ordenadores en las aulas: la clave es la metodología*. (pp. 123-128). Graó.
- Carneiro, R., Toscano, J., & Díaz, T. (2016). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Santillana.
- Carrera, B., & Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*, 5(13), 41-44.
- Carroll, J. M. (2003). *HCI models, theories, and frameworks: toward a multidisciplinary science*. Morgan Kaufmann.
- Casablancas, S. (2014). *Enseñar con tecnologías... Transitar las TIC hasta alcanzar las TAC*. Estación Mandioca de Ediciones.
- CAST. (2011). *Pautas de diseño universal para el aprendizaje*. CAST.
<http://www.cast.org/publications/UDLguidelines/version1.html>
- Castells, M. (1996). *El surgimiento de la sociedad de redes*. Alianza Editorial.
- Castells, M. (2000). Tecnologías de la información y desarrollo global. *Política Exterior*, 14(78), 151–168. <http://www.jstor.org/stable/20645021>

- Catalán-Vega, M. A. (2000). *Metodologías de evaluación de interfaces gráficas de usuario*. <http://eprints.rclis.org/6732/>.
- Center for Universal Design. (2018). The Center for Universal Design. <https://www.universaldesignresource.com/>
- Chancusig, J., Bedón, E., Paucar, L., Izurieta, E., Montaluísa, R., & Cayo, L. (2017). El aprendizaje invisible a través de las Tecnologías de Información y Comunicación. *Boletín Virtual REDIPE*, 6(5), 215–237. <http://www.rediberoamericanadepedagogía.com/content/13-revista>
- Checa García, F. (2013). La utilización del microblogging y de Twitter como herramienta de enseñanza. *Espiral, Cuadernos del profesorado*, 6(11), 23–24. <http://www.cepcuevasolula.es/espiral>.
- Cierco, D. (2011). *Cloud computing retos y oportunidades*. Fundación Ideas.
- Clark, B. R. (1991). *The Higher Education System. Academic Organization in Cross National Perspective*. <https://www.ses.unam.mx/curso2016/pdf/12-ago-Clark.pdf>
- Clark, R., & Mayer, R. (2016). *e-Learning and the Science of Instruction*. (4^a ed). Wiley.
- CNN. (2021, septiembre 27). Google celebra 23 años: los datos más importantes del gigante de internet. <https://cnnespanol.cnn.com/2021/09/27/google-cumple-anos-datos-mas-importantes-gigante-internet-trax/>
- Cohen-Almagor, R. (2011). The SHABAC Affair View project Human Rights View project. *Internet History Article in International Journal of Technoethics*, 2(2), 45–64. <https://doi.org/10.4018/jte.2011040104>
- Colorado, L., & Navarro, R. (2012). La usabilidad de las TIC: una visión didáctica y tecnológica. *Revista de Educación a Distancia*, 30, 1–11. <https://doi.org/2169-6160>
- Collazos, A. (2014, febrero 20). Los fundadores de Khan Academy y de Coursera definen 5 grandes desafíos para la Educación tecnológica. *Revista Educación Virtual*. <https://revistaeducacionvirtual.com/archives/822>
- Comisión Europea. (2004). Las universidades trabajan con Google para hacer más accesibles los documentos de investigación | News | CORDIS | European Commission. Servicio de Información Comunitario Sobre Investigación y Desarrollo. <https://cordis.europa.eu/article/id/21885-universities-team-up-with-google-to-make-research-papers-more-accessible/es>
- Cooper, A., Reimann, R., Cromin, D., & Niessel, C. (2014). *About Face: The Essentials of Interaction Design*. (s. f.). <https://es.scribd.com/read/255859025/About-Face-The-Essentials-of-Interaction-Design>
- Correia, W., Rodrigues, L., Campos, F., Soares, M., & Barros, M. (2012). The methodological involvement of the emotional design and cognitive

- ergonomics as a tool in the development of children products. *Work*, 41(1), 1066–1071. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0643-1066>
- Coseriu, E. (1990). *Semántica estructural y semántica cognitiva*. Gredos.
- Creation, K. (2015). NRC Publications Archive (NPARC) Archives des publications du CNRC (NPARC) Knowledge Creation Virtual Communities of Practice: Design for Collaboration and Knowledge Creation*. Communities, January 2004.
- Cristiano, K. L., & Triana, D. A. (2019). Google classroom as a tool-mediated for learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1161(1), 6–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1161/1/012020>
- Cubo Delgado, S., Gonzáles Gómez, J., & Lucero Fustes, M. (2003). Perspectiva pedagógica de los multimedia. *Revista Española de Pedagogía*, 61(225), 309–336.
- Dai, L., Jung, M. M., Postma, M., & Louwerse, M. M. (2022). A systematic review of pedagogical agent research: Similarities, differences and unexplored aspects. *Computers and Education*, 190, 104607 <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104607>
- De Giusti, A. (2021). Reflexiones sobre educación y tecnología postpandemia. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 28, e1. <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e1>
- Del, E., & Une, D. (2017). *Norma Española*. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0058303>
- Demonte, V. (2006). Qué es sintáctico y qué es léxico en la interfaz entre sintaxis y léxico-semántica. *Signo & Señal*, 15, 17–41.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *Antropología | Investigación cualitativa*. Gedisa. <https://es.scribd.com/document/399785459/Denzin-y-Lincoln>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación: una introducción a la filosofía de la educación*. Morata.
- Díaz, F. J., Harari, I., & Amadeo, A. P. (2020). Guía de recomendaciones para diseño de software centrado en el usuario. *Guía de recomendaciones para diseño de software centrado en el usuario*. <https://doi.org/10.35537/10915/32172>
- Duolingo. (2022, enero 3). Sobre nosotros. Duolingo. <https://www.duolingo.com/info>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, D. L., Coombs, C., Constantiou, I., Duan, Y., Edwards, J. S., Gupta, B., Lal, B., Misra, S., Prashant, P., Raman, R., Rana, N. P., Sharma, S. K., & Upadhyay, N. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice:

- Transforming education, work and life. *International Journal of Information Management*, 55, 102211.
<https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2020.102211>
- Ebersbach, A., Glaser, M., Heigl, R., & Warta, A. (2008). Characteristic wiki functions. En *Wiki: Web Collaboration* (2ª. ed.) (pp. 18-20). Verlag.
- Edyburn, D. L. (2010). Would You Recognize Universal Design for Learning if You Saw it? Ten Propositions for New Directions for the Second Decade of UDL. *Learning Disability Quarterly*, 33, 33–41.
<https://doi.org/10.2307/25701429>
- Flores España, C. J. (2019). *Ingeniería Kansei, el valor del diseño emocional* [Proyecto final de grado, Universidad Oberta de Catalunya]
- Foraker Labs. (2021). First attempt towards a standard glossary.
<https://www.usabilityfirst.com/glossary>
- Ford, T., Hayes, R., Byford, S., Edwards, V., Fletcher, M., Logan, S., Norwich, B., Pritchard, W., Allen, K., Allwood, M., Ganguli, P., Grimes, K., Hansford, L., Longdon, B., Norman, S., Price, A., & Ukoumunne, O. C. (2019). The effectiveness and cost-effectiveness of the Incredible Years, Teacher Classroom Management programme in primary school children: results of the STARS cluster randomised controlled trial. *Psychological Medicine*, 49(5), 828–842. <https://doi.org/10.1017/S0033291718001484>
- Frascara, J. (2000). *Diseño gráfico para la gente*. Ediciones Infinito, 54.
<https://es.scribd.com/doc/7202038/Frascara-Jorge-Diseno-Grafico-Para-La-Gente-Cap>
- Friedman, T. L. (2018). *Gracias por llegar tarde: Cómo la tecnología, la globalización y el cambio climático van a transformar el mundo los próximos años*. Ediciones Deusto.
- García, V. R., Mora, A.B., & Ávila, J. A. (2020). La inteligencia artificial en la educación. *Dominio de las Ciencias*, 6, 848–666.
- Garetz, M. (1985). Evolution of the Microprocessor. *BYTE*, 10, 209 - 215.
https://vintageapple.org/byte/pdf/198509_Byte_Magazine_Vol_10-09_10th_Anniversary_Issue.pdf
- Garrett, J. J. (2010). *The elements of user experience*. (2ª. ed.). New Riders.
- Gimeno, S., & Pérez, G. (2008). *Comprender y transformar la enseñanza* (12ª. ed.). Morata.
- Gómez-García, M., Alameda, A., Poyatos, C., & Ortega, P. J. (2022). Future Classroom Lab: a project for the pedagogical redefinition of educational centers. *Revista Interuniversitaria de Formacion del Profesorado*, 98(362), 133–152. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.94188>
- González, H. M., & Ávila, A. P. (2014). Los Cursos en Línea Masivos y Abiertos (MOOC) como alternativa para la educación a distancia. *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología*, 2(2), 41–49.
- Google. (s. f.). Google. Sobre nosotros. https://about.google/intl/ALL_es/

- Google. (2009). *The Google Story*. [Video] YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=28eBTvvT0HA>
- Google. (2011). *The Evolution of Search*. [Video] YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=mTBShtwCnD4>
- Google. (2020). *De 2010 a 2020 y más allá: transformación digital de la sociedad y empresas españolas y el rol de Google como catalizador*. Google.
https://www.thinkwithgoogle.com/_qs/documents/9192/Estudio_-_De_2010_a_2020_y_mas_alla.pdf
- Google. (2021). *Learning with Google 2021*. [Video] YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=oGEy4PfdZ8&t=3431s>
- Google Marketing Insights. (2020). *De 2010 a 2020 y más allá*.
https://www.thinkwithgoogle.com/_qs/documents/9192/Estudio_-_De_2010_a_2020_y_mas_alla.pdf
- Greenstein, S., & Devereux, M. (2017). Wikipedia in the Spotlight. *Kellogg School of Management Cases*, 1(1), 1–18.
<https://doi.org/10.1108/CASE.KELLOGG.2016.000411>
- Greenwald, T. (2014). *TR10: Colaboración móvil* | MIT Technology Review.
<https://www.technologyreview.es/s/4173/tr10-colaboracion-movil>
- Grupo GNOME. (2002, febrero 6). GNOME-Sencillo, hermoso, elegante.
<https://www.gnome.org/>
- Hanson, R. (2007). Logarithmic markets coring rules for modular combinatorial information aggregation. *The Journal of Prediction Markets*, 1(1), 3–15. <https://doi.org/10.5750/JPM.V111.417>
- Harari, Y. N. & Perkins, D. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI*. Penguin Random House Grupo.
- Hassenzahl, M. (2018). Experience Design: Technology for All the Right Reasons. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 3(1), 1–95. <https://doi.org/10.2200/s00261ed1v01y201003hci008>
- Havelock, E. A. (1996). *La musa aprende a escribir: reflexiones sobre oralidad y escritura desde la antigüedad hasta el presente*. Paidós Ibérica.
- Heredia, D. L., & Cota, M. P. (2015). *Diseños de métodos de comunicación virtuales para personas con discapacidad sensorial*. Universidad de Vigo.
- Hernández, L., Acevedo, J., & Martínez, C. (2014). El uso de las TIC en el aula: un análisis en términos de efectividad y eficacia. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, 1–21.
- Hernández Requena, S. R. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *Universities and Knowledge*, 5(2), 26–35. <http://rusc.uoc.edu>.
- Hernández Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *Metodología de la investigación*. MacMillan.
- Herrera, M. Á. (2004). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones

- cognitivas del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(5), 1-20.
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2013). Use of Web 2.0 technologies in K-12 and higher education: The search for evidence-based practice. *Educational Research Review*, 9, 47–64.
<https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2012.08.001>
- Hodges, C. B., Moore, S., & Lockee, B. B. (2020, marzo 27). *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*. Educause
<https://www.researchgate.net/publication/340535196>
- Hoffman, D. (2015). *TED. Do we see reality as it is? | Donald Hoffman*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=oYp5XuGYqqY>
- Hornbæk, K. (2011). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International Journal of Human Computer Studies*, 64(2), 79–102. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2005.06.002>
- Iglesias Fraga, A. (2019). *Auge y caída de la Encarta, la primera gran enciclopedia digital*. <https://www.businessinsider.es/auge-caida-encarta-primera-gran-enciclopedia-digital-476003>
- Infobae (2017, noviembre 24). Google se lanza al mercado educativo con Google Classroom. <https://shorturl.at/qEF17>
- INTEF. (2019). Resumen Informe Horizonte.
https://issuu.com/etwinning/docs/2019_07_resumen_horizon_universidad_2019_intef__1_
- John, B. E., & Kieras, D. E. (1996). The GOMS Family of User Interface Analysis Techniques: Comparison and Contrast. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 3(4), 320–351.
- Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39(3), 5–14.
<https://doi.org/10.1007/BF02296434/METRICS>
- Khan, S. (2011). *Usemos el video para reinventar la educación*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=nTFEUsudhfs>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2015). ¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)? What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10, 9–23. <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc>
- Koller, D. (2012). *What we're learning from online education*. TED. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=U6FvJ6jMGHU&t=226s>
- Kovacich, G. L. (2016). A Look at the Possible Future. *The Information Systems Security Officer's Guide*, 16, 301-312.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802190-3.00016-6>
- Krüger, K. (1980). El concepto de sociedad del conocimiento. *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 11(683), 1-14.

- Küster, I., & Hernández, A. (2013). From Web 2.0 to Web 3.0: Antecedents and consequences of the attitude and use intention of social networking in the semantic Web. *Universia Business Review*, 37, 105-119.
- Laurel, B. (2003). Muscular Design. En B. Laurel (Ed.), *Research Methods and Perspectives* (pp. 16-19). MIT Press. *Diseño de Investigación*.
- Laurillard, L. (2012). *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology*. Routledge.
- Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2017). *Research Methods in Human-Computer Interaction* (Vol. 1). Wiley.
- Leguizamó, A. (2009). Diseño de interfaces de usuario como apoyo a las estrategias de aprendizaje. *A*, 3(6), 1909–2814. <http://revistaq.upb.edu.co>
- Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., Postel, J., Roberts, L. G., & Wolf, S. (1999). A Brief History of the Internet. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39(5), 22-31. <http://arxiv.org/abs/cs/9901011>
- López V., Montero F., Molina P., & González P. (2016). Interfaces de Usuario Inteligentes: pasado, presente y futuro. *Aipo.Es*, 1-10. <http://www.aipo.es/aipo/articulos/4/42.pdf>
- Louw, P. A. (2012). Portals to Knowledge: CD-ROM Encyclopaedias, with Specific Reference to *Microsoft Encarta 99 Encyclopedia*. *Lexikos*, 9(1), 283–293. <https://doi.org/10.5788/9-1-927>
- Lozano, M. P. L. (2011). *Introducción al Modelo de Referencia SCORM*. 78. http://unizar.es/innovacion/ecoleccion1/archivos/PDF/49_SCORM_CURS O.pdf
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Pearson, L. B. F. (2016). *Intelligence Unleashed an argument for all in Education*. Pearson.
- Luna González, L. (2004). El diseño de interfaz gráfica de usuario para publicaciones digitales. *Revista Digital Universitaria*, 5(7), 2–12. <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num7/art44/art44.htm>
- Lupton, E. (2010). *Thinking with Type: A Critical Guide for Designers, Writers, Editors, & Students* (2º. Ed.). Princeton Architectural Press.
- Macaulay, D. (1995). *Como funcionan las cosas 3.0 - CD ROM*. Zeta Multimedia.
- Maeda, J. (2010). *Las leyes de la simplicidad.pdf*. Gedisa.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza*. P. SAICF.
- Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y muestreo Estadística y muestreo*. Ecoe Ediciones. <http://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/08/Estadistica-y-Muestreo-Vista-preliminar-del-libro.pdf>
- Martínez Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 83, 252-277.

- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6228338&info=resumen&idioma=SPA>
- Martínez, J. & Gómez, D. (2003). La globalización de la cultura social: el caso de Microsoft Encarta. *Enseñanza de Las Ciencias Sociales: Revista de Investigación*, 2, 47–60. <https://shorturl.at/mNRS9>
- Martínez, E., & Zea, E. (2004). Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*, 2(24), 69–90. https://doi.org/10.1007/SpringerReference_33583
- Martins, A. (2013, junio 6). Khan Academy, la revolución educativa que crece en América Latina. *BBC News Mundo*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130618_khan_academy_mexico_am
- Matas, T. (2001). El multimedia. De la lectura a la interactividad. Educación y biblioteca. *Revista de Documentación y Recursos Didácticos*, 1, 70-124.
- Maulen de los Reyes, M. D. (2016). Interfaz y heterarquía: diseños de interacción locales para la independencia colaborativa descentralizada. *RChD: Creación y Pensamiento*, 1(1), 65-78. <https://doi.org/10.5354/0718-2430.2016.44313>
- Mayer, R. E. (2008). Applying the Science of Learning: Evidence-Based Principles for the Design of Multimedia Instruction. *American Psychologist*, 63(8), 760–769. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.63.8.760>
- McCracken, H. (2013). *For One Night Only, Silicon Valley's Homebrew Computer Club Reconvenes*. Technologizer. <https://techland.time.com/2013/11/12/for-one-night-only-silicon-valleys-homebrew-computer-club-reconvenes/>
- McLuhan, M. (1964). *Understanding Media: The Extensions of Man*. The MIT Press.
- McLuhan, M. (1990). *Global, la aldea*. Gedisa.
- Meggs, P., & Purvis, A. (2009). *Historia del diseño gráfico* (4ª. ed.). Verlag.
- Méndez Capito, L. (2010). *Análisis de la problemática en la inclusión educativa en jóvenes con discapacidad auditiva* [Tesis Especializaciones, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2845>
- Microblink. (2022). *Microblink: tecnología impulsada por IA para resolver problemas de la vida real*. <https://microblink.com/>
- Microblink | LinkedIn. (2022). Microblink. <https://www.linkedin.com/company/microblink/?originalSubdomain=co>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2015). Educación inclusiva y especial MÓDULO I EDUCACIÓN INCLUSIVA Y ESPECIAL. Editorial Ecuador. Recuperado de https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/Modulo_Trabajo_EI.pdf
- Ministerio de Educación de Ecuador. (2018). Actualización Curricular de la Educación General Básica. MINUDEC.

- Ministerio de Educación del Ecuador. (2020a). Rendición de Cuentas 2020. www.educacion.gob.ec.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2020b) Diseño Universal de Aprendizaje: Una respuesta a la diversidad. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/Pasa-la-Voz-Diciembre-2020.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2023). Instituciones de educación especial datos generales provincia cantón parroquia nombre institución dirección institución nivel discapacidad teléfonos fax.
- Mirashe, S. P., & Kalyankar, N. V. (2010). Cloud Computing. *Journal of Computing*, 2(3), 78–82.
- Mitchell, J. (2016). GoNoodle está creando un mundo donde los niños usan la tecnología para desconectarse. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/julianmitchell/2016/10/31/gonoodle-is-creating-a-world-where-kids-use-mobile-devices-to-unplug/?sh=562c76343e88>
- Molina López, J., & Medina Medina, N. (2021). Un enfoque para el diseño inclusivo de videojuegos centrado en jugadores daltónicos. *Interacción Revista Digital de AIPO*, 2(1), 25–37.
- Montero, Y. H., & Fernández, M. (2004). Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles. *Revista Española de Documentación Científica*, 27(1), 330–345.
- Morten Versvik. (2018). Learners to leaders: Kahoot! co-founder talks about pedagogy. Kahoot! [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-Z1Swrwj6KA>
- Moya López, M. (2013). *De las TIC a las TAC: la importancia de crear contenidos educativos digitales*. *Revista DIM*, 27, 1-15. <https://www.researchgate.net/publication/259219512>
- Muñoz, J., & Rodríguez, G. (2005). *Patrones de interacción: una solución para el diseño de la retroalimentación visual de sistemas interactivos*. CIC Congress, México, noviembre 25-29, 2002 <https://ccc.inaoep.mx/~grodrig/Descargas/InteraPatternToCIC.pdf>
- Naciones Unidas. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. https://www.siteal.iiep.unesco.org/respuestas_educativas_covid_19.
- NCSU. (2011). *Principios universales de diseño*. Blume. <https://design.ncsu.edu/research/center-for-universal-design/>
- Negroponte, N. (1995). *El mundo digital*. Ediciones B.
- Ni, L. B. (2020). Blended Learning through Google Classroom. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 14(4), 215–221. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.12489845>
- Nielsen, J. (2001). *Designing Web Usability*. Peachpit Press Publications.
- Nielsen, J. (2012). *Mobile Usability*. New Riders.

- Norman, D. A., & Draper, S.W., (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-computer Interaction*. CRC Press.
- Norman, D. (2004). *The design of everyday things*. Nerea.
- Norman, D. (2016). *Emotional Design. Why We Love (or Hate) Everyday Things* (Basic Book). MIT Press.
- ONU. (2018). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo*.
- ONU. (2020). Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020: Inclusión y educación: Todos y todas sin excepción. Unesco. <https://doi.org/10.54676/WWUU8391>
- Otero-Ágreda, O. E., Esteves-Fajardo, Z. I., Montalván-Campoverde, M. A., & Suarez-Merchán, D. M. (2022). Estrategias TIC, TAC, TRIC y TEP para la innovación tecno-pedagógica en docentes universitarios. *CIENCIAMATRIA*, 9(16), 90-101. <https://doi.org/10.35381/cm.v9i16.1027>
- Owad, T. (2005). *Apple I Replica Creation: Back to the garage*. (s.e.).
- Soto, G. E. (2018). Black Mirror, McLuhan and the digital age. *Razón y Palabra*, 20(3-94), <http://www.revistarazonypalabra.org/>
- Pantaleoni, A. (2013, noviembre 29). Khan, la Academia. *El País*, https://elpais.com/tecnologia/2013/11/29/actualidad/1385727419_349943.html
- Parga, D. C. J. (2011). *Cloud computing: retos y oportunidades*. IDEAS. <https://shorturl.at/dhuwH>
- Pelgrum, W. J., & Law, N. (2003). ICT in education around the world: Trends, problems and prospects. *Unesco-International Institute for Educational Planning*, 1, 2–77. www.unesco.org/iiep
- Pérez-Sanagustín, M., Nussbaum, M., Hilliger, I., Alario-Hoyos, C., Heller, R. S., Twining, P., & Tsai, C. C. (2017). Research on ICT in K-12 schools – A review of experimental and survey-based studies in computers & education 2011 to 2015. *Computers & Education*, 104, A1–A15. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2016.09.006>
- Pérez Zúñiga, R., Mercado Lozano, P., Martínez García, M., Mena Hernández, E., & Partida Ibarra, J. Á. (2018). La sociedad del conocimiento y la sociedad de la información como la piedra angular en la innovación tecnológica educativa. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(16), 847–870. <https://doi.org/10.23913/RIDE.V8I16.371>
- Piaget, J. (1973). *The future of education*. Grossman Publishers.
- Pierce, C. (1931). *La ciencia de la semiótica*. Nueva Visión.
- Pimentel, D., Cataldi, M., & Muñiz, G. (2016). De la visualización a la sensorización de información. http://www.nosolousabilidad.com/articulos/taxonomia_visualizacion.h

- Pinillo, J. M. (2014). *The digital promise (historia digital de España)*. Art Futura. [Video] YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=tFhGStgK3TI>
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128–140.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006>
- Pombo, C., Cabrol, M., González, N., & Sánchez, R. (2020). *Adopción ética y responsable de la inteligencia artificial en América Latina y el Caribe*. FAI Lac. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0002169>
- Prensky, M. R. (2010). *Teaching Digital Natives: Partnering for Real Learning*. CORWIN.
- Prensky, M. R. (2011). *Enseñar a nativos digitales: una propuesta pedagógica para la sociedad del conocimiento*. SM.
- Pons, J. P. (2003). La tecnología educativa hoy no es como ayer: nuevos enfoques, nuevas miradas. *Revista Tecnología y Comunicación Educativas*, 37), 3-18. <http://www.cica.es/aliens/revfuentes>
- Proyecto GNU. (s. f.). Proyecto GNU-Free Software Foundation.
<http://www.gnu.org/software/software.html>
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata.
- Prado, F. (2020). El aprendizaje móvil y los objetivos de desarrollo sostenible en la educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 230–233. <https://orcid.org/0000-0002-3101-606X>
- Preece, J. (2018). *Interaction Design*. (3ª ed.). Beyond Human-Computer Interaction
- Prensky, M. R. (2010). *Teaching Digital Natives: Partnering for Real Learning*. CORWIN.
- Prensky, M. R. (2011). *Enseñar a nativos digitales: una propuesta pedagógica para la sociedad del conocimiento*. SM.
- Proyecto GNU. (s. f.). Proyecto GNU-Free Software Foundation.
<http://www.gnu.org/software/software.html>
- Radebaugh, A. (1958). img_01. In *future education*. <https://shorturl.at/tyY12>.
- Raymond, E. S. (1999). The Cathedral and the Bazaar. In Tim O'Reilly (Ed.), *Published by O'Reilly & Associates, Inc* (First).
<http://www.opencontent.org/openpub/>.
- Raimon, M. (2019, marzo 23). Peretz Lavie, presidente del Technion: “Para lograr la excelencia hay que ser selectivo, no se puede en una universidad con 200.000 alumnos”. INFOBAE. <https://shorturl.at/ouyDF>.
- Ramos, A. (1992). The Hyperreal Indian. *Serie Antropología*, 135, 1–18.
- Raymond, E. S. (1999). *The Cathedral and the Bazaar. Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary*. O'Really.

- Resig, J., & DeCausemaker, R. (2014). *Conferencia de John Resig de Khan Academy*. <https://opensource.com/education/14/2/computer-science-khan-academy>
- Reig, D. (2018). *Social Media-Generación Z-Educación-Tendencias Internet – Tecnología-Sociedad-Psicología-Noticias-YouTube*. <http://www.dreig.eu/caparazon/>
- Ríos, J., Stella, R., & Román, S. (2014). Design and multimedia application in science, learning of deaf children. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 26, 108–119.
- Rodríguez Ruiz, J. (2001). El relato digital. *Universitas Humanistica*, 52(52), 75–101.
- Rodríguez-Fernández, L. (2017). Smartphones y aprendizaje: el uso de Kahoot en el aula universitaria. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 8(1), 181–189. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM2017.8.1.13>
- Rodríguez-Segura, D., de Barros, A., Crawford, L., Adelman, M., Blimpo, M., Lucas, A., Neilson, C., Arias-Ortiz, E., Quan, V., & Bhula, R. (2019). *The impact of multimedia in teaching and learning*. University of Virginia <https://education.virginia.edu/documents/epwworkingpaper-72edtechindevelopingcountries1202-08pdf>
- Rose, D. H., & Meyer, A. (2010). Universal Design for Learning. *Revista de Tecnología de Educación Especial*, 16, 66–67. <https://doi.org/doi/pdf/10.1177/016264340001500407>
- Rosenberg, S. (2009). *Say Everything: How Blogging Began, What It's Becoming, and Why It Matters*. Crown.
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Alienta.
- Ruiz, P. (2013). *Presente y futuro de los Massive Open Online Courses (MOOC)*. Universidad Complutense de Madrid.
- Salvato, N. (2009). Out of Hand: YouTube Amateurs and Professionals. *TDR/The Drama Review*, 53(3 (203)), 67–83. <https://doi.org/10.1162/DRAM.2009.53.3.67>
- Sánchez Franco, M. J., Rondán Cataluña, F. J., & Villarejo Ramos, Á. F. (2007). Un modelo empírico de adaptación y uso de la Web. Utilidad, facilidad de uso y flujo percibidos. *Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, 10(30), 153–179. [https://doi.org/10.1016/s1138-5758\(07\)70077-4](https://doi.org/10.1016/s1138-5758(07)70077-4)
- San Martín, P. (2003). *Seis propuestas para el próximo milenio*. La Crujía.
- San Pedro, M. D. M. (2003). La figura del maestro en la Edad Media. En *Os reinos ibéricos na Idade Média: livro de homenagem ao professor doutor Humberto Carlos Baquero Moreno* (pp. 1053-1060). Livraria Civilização Editora.

- Sastoque, S., & Narváez, C. (2016). Metodología para la construcción de Interfaces Gráficas Centradas en el Usuario. *Nuevas Ideas En Informática Educativa*, 12, 314–324.
- Sauro, J., & Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research*. Morgan Kaufmann.
- Schaper, M. M., Smith, R. C., Tamashiro, M. A., Van Mechelen, M., Lunding, M. S., Bilstrup, K. E. K., Kaspersen, M. H., Jensen, K. L., Petersen, M. G., & Iversen, O. S. (2022). Computational empowerment in practice: Scaffolding teenagers' learning about emerging technologies and their ethical and societal impact. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 34, 10053. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100537>
- Schell, J. (2019). *El arte de diseñar juegos*. Sugaar.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.
- Scratch. (2020). Scratch - Annual Report 2020. <https://scratch.mit.edu/annual-report>
- SCRATC-wiki. (s. f.). Desarrollo de Scratch 2.0. https://en.scratch-wiki.info/wiki/Development_of_Scratch_2.0
- Shneiderman, B. y Plaisant, C. (2019). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (5ª. ed.). Pearson.
- Scolari, C. (2016). *Hacer clic: Hacia una sociosemiótica de las integraciones digitales*. Gedisa. <https://shorturl.at/jmtBW>
- Scratch. (2020). *Scratch-Annual Report 2020*. <https://scratch.mit.edu/annual-report>
- Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Polity Press.
- Serrato, S. (2009). La discapacidad auditiva, ¿cómo es el niño sordo? *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 16, 1–10. http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_16/SA-BINA_PABON_2.pdf
- Shneiderman, B. (2019). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (5ª. ed.). Pearson.
- Shulman, R. D. (2017, mayo 23). How This EdTech Entrepreneur Got GoNoodle Into 600,000 Classrooms. *Forbes*. <https://n9.cl/l2hwr>.
- Shum, Y. M. (2016). *Marketing digital: Navegando en aguas digitales, sumérgete conmigo* (2ª. ed.). Ediciones de la U.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(2), 3–10.
- Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(19), 30–32. <http://www.reproline.jhu.edu/english/6read/6issues/6p>

- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, 46, 31-40.
<http://www.reproline.jhu.edu/english/6read/6issues/6p>
- Smale, W. (2020, enero 27). Duolingo: Luis von Ahn, el latinoamericano que le enseña un nuevo idioma a 300 millones de personas. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51241014>
- Soriazu, D. (2013, septiembre 5). Khan Academy, ¿la escuela del futuro? | El Diario Vasco. *El Diario Vasco*, 1. <https://shorturl.at/hjkC7>
- Sosa-Tzec, O., & Siegel, M. A. (2018). Principios de Diseño Visual para HCI. En J. Muñoz Arteaga, J. M. González Calleros, & A. Sánchez Huitrón (Ed.), *La interacción humano-computadora en México*. Pearson.
- Steinfeld Carneiro, E., & Maisel, J. (2012). *Universal Design: Creating Inclusive Environments*. John Wiley & Sons.
- Swan, H., Pouncey, I., Pickering, H., & Watson, L. (2022). Principios de diseño inclusivo. <https://Inclusivedesignprinciples.Org/>.
<https://inclusivedesignprinciples.org/>
- Tegmark, M. (2017). *Also by Max Tegmark Our Mathematical Universe*. AlfredA.Knopf Ed.
- Tello, A. L., & Galán, M. B. (2009). *Cuaderno Red de Cátedras Telefónica*. 46–54. <https://catedratelefonica.unex.es/wp-content/uploads/2010/11/cuadernoswlibreidentidadcorp1.pdf>
- Terrazas Pastor, R., & Silva Murillo, R. (2013). La educación y la sociedad del conocimiento. *Revista Perspectivas* (32), 145-168.
- Toboso-Martín, M., & Rogero-García, J. (2014). Mario Toboso-Martín: *Instituto de Filosofía «Diseño para todos» en la investigación social sobre personas con discapacidad «Design for All» in Social Research on Persons with Disabilities*. 140, 163–172.
<https://doi.org/10.5477/cis/reis.140.163>
- Toffer, A. (1979). *La Tercera Ola*. Plaza & Janes Editores.
- Torres, R. M. (2005). Educación en la sociedad de la información.
<http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsciberprome/torres.pdf>
- Traxler, J. (2009). Learning in a Mobile Age. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 1(1), 1–12.
<https://doi.org/10.4018/jmbl.2009010101>
- Trejo Delarbre, R. (1996). *Internet: la nueva alfombra mágica*. Editora Diana; Fundesco.
- Treviranus, J. (2014). How technology can support inclusivity. *The Value of the Inclusive Design of Learning Environments*, 14, 256–262.
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-22. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454>
- UBA. (2000). El informe de la comunicación. <https://www.uab.cat/>

- Unesco. (1994). Conferencia Mundial sobre Necesidades Educativas Especiales: Acceso y Calidad: informe final. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Unesco. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Unesco.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001419/141908s.pdf>
- Unesco. (2008). *International Conference on Education; 48th; La Educación inclusiva: el camino hacia el futuro, documento de referencia*.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001627/162787s.pdf>
- Unesco. (2022). *La inteligencia artificial en la Educación*. Unesco.
<https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/inteligencia-artificial>
- Unesco, PNUD, UNFPA, ACNUR, UNICEF, ONU Mujeres, OIT, & Banco Mundial. (2015). *Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. 83. <https://doi.org/D-2016/WS/28>
- Universidad de Palermo. (s. f.). Diálogos, convergencias e intersecciones.
https://www.palermo.edu/dyc/investigacion_desarrollo_diseno_latino/linea-6.html
- Valenti López, P. (2012). La sociedad de la información en América Latina y el Caribe: TICs y un nuevo marco institucional. <https://www.oei.es/historico/revistactsi/numero2/valenti.htm>
- Van Eerden, S. (2006). *Youtube spits on the competition*. California Chronicle.
<https://web.archive.org/web/20090328162107/http://californiachronicle.com/articles/view/12533>
- Van Vaerenbergh, S., & Pérez-Suay, A. (2022). *A Classification of Artificial Intelligence Systems for Mathematics Education*, 17, 89–106.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0_5/COVER/
- Velasco, M. (2018). Las TAC y los recursos para generar aprendizaje. *Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA)*, 3, 771–777.
<https://revistas.uv.cl/index.php/IEYA/indexç>
- Velásquez, I., & Sosa, M. (2009). La usabilidad del software educativo como potenciador de nuevas formas de pensamiento. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2014.09.051>
- Versvik, M. (2018). *Learners to leaders: Kahoot! co-founder talks about pedagogy*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-Z1Swrwj6KA>
- Vidal Puga, M. D. P. (2006). Investigación de las TIC en la educación. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5(2), 539–552.
<https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5920245>
- Viñas, M. (2011). *Khan Academy: Una nueva manera de enseñar matemáticas y más*. Khan Academy.
<https://www.totemguard.com/aulatotem/2011/05/khan-academy-una-nueva-manera-de-ensenar-matematicas-y-mas/>

- Von Ahn, L. (2011). *Duolingo: The Next Chapter in Human Computation*. [Video] YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cQl6jUjFjp4>
- VTech (2023). VTech-Historia. <https://www.vtech.com/en/about-us/history/>
- VTech Holdings Ltd. (s. f.). *VTech, líder mundial en juguetes educativos y teléfonos inalámbricos*. <https://www.vtech.com/index.html>
- Vyzas, E., & Picard, R. (2006). Designing multimedia learning resources: An investigation into learners' preferences. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1093, 228–248.

Glosario

GLOSARIO	
TÉRMINO	DEFINICIÓN
Accesible	Que es perceptible, operable, comprensible y robusto. NOTA Su cumplimiento asegura que puede ser utilizado por individuos con el más amplio espectro de aptitudes posible [UNE-ISO/IEC 24751-1:2012].
Acceso compatible	Se refiere a la posibilidad de utilizar ayudas técnicas (emuladores o aplicaciones dirigidas) para acceder a los contenidos. Ejemplo: Un RDD que funcione con un lector de pantalla usará el teclado o pulsador, etc. En este caso, el teclado o pulsador será el acceso compatible. NOTA: para comprobar el acceso compatible: - En un escenario software (no dirigido): probar que se accede al contenido con un lector de pantalla si se accede a toda la información (a todo el contenido, y se le indica que es una lista). - En un escenario web: comprobar que la página web cumple con las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web (WCAG) (http://www.w3.org/TR/WCAG10/). Se puede utilizar un validador
Acceso directo	Se refiere a la posibilidad de utilizar los controles del dispositivo o herramienta software de lectura del RDD para acceder a los contenidos sin la utilización de ninguna ayuda técnica. Ejemplo: el contenido de un RDD de tipo página web puede ser visualizado con un navegador que amplía o reduce el tamaño de los textos y, por lo tanto, el usuario no necesita ningún elemento externo para visualizarlo correctamente. Este contenido es accesible por acceso directo.
Adaptabilidad	La facilidad con la que el RDD se adapta didácticamente a diferentes tipos de alumnos y de profesores.
Aplicación dirigida	Software que guía al usuario en la navegación mediante mensajes sonoros o de otro tipo, de forma que su funcionamiento no requiera de un dispositivo de ayuda.
Aprendizaje electrónico (e-learning)	Aprendizaje mediado por tecnologías de la información y las comunicaciones. [UNE-ISO/IEC 24751-1:2012]
Aseguramiento de la calidad	Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad. [ISO 9000:2015]
Compatible	Operable con los dispositivos del usuario (navegadores y ayudas técnicas) actuales y futuros.
Descripción didáctica, metadato educativo	Exposición clara y coherente sobre su finalidad didáctica, instrucciones de uso, a quién va dirigido u otras sugerencias de explotación didáctica.
Emulador, pulsador	Aplicación software que realiza acciones de emulación de los periféricos de entrada (ratón, teclado) mediante el movimiento controlado del usuario con cualquier parte de su cuerpo (mano, brazo, cabeza, pie, pierna, etc.) en el ordenador u otros dispositivos. Ejemplo: una aplicación que convierta los dos clics del ratón en dos pulsaciones de tecla; o que controle al ratón mediante un <i>joystick</i> ; o controlar el ratón con posibilidad de barrido, etc.
Escalabilidad	Propiedad de un material que indica su habilidad para crecer o modificarse sin perder calidad y con el mínimo esfuerzo.
Escenario de aprendizaje	Espacios digitales creados en el RDD para que el usuario (alumno y profesor) acceda e interactúe con el contenido.
Evaluación de la calidad	Conjunto de medidas tomadas de forma sistemática y consistente para asegurar que un producto es conforme con los requisitos establecidos en una especificación. [UNE-EN ISO/IEC 19796-1:2010]
Funcionalidad	Proceso y resultado alcanzable por medio de acciones de usuario. [Glosario de WCAG, UNE 139803:2012]
Interfaz	Aplicación informática con la que el usuario accede e interactúa con el contenido. Ejemplo: una ventana en una aplicación, una página web o un conjunto de páginas web. NOTA: La interfaz está formada por uno o varios escenarios de aprendizaje.
Interfase	La palabra interfase está incorrectamente usado como sinónimo de <i>interfaz</i> , pero lo cierto es que interfase es un término biológico referido a una etapa del ciclo celular ("interphase" en inglés). O también <i>interfase</i> se puede usar para la zona de contacto entre dos

	fases en el sentido físico-químico: entre aceite y agua. Y también como lo que está entre dos fases (entre fases). Pero en computación lo correcto es <i>interfaz</i> : interfaz de usuario, por ejemplo. Obviamente el plural es <i>interfaces</i> .
Interoperabilidad	Habilidad para tomar componentes instruccionales desarrollados en un lugar y con un conjunto de herramientas o plataforma y poder utilizarlos en otro lugar y con otro conjunto de herramientas o plataforma. [ISO/IEC TR 29163-1:2009]
Interactividad	Capacidad de relacionarse dinámicamente con los usuarios y con los contenidos de la formación virtual. [UNE 66181:2012]
Material Educativo Digital (MED); material didáctico digital	Cualquier entidad digital que tiene definido, al menos, un objetivo didáctico para ser usada en el aprendizaje, la enseñanza y la formación. NOTA: son términos relacionados Objeto Digital Educativo (ODE) y Objeto Didáctico Digital (ODD): cualquier entidad digital que pueda ser usada en aprendizaje, educación o formación [UNE 71361:2010].
Metadatos	Registro que contiene la descripción de un recurso. [ISO 24622-1:2015] Ejemplo: término análogo a lo que se entiende por ficha técnica.
Objeto de aprendizaje (OD/OA)	Tipo de RDD que se crea con el objetivo de que sea escalable, reutilizable, interoperable y accesible. Los OA se estructuran en un contenido, que es el material educativo propiamente dicho, y unos metadatos que clasifican y documentan el contenido y pueden recuperarlo. Los OA se almacenan, recuperan y gestionan con un tipo especial de sistemas de bases de datos "en-línea" denominados Repositorios de Objetos de Aprendizaje. NOTA: son términos equivalentes Objeto Digital Educativo y Objeto Didáctico Digital [UNE 71361:2010].
Operable	Que puede utilizarse con toda su funcionalidad.
Paquete de contenidos	Modelo normalizado de identificación e intercambio de recursos digitales entre diferentes sistemas o herramientas. El paquete de contenido puede definir la organización del contenido. NOTA: tipo de archivo que incluye contenidos y metadatos (3.22). El formato más usado para empaquetar contenido es un fichero XML llamado <i>imsmanifest.xml</i> que contiene un inventario estructurado del contenido del paquete y está comprimido en un archivo zip. [ISO/IEC TR 29163-2:2009]
Perceptible	Que se puede recibir por, al menos, uno de los sentidos.
Portabilidad	Capacidad de un programa para ejecutarse en varios tipos de sistemas de procesamiento de datos sin convertir el programa a un lenguaje diferente y con poca o ninguna modificación. [ISO/IEC 2382:2015]
Reusabilidad (de contenido, de contexto educativo o de entorno)	(1) Capacidad de reutilizar el contenido para crear otros RDD (2) Capacidad de reutilizar el RDD para otras disciplinas o alumnos. (3) Capacidad de reutilizar el RDD para otros entornos de aprendizaje (presencial, virtual o mixto).
Robustez, estabilidad técnica	Producto carente de fallos y cuyo uso no se ve afectado por la presencia de interacciones del usuario erróneas, el cambio de dispositivo o tecnología.
Teclado virtual	Teclado que aparece en pantalla y que mediante su propio software va haciendo barridos por zonas del teclado, tanto en horizontal como en vertical, pasando un cursor por encima de cada una de las teclas. El usuario, cuando el cursor pasa por encima de la tecla que le interesa, activa una tecla predeterminada (<i>enter</i> , barra espaciadora...) o un pulsador, dependiendo de la discapacidad y el contenido de la tecla pulsada pasa a formar parte del texto que está escribiendo. Ejemplo: http://cnt.lakefolks.com/es-intro.htm
Tecnología de ayuda; sistema de acceso alternativo	Software o hardware especializado utilizado en lugar de, o además de, el software o hardware comúnmente utilizados para el control, la presentación o el procesamiento. Ejemplo: lector de pantalla, teclado alternativo, display braille dinámico, magnificador de pantalla.
Usabilidad	Facilidad con la que una persona puede utilizar el RDD para aprender.
Universalidad	Capacidad de los métodos educativos y materiales de enseñanza para ser accesibles y efectivos para todos los estudiantes, independientemente de sus diferencias individuales en habilidades, antecedentes, o estilos de aprendizaje.
Entropía	Diversidad y flexibilidad de los métodos de enseñanza y recursos educativos para adaptarse a las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes

Ratio	También llamados <i>razones financieras</i> o <i>indicadores financieros</i> , son coeficientes o razones que proporcionan unidades contables y financieras de medida y comparación a través de los cuales la relación por división entre sí de dos datos financieros directos, permiten analizar el estado actual o pasado de una organización, en función a niveles óptimos definidos para ella.
Hints	Esquema que define elementos adicionales utilizados por componentes, mensajes de información extra útil en la navegación que acrecientan la legibilidad y dan una ayuda guiada.
Visual feedback	Corresponde a la forma de comunicación visual que va del sistema en dirección al usuario. La retroalimentación tiene lugar en la interfaz de la aplicación en forma de expresiones de salida (ventanas, íconos, mapas sensibles, mensajes de error), a fin de informar al usuario sobre el efecto de sus acciones y sobre el estado actual del sistema.
Wearable	Tecnología que pasa desapercibida entre los accesorios o el vestuario.
Aula aumentada	Como una estrategia de mediación que, ampliando los límites físicos de la clase y generando un tráfico de contenidos digitales, emplea un espacio virtual complementario que combina elementos de ambos entornos y las traduce en una propuesta educativa en la práctica misma.